

---

RKTL:n työraportteja 23/2014

# Nelman tuotelaatu

Tekijät: Susanna Airaksinen ja Jari Riihimäki

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki  
2014

---



EU investoi kestävään kalatalouteen



Julkaisija:  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Helsinki 2014

ISBN 978-952-303-150-0 (Verkkójulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkkójulkaisu)

RKTL 2014

# Kuvailulehti

<b>Tekijät</b> Susanna Airaksinen ja Jari Riihimäki			
<b>Nimeke</b> Nelma tuotelaatu			
<b>Vuosi</b> 2014	<b>Sivumäärä</b> 17	<b>ISBN</b> 978-952-303-150-0	<b>ISSN</b> ISSN 1799-4756 (PDF)
<b>Yksikkö/tutkimusohjelma</b> Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut			
<b>Hyväksynyt</b> Anssi Ahvonen, TUPA			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Nelma (<i>Stenodus leucichthys nelma</i>) on Euroopan Unionissa uusi viljelylaji. Se on nopeakasvuinen, siian sukuinen ja suuren loppukoon saavuttava viileän alueen kalalaji. Luontaisesti sitä esiintyy Venäjän pohjoisrannikolla, Beringin merellä ja Pohjois-Amerikassa arktisilla rannikkovesillä ja joissa. Koska nelman arvostus, ja sen myötä hinta, on Venäjällä erittäin korkea, nelman ruokakalan viljelystä on kiinnostuttu myös Suomessa. Täällä nelmalle voisi olla kysyntää kirjolohen ja siian rinnalla.</p> <p>Nelma tuotteistamismahdollisuuksia tarkasteltiin tuotelaatua tutkimalla. Sekä instrumentaalisesti että aistinvaraisesti mitattuna havaittiin, että nelma poikkeaa väriltään siasta. Väriero oli kuitenkin niin vähäinen, että se tuskin vaikuttaa kuluttajamieltymyksiin. Lihaksen vedensidontakyky oli nelmalla reilun % -yksikön parempi kuin siialla, mutta vedensidontakyky heikkeni kalan koon kasvaessa ja korreloi positiivisesti lihaksen proteiini- ja negatiivisesti lihaksen rasvapitoisuuden kanssa. Nelma on erittäin rasvainen ja käsiteltäessä pehmeäkö, halkeileva kala. Jalostaja ei pitänyt tätä kuitenkaan huomattavana käytön rajoitteena ja jossain tapauksissa nelma oli jopa siikaa kiinteämpi. Soveltuvuus graavi- ja lämminsavutuotteiksi arvioitiin hyväksi. Fileesaanto perattua kalaan kohti oli tässä aineistossa nelmalla 3 % heikompi kuin siialla (66 % versus 69 %). Muutaman prosentin erolla on huomattava euromääräinen merkitys, kun tuotantomäärä kasvaa. Ulkoisesti ja laatuominaisuuksiltaan nelmaan oltiin silti pääsääntöisesti tyytyväisiä ja sen toivottiin tulevaan markkinoille 2-3 kilon painoisena. Mikäli suurikokoisen nelman tuotanto osoittautuu ongelmalliseksi, on sitä kuitenkin vaikea erilaistaa siasta, mikä voi heikentää sen hinta-odotuksia markkinoilla. Lisäksi painotus graavi- ja lämminsavutuotteisiin, joilla on oma hintahaarukkinsa, asettaa alkutuotannon kustannuksille omat raja-arvonsa.</p> <p>Ajankohtaista onkin kehittää alkutuotantoa, jotta saatavuutta voidaan parantaa ja tuotteistusta viedä eteenpäin käytännössä. Tuotannon kehittyessä tulee kiinnittää huomiota siihen, että laatua pystytään ylläpitämään. Kasvatetusta kalasta on pääsääntöisesti kannattavaa tehdä arvokkaampia, lisäarvoa luovia tuotteita. Mikäli nelma saadaan erilaisina tuotteina markkinoille, se voi osaltaan tukea kotimaisen kalataloustoimialan kehittymistä ja pienentää sen kansainvälisistä markkinoista riippuvaa suhdenneherkkyyttä.</p>			
<b>Asiasanat</b> nelma, kala, tuotelaatu, rasvapitoisuus, rasvahappokoostumus, savustus, kalanjalostus			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/nelma_tuotelaatu">http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/nelma_tuotelaatu</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Susanna Airaksinen, <a href="mailto:susanna.airaksinen@rktl.fi">susanna.airaksinen@rktl.fi</a>			
<b>Muita tietoja</b>			

# Sisällys

<b>Kuvailulehti</b>	<b>3</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>5</b>
<b>2. Materiaalit ja menetelmät</b>	<b>6</b>
<b>3. Tulokset</b>	<b>7</b>
3.1. Lajivertailu: nelma ja siika	7
3.2. Kokovertailu	9
3.3. Nelman jalostettavuus	14
<b>4. Yhteenveto</b>	<b>15</b>
<b>Kiitokset</b>	<b>16</b>
<b>Viitteet</b>	<b>17</b>

## 1. Johdanto

Tuotelaatu vaikuttaa kalatuotteiden markkinahintaan ja siten tuotannon kannattavuuteen. Raaka-aineen ominaisuudet määrittävät sen, mihin tuotteisiin kala parhaiten soveltuu ja mitä tuotteita raaka-aineesta kannattaa jalostaa. Lopputuotteiden laatu yhdessä tuotannon määrän ja kilpailevien tuotteiden kanssa on keskeinen tekijä, kun arvioidaan uuden lajin tai tuotteen menestymismahdollisuuksia markkinoilla.

Nelma (*Stenodus leucichthys nelma*) on Euroopan Unionissa uusi viljelylaji. Se on viileän alueen kalalaji ja kuuluu siikojen muistuttavaan *Coregoninae*-alaheimoon. Luontaisesti sitä esiintyy Vienanmerestä itään Venäjän pohjoisrannikolla, Beringin merellä ja Pohjois-Amerikassa arktisilla rannikkovesillä ja joissa. Nelman arvostus Venäjällä on erittäin korkea ja siitä maksetaan hyvää hintaa. Tämän vuoksi nelman ruokakalan viljelystä on kiinnostuttu myös Suomessa. Täällä nelmalle voisi olla kysyntää kirjolohen ja siian rinnalla.

Tämän tutkimusosion tavoitteena oli selvittää Laukaalla kiertovedessä tuotettujen nelmojen tuotelaatua. Nelma on sukua kotimaiselle siialle, joka on arvostettu kala Suomessa. Siian käyttö eri tuoteryhmissä tunnetaan ja kasvatetusta siiaista tehdään pääasiassa perattua kalaa pidemmälle jalostettuja, arvokkaampia tuotteita (Setälä, 2008). Siian käyttö on muotoutunut tällaiseksi pitkälti siian laatuominaisuuksien ja odotetun lisäarvon määräämänä. Tästä syystä samankokoisen nelman tuotelaatuominaisuuksia verrattiin siikaan (noin 1 kg). Nelma on nopeakasvuinen ja suuren loppukoon saavuttava kala, joten myös suurempi kokoisen nelman (noin 2 kg) tuotelaatuominaisuudet tutkittiin. Nelma voidaan potentiaalisesti kasvattaa punalihasen lohikalan mittoihin vaaleaksi fileekalaksi.

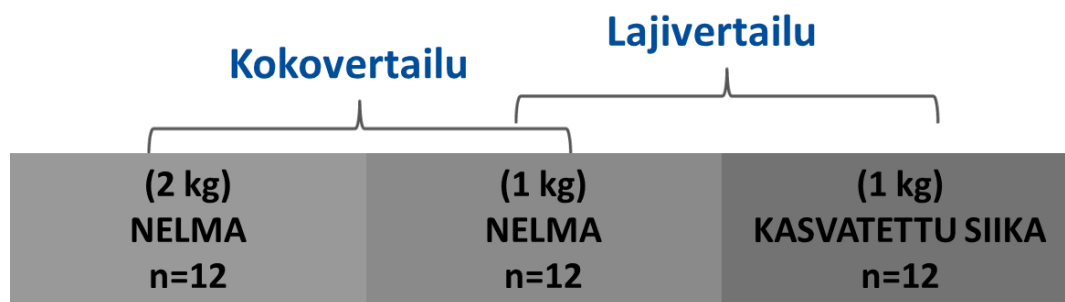


**Kuva 1.** Näytekala RKTL:n Laukaan kalanviljelylaitokselta valmiina käsiteltäväksi Paraisilla.

## 2. Materiaalit ja menetelmät

Nelma tuotelaatuominaisuuksista tutkittiin lihaksen vedensidontakykyä, rakenneominaisuuksia, väriä, rasvapitoisuutta ja rasvan koostumusta. Raaka-aineen jalostettavuutta arvioitiin laadullisesti teollisuudessa valmistamalla nelmasta eri tuotteita (Hätälä Oy, Oulu). Kalojen perkuuhävikki, kalan sukupuoli ja sukukypsyyssaste määritettiin. Perkuun yhteydessä kaloilta poistettiin munuaiset. Peratut kalat fileoitiin ja niiden fileesaanto mitattiin punnitsemalla peratut kalat ja fileet. Kutakin tutkittavaa ryhmää varten varattiin 12 kalaa (kuva 2). Kustakin ryhmästä pakastettiin (-20°C) ensimmäisen viiden kalan toinen nahaton, trimmattu filee eli kalan syötävä osa. Fileet homogenoitiin myöhemmin ja niistä määritettiin rasva-, proteiini- ja kuiva-ainepitoisuus (Evira, Helsinki). Erillisistä valikoiduista näytteistä määritettiin vielä rasvapitoisuus ja rasvahappokoostumus (Eurofins Scientific Finland, Raisio).

Näytekalat olivat peräisin Laukaan kalanviljelylaitokselta. Niitä oli ylläpidetty normaaleissa kasvatolosuhteissa ennen satunnaistettua näytteenottoa tai ne olivat olleet mukana kasvatuskokeissa, jotka on kuvattu erillisraportissa Koskela (2014). Siikanäytteet saatiin yksityiseltä laitokselta kaupallisen perkuun yhteydessä (KalaValtanen Oy, Luvia).



**Kuva 2.** Näytteenottosuunnitelma nelman kokoverailusta sekä nelman ja siian lajivertailuista.

Lihaksen kiinteyttä määritettiin sekä veitsi- että pistotestimenetelmällä rakennetestaustilaitteistoa käyttäen (TA.XTPlus, Stable Micro Systems). Veitsitestiä varten leikattu ruodoton lihaspala leikattiin poikki Warner-Bratzler terää käyttäen nopeudella 10 mm/s. Testiä edeltävä ja testin jälkeinen terän liikkumisnopeus oli 2 mm/s ja laukaisuherkkyys 10 g. Mittauksessa rekisteröitiin suurin leikkausvoima (Newton, N). Tarkka leikkauskohdan pinta-ala saatiin skannaamalla poikkileikkauksista syntyneiden näytepalojen päät (Canon, CanoScan3200F, USA) ja määrittämällä pinta-ala kuva-analyysiohjelmalla (ImageJ 1.37v, <http://rsb.info.nih.gov/ij/download/>). Leikkausvoima ilmoitetaan suhteessa leikkauspinta-alaan (N/mm<sup>2</sup>). Pistotesti tehtiin fileen poikkileikkauksesta. Mittapäänä käytettiin sylinteriä (Ø 15,0 mm), joka painettiin 90 % poikkileikkauksen paksuudesta nopeudella 2 mm/s. Laitteisto rekisteröi lihaksen paksuuden ja kiinteyden voimana (N), joka tarvittiin sylinterin painamiseen. Mittauskohana käytettiin ruodotonta aluetta juuri kylkiviivan yläpuolella.

Vedensidontakyvyn (VSK) määrittämiseksi kromatografiapaperista (3MM, Whatman) leikattiin 2/3-ympyrän muotoisia paloja, jotka esikuivattiin (105°C, yli yön), punnittiin ja asetettiin kartioiksi 50 ml koeputkien pohjalle. Noin 2,5 g pala valkoista lihasta punnittiin analyysiväällä milligramman tarkkuudella ja pilkottiin putkeen välittömästi. Koeputket fuugattiin (500 g, 10 min), lihasnäyte poistettiin ja paperit punnittiin uudelleen. Tämän jälkeen paperit kuivattiin (105°C, yli yön) ja punnittiin vielä kerran. Vedensidontakyky ilmoitetaan arvona 100 % vähennettynä näytteestä vapautuneen veden määrä %, joka laskettiin kaavalla:  $[P_{lm} - \{P_{ak} + (P_{lk} - P_{ak})\}] / P_{näyte} * 100 \%$ , jossa  $P_{ak}$  on paperin paino

alussa,  $P_{lm}$  on paperin paino lopussa märkänä,  $P_{lk}$  on paperin paino lopussa kuivauksen jälkeen ja  $P_{näyte}$  on näytepalan paino.

Lihaksen väri määritettiin lihaksen poikkileikkauksesta spektrofotometrillä (8 mm aukko, 10° havaintokulma, D65 päivänvalo, malli CM-2600d, Minolta, Japani). Värimittari käyttää CIE Lab-värimallia, jossa väri määritellään  $L^*a^*b^*$ -avaruudessa ( $L^*$ =vaaleus;  $a^*$ =punaisuus;  $b^*$ =keltaisuus) ja sen värikylläisyys ( $C^*$ ) ja sävy ( $h^*$ ) ilmoitetaan laskennallisesti:  $C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$  ja  $h^*=\tan^{-1}(b^*/a^*)$ .

Filee halkeilu oli tarkoitus määrittää pituutena, jolla halkeilua esiintyy. Kalat olivat kuitenkin pehmeitä ja halkeilivat koko matkalta käsittelyn seurauksena, joten kvantitatiivisen mittaamisen ei katsottu tuovan lisäarvoa ja se sivuutettiin.

Lisäksi 20 nelmaa perattiin Laukaassa 3.4.2014. Ne lähetettiin jäätettyinä Ouluun Hätälä Oy:lle jalostustestauksia ja aistinvaraisia arvioita varten. Kaloista 2 kpl pakastettiin kokonaisuutena mahdollista myöhempää käyttöä tai valokuvaamista varten. 18 kpl kaloja (21,06 kg) fileoitiin 8.4.2014, eli rigorin jälkeen 5 päivää perkuusta. Valmista fileetä saatiin 12,88 kg. Näistä saatiin 9,48 kg lopputuotteita kolmessa eri prosessissa, jotka olivat lämminsavu-, kylmäsavu- ja loimunelma (6 kalaa per prosessi).

Raaka- ja rasvahappokoostumukset teetettiin ostopalveluna (Evira ja Eurofins Scientific Finland).

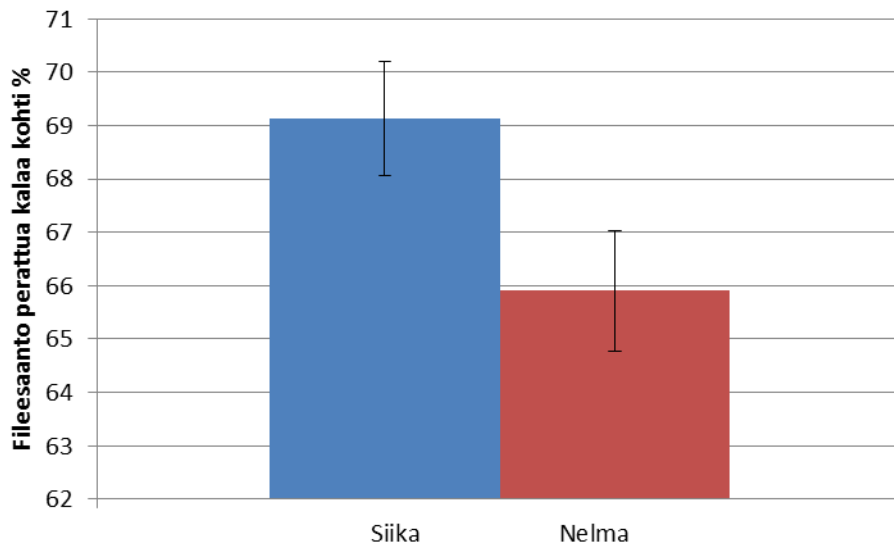
Tilastollisessa tarkastelut ryhmien välillä (lajivertailu: siika versus nelma; kokovertailu: nelma 1 kg versus nelma 2 kg) toteutettiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja/tai GLM-proseduurilla (General Linear Model, SAS Enterprise Guide, 5.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2012). Keskiarvot keskihajontoineen ( $KA \pm STDEV$ ) on esitetty taulukoituna tai graafisesti. Mallien kelpoisuus ja aineiston normalisuus varmistettiin tarkastelemalla residuaaleja.

## 3. Tulokset

### 3.1. Lajivertailu: nelma ja siika

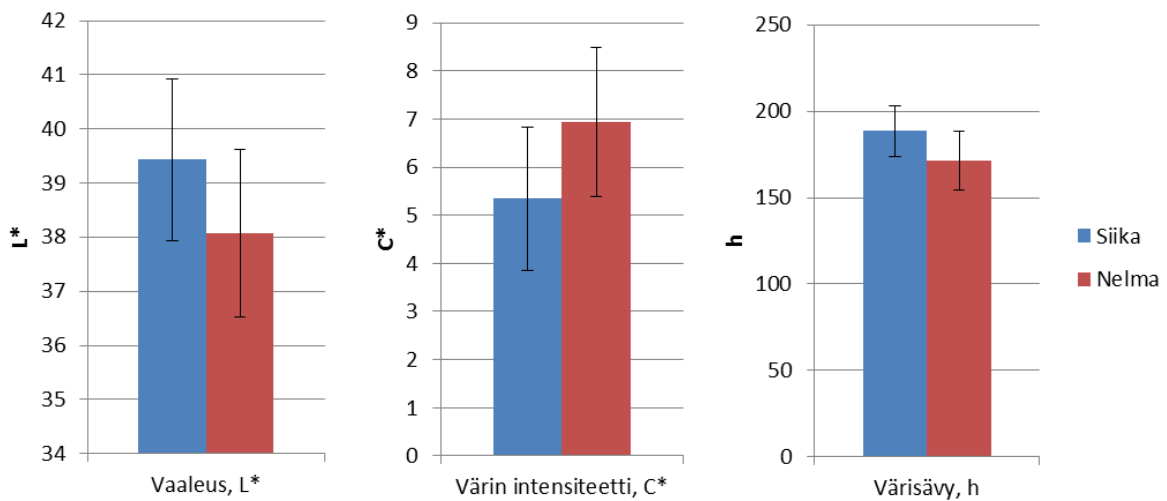
Nelma ja siian välinen vertailu tehtiin talvella 2012 - 2013. Nelmojen perattu keskipaino oli 1 000 g (796 - 1 153 g) ja siikojen 906 g (842 - 959 g). Fileesaanto perattua painoa kohti oli nelmoilla tilastollisesti merkitsevästi pienempi kuin siialla ( $R^2 = 0,6990$ ;  $F = 51,08$ ;  $P < 0,0001$ , kuva 3). Nelman fileesaanto oli keskimäärin 66 % ja siian 69 %, joten ero oli jopa 3 %. Mikäli näin on myös laajemmassa aineistossa, sillä on merkittävää vaikutusta käytännössä. Fileesaanto on suurempi ja poikkeaa Koskelan (2014) raportoimista arvoista, mikä johtunee siitä, ettei perkuuta ja fileointia standardoitu näiden eri näytteenottojen välillä.

Kaupalliselta toimijalta tulleista näytesioista ei saatu perkuusaantoa, mutta aikaisemmassa tutkimuksessa selkeästi pienempi kokoisella siialla (keskipaino, 637 g;  $n = 37$ ) perkuusaanto on ollut 90,4 %, joka oli nyt nelmalla 86,7 %, fileesaanto pyöreää kalaa kohti 60,1 %, joka oli nelmalla 57,2 %, ja perattua kalaa kohti 66,4 %, joka oli nelmalla 66,0 % (Airaksinen ym., 2012 ja tämä työ). Laajemmassa tutkimuksessa geneettiseltä taustaltaan vaihtelevilla sioilla (keskipaino 995 g;  $n = 507$ ) saantoprosentit olivat vastaavasti 90,7 %, 56,4 % ja 62,3 % (Kause ym., 2011). Nämä tulokset yhdessä viittaavat siihen, että nelman fileesaanto ei välttämättä poikkea siian vastaavasta, mutta perkuusaanto näyttäisi olevan nelmalla pienempi kuin siialla. Ulkoisen arvion perusteella mm. pään koko suhteessa koko kalaan vaikuttaa nelmalla siikaa suuremmalta. Muodoltaan nelmaa pidettiin sulavana.



Kuva 3. Fileesaanto perattua kalaa kohti noin yhden kilon kokoisella nelmalla ja siialla (KA ± STDEV, n=12).

Instrumentaalisesti mitattuna nelma on tummempi, väriltään intensiivisempi ja värisävyltään vähemmän sinertävä kuin siika (kuva 4, taulukko 1). Värierot olivat tilastollisesti merkitseviä, mutta silmämääräisesti ja käytännössä vähäisiä ja vain osittain lajista johtuvia (kts. taulukko 1).



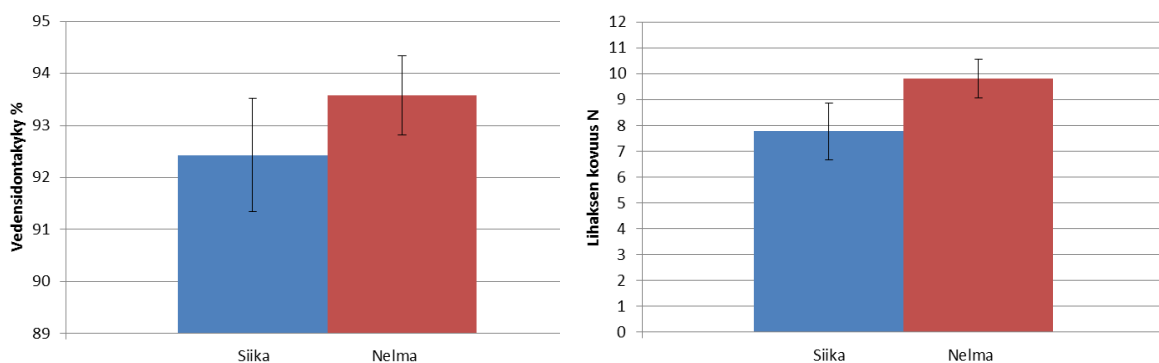
Kuva 4. Siian (sininen, n=12) ja nelman (punainen, n=11) värimuuttujien vertailu (KA ± STDEV). L\* (lightness), vaaleus; C\* (chroma), väriin intensiteetti; h (hue), värisävy.

**Taulukko 1.** Siian ja nelman värimuuttujien keskiarvot ja niiden tilastolliset erot taulukoituina. Eri kirjaimet yläindeksissä tarkoittavat tilastollisesti merkitsevää eroa ja selityssaste ( $R^2$ ) kuvaa sitä, kuinka suuren osan laji selittää havaitusta vaihtelusta (1 = 100 %).

Väri	Siika	Nelma	Selityssaste	F-arvo	P-arvo
Vaaleus, L*	39,43 <sup>a</sup>	38,08 <sup>b</sup>	0,1784	4,56	0,0447
Väriin intensiteetti, C*	5,35 <sup>a</sup>	6,93 <sup>b</sup>	0,5608	26,81	< 0,0001
Värisävy, h	188,41 <sup>a</sup>	171,38 <sup>b</sup>	0,2418	6,7	0,0172



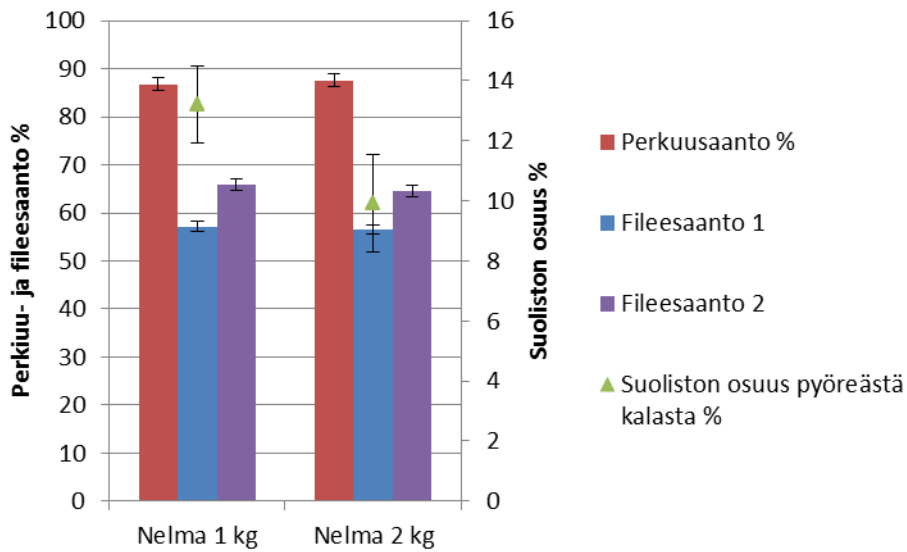
Lihaksen vedensidontakyky oli nelmalla reilun prosenttiyksikön parempi kuin siialla ( $R^2 = 0,2905$ ;  $F = 9,04$ ;  $P = 0,0066$ ) ja lihaksen rakenne oli nelmalla siikaa kovempi ( $R^2 = 0,6441$ ;  $F = 39,82$ ;  $P < 0,0001$ )(kuva 5). Veitsitestissä ei havaittu kuitenkaan eroja eri kalojen lihaksen kiinteydessä. Lihaksen halkeilua pidetään siialla hankalana ominaisuutena, mikä estää kalan koneellisen käsittelyn ja hidastaa sen käsittelyä myös käsin työskenneltäessä. Kaikki mitatut kalat halkeilivat yleisesti fileoitaessa, mutta eroja halkeilussa nelmojen ja siikojen välillä ei havaittu. Yhteenvetona nyt tutkituilla nelmoilla ei havaittu laatumittauksissa mitään huolestuttavasti poikkeavia ominaisuuksia kaupallisessa tuotannossa olevaan siikaan verrattuna.



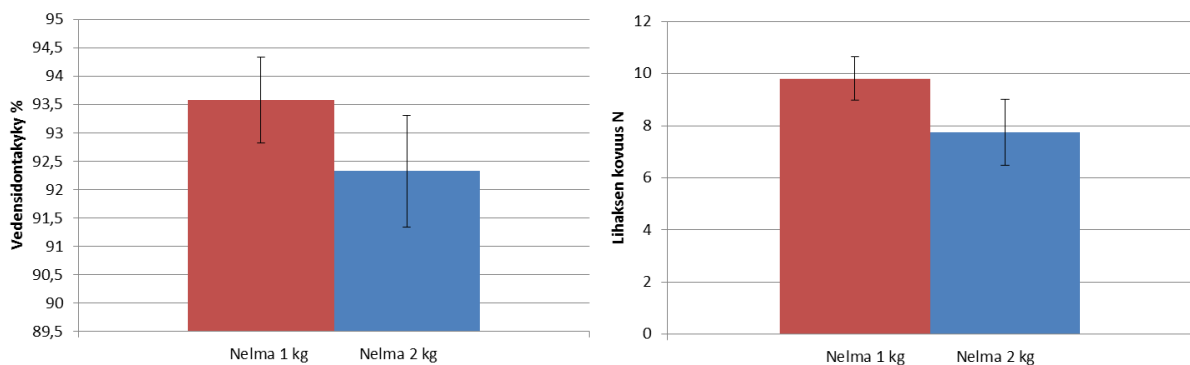
**Kuva 5.** Siian (sininen, n=12) ja nelman (punainen, n=12) lihaksen vedensidontakyky (%) ja kovuus (N, Newton) pistotestillä mitattuna (KA ± STDEV).

### 3.2. Kokoverailu

Erikokoisten nelmojen, pyöreältä keskipainoltaan 1 153 g (915 - 1 350 g) ja 2 025 g (1 441 - 2 656 g), vertailu tehtiin talvella 2013. Perkuusaannot eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan erikokoisilla nelmoilla (keskiarvo 87,2 %, kuva 6). Keskimääräiset fileesaannot pyöreää ja perattua painoa kohti olivat pienellä nelmalla 57,2 % ja 65,9 % sekä suurella nelmalla 56,6 % ja 64,6 %. Fileesaanto perattua kalaa kohti ja suoliston suhteellinen osuus painosta olivat pienemmällä kalalla suuremmat kuin suurella kalalla ( $P = 0,0005$ ). Suurilla kaloilla sukurauhaset olivat jo kehittymässä, mikä voi osaltaan pienentää suolirasvan osuutta ja siten suoliston suhteellista painoa ja fileesaantoa pyöreää kala kohti sekä jossain määrin myös lihassmassaa ja fileesaantoa perattua kalaa kohti. Keskimääräinen gonadosomaattinen indeksi oli 5 % ( $GSI \% = \text{gonadien paino} / \text{kalan pyöreä paino}$ , n=12). Naarailla gonadit olivat pienemmät ( $GSI \% = 0,9 \%$ , n=4) kuin koirilla ( $GSI \% = 7,1 \%$ , n=8).

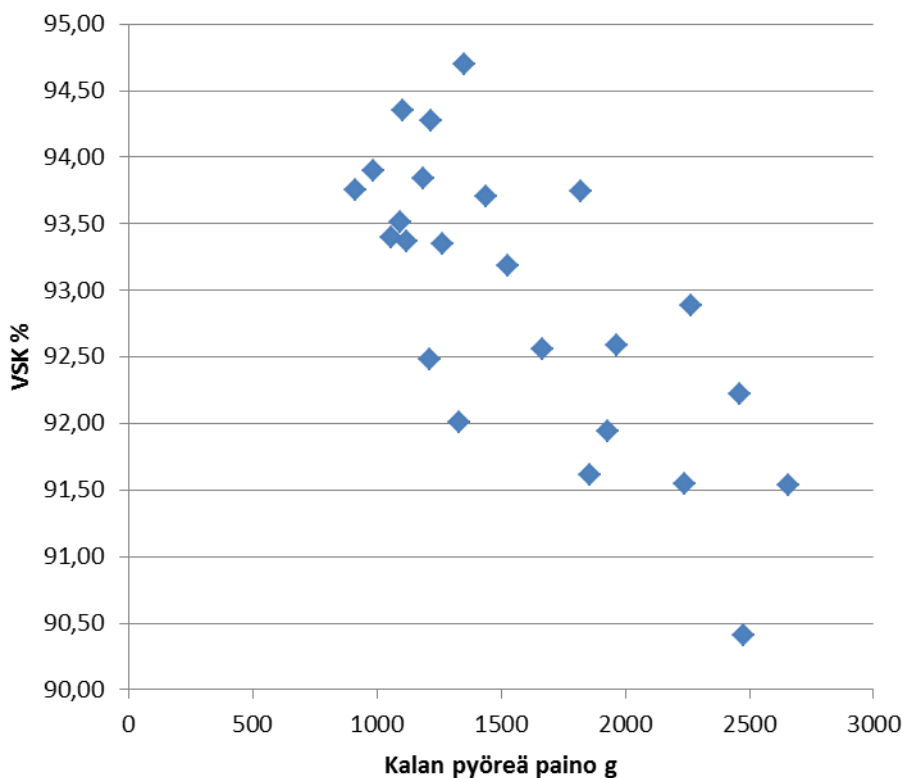


**Kuva 6.** Perkuu- ja fileesaannot pyöreää (1) ja perattua (2) painoa kohti sekä suoliston osuus (%) pyöreää painoa kohti erikokoisilla nelmoilla (KA ± STDEV, n=12).



**Kuva 7.** Pienen (punainen, n=12) ja suuren nelman (sininen, n=12) lihaksen vedensidontakyky (% , vasemmalla) ja kovuus (N, Newton, oikealla) pistotestillä mitattuna (KA ± STDEV).

Lihaksen vedensidontakyky oli pienellä nelmalla parempi kuin isommilla nelmoilla ( $R^2 = 0,53560$ ;  $F = 11,16$ ;  $P = 0,0021$ ) (kuva 7). Korrelaatiokerroin  $r$  kalan koolle ja vedensidontakykyllä oli  $-0,7393$  (Pearson, kuva 8). Vedensidontakyvyn laskeminen kertoo lihaksen rakenteen ja proteiinien hajoamisesta. Joko teuraskäytännöistä, muista olosuhteista tai jopa kalan kokoon liittyvistä tekijöistä johtuen suuremman nelman lihaksesta vapautui testissä enemmän vettä ja vedensidontakyky oli siten heikompi kuin pienellä nelmalla, jolla vesipitoisuus kaiken kaikkiaan oli suurempi. Lihaksen rakenne oli pistotestillä mitattuna suuremmalla nelmalla pientä nelmaa pehmeämpi ( $R^2 = 0,5862$ ;  $F = 14,88$ ;  $P < 0,0001$ )(kuva 7). Veitsitestissä ei eroja kiinteydessä kuitenkaan havaittu.

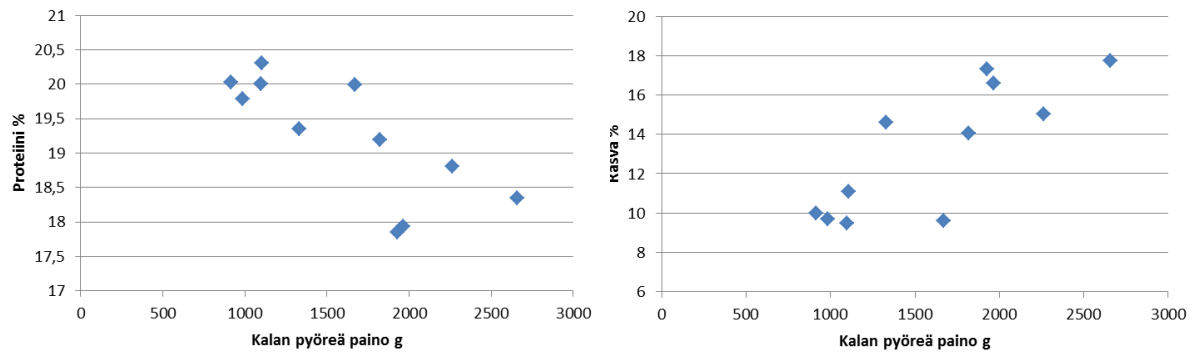


**Kuva 8.** Lihaksen vedensidontakyky (VSK %) nelman koon kasvaessa (N=12).

Nelma on rasvainen kala, mikä näkyy sen syötävän osan eli trimmatun fileen rasvapitoisuuksissa (taulukko 2). Kalan koon kasvaessa fileen rasvapitoisuus nousee (Pearson,  $r = .81717$ ) ja proteiinipitoisuus laskee (Pearson,  $r = .77719$ ) (kuva 7). Rasvaa kertyy siten fileessä myös lihasjaokkeiden väliin, kun kala kasvaa. Rehun rasvapitoisuuden vaikutuksesta koko ruhon rasvapitoisuuteen kerrotaan erillisraportissa Koskela (2014).

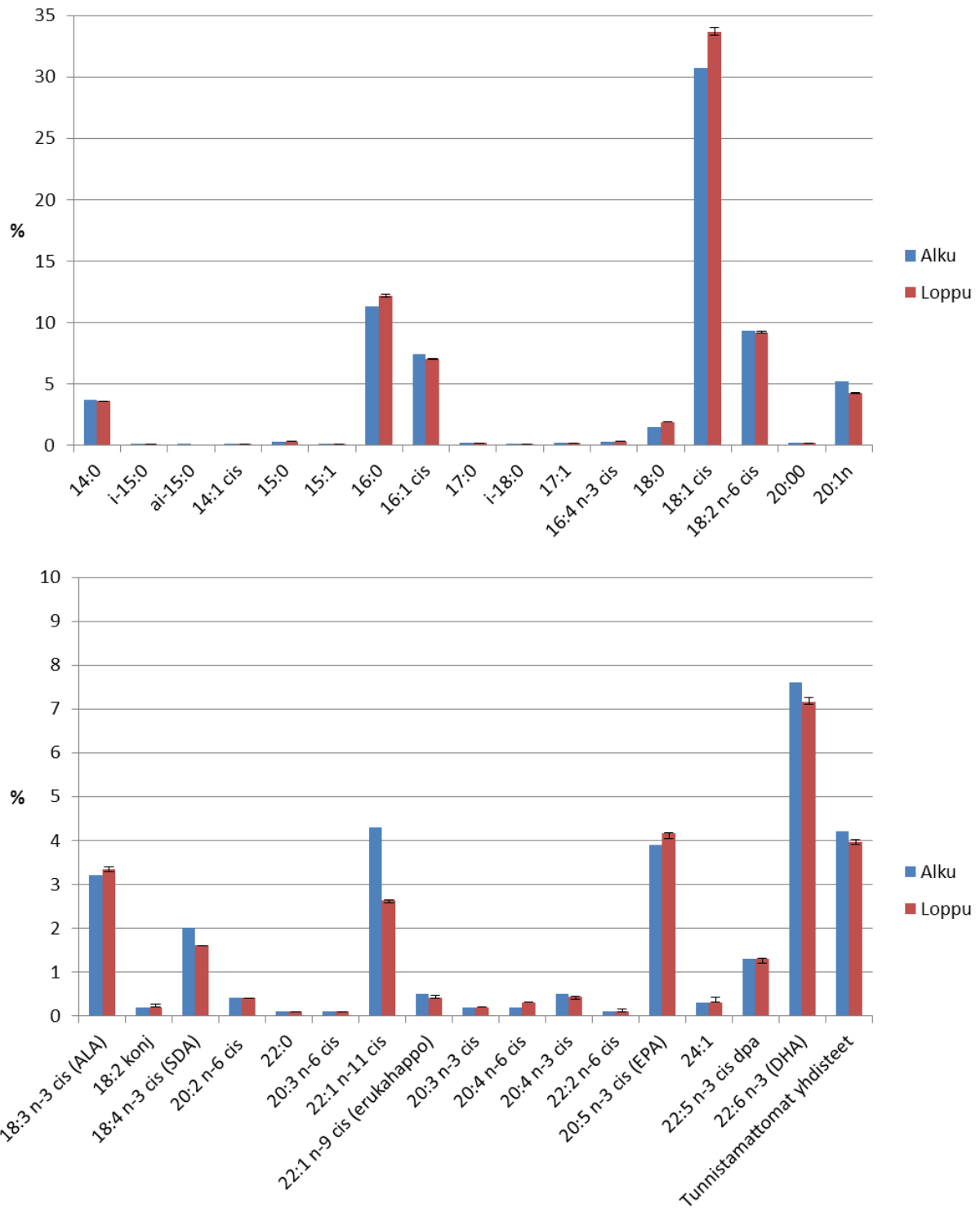
**Taulukko 2.** Rasva- ja proteiinipitoisuus (%) tuorepainoa kohti trimmatussa homogenoidussa fileessä kahdella erikokoisella nelmalla (n=5 tai n=6). Eri kirjain keskiarvon perässä tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä ( $P < 0,05$ ).

Koostumus %	Keskipaino g	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi	N
Rasva	1153 g	10,98 <sup>a</sup>	2,12	9,50	14,60	5
Rasva	2140 g	15,06 <sup>b</sup>	3,01	9,60	17,73	6
Proteiini	1153 g	19,89 <sup>a</sup>	0,36	19,35	20,31	5
Proteiini	2140 g	18,69 <sup>b</sup>	0,82	17,85	19,99	6



**Kuva 9.** Lihaksen proteiini- ja rasvapitoisuus (%) kalan koon funktiona (N=11).

Rasvahappokoostumus määritettiin erillisistä näytteistä Laukaan koekasvatusten alussa ja lopussa. Palmitiini- (16:0), steariini- (18:0) ja öljyhapon (18:1 cis) suhteellinen määrä lisääntyi kalan kasvaessa ja 22:1 (n-11) -hapon (cis-11-docosenoic acid) suhteellinen määrä väheni kasvatuksen aikana (kuva 10). Rasvahappokoostumuksen tiedetään seuraavan pitkälti rehun rasvahappokoostumusta (Turchini ja Francis 2009, Thanuthong ym. 2011). Koska rasvahappokoostumusta tai sen säätelyä ei seurattu erillisellä koeasetelmalla, voidaan nyt esitettyä rasvahappoprofiilia pitää lähtökohtatietona nelman rasvahapposisällöstä. Esimerkiksi terveyttä edistävien pitkäketjuisten omega-3-rasvahappojen, EPA ja DHA, osuus oli reilu 10 % kokonaisrasvahapoista ja vastasi pitkälti mm. siialla havaittuja osuuksia (Airaksinen ym., 2012). Myös toinen terveellisyyttä kuvaava muuttuja, omega-3-rasvahappojen määrä suhteessa omega-6-rasvahappoihin, oli nelmalla edullinen (1,8 : 1,0) ja siten länsimaisen ravitsemuksen epäkohtia korjaava.



**Kuva 10.** Rasvahappoprofiilit (%:a rasvahapoista) nelman lihaksessa kasvatuksen alussa (puulattu näyte) ja lopussa (n=3, KA ± STDEV).

### 3.3. Nelman jalostettavuus

Hätälä Oy:lle lähetetyistä nelmoista (21,06 kg) valmistettiin ja arvioitiin Oulussa kalanjalostuslaitoksella lämminsavu-, kylmäsavu- ja loimukalaa 5 päivää perkuun jälkeen. Fileesaanto peratusta kalasta oli 61,2 %. Kaloista saatiin 9,48 kg lopputuotteita kolmessa eri prosessissa (6 kalaa prosessia kohden). Nelman jalostuksessa ei kerätty tuotekohtaisia saantoja, mutta keskimääräinen tuotesaanto kolmena tuotteena perattua kalaa kohti oli 45 % ja fileetä kohti 73,6 %. Aikaisemmassa tutkimuksessa kirjolohen lämminsavutuotteelle vastaavat saannot olivat 50 % ja 88 % sekä kylmäsavutuotteelle 48 % ja 72 % (trimmattu, ruodoton filee, Airaksinen ym., 2012).

Jalostajaa pyydettiin lyhyesti arvioimaan raaka-aineen laatua, jalostettavuutta ja soveltuvuutta eri tuotteiksi lyhyeen kyselyyn pohjautuen. Erityisesti kysyttiin ominaisuuksista, jotka on aiemmin arvioitu siialla keskeisiksi. Jalostaja oli laatuun pääosin tyytyväinen. Jalostajalle lähetetyn kyselyn vastausten yhteenveto on esitetty taulukossa 3.

Nelmaa pidettiin yleisesti kauniina, joten ulkoisesti nelma (1 kg) täyttää odotukset siialle rinnakkaisena, joskaan ei välttämättä siitä poikkeavana, lajina. Erilaistaminen siasta voi olla siis haasteellista. Kokoa pidettiin tärkeimpänä siasta erottavana tekijänä, joten perkuukokoa tulisi pystyä kannattavasti kasvattamaan tuotannossa. Jalostajan näkökulmasta 2-3 kilon kokoinen nelma olisi tuotteena toimivin, jolloin fileointi voitaisiin hoitaa myös koneellisesti. Perkuukoon kasvattamiseen liittyy myös tarve viivästyä kalan sukukypsymistä. Sukukypsytminen aiheuttaa kaloilla kasvun hidastumista, mutta se lisää myös laadullista vaihtelua. Nyt tarkasteltu aineisto oli liian suppea sukukypsyyden ja sukupuolen aiheuttaman vaihtelun arvioimiseksi nelmalla.

**Taulukko 3.** Arviointi jalostuksessa.

<b>Ulkonäköarvio</b>	
Ulkonäkö raakana ja kypsennettynä noudattelee siian ulkonäköä ja on siihen verrattavissa	
- hyvät ja huonot puolet	- iso kiinteä kala, helppo leikata
- väri, verestyminen	- väri hitusen tummempi kuin siika, verestyminen hyvä
<b>Saanto - hävikki</b>	
- tyydyttääkö filee/tuotesaanto	Alkupaino perattuna 21.06 kg => valmista filettä 12.88 kg, <b>SAANTO: 61%</b> Fileepaino 12.88 kg => 1/3 lämminsavua, 1/3 kylmäsavua ja 1/3 loimua yhteensä 9.48 kg => <b>SAANTO 73.6%</b>
- käsiteltävyys, nopeus, tehokkuus	- käsiteltävyys hyvä ja voidaan fileoida koneellisesti, jos koko saadaan pysymään riittävänä
- muutostarpeet, erot siian käsittelyyn verrattuna	- ei tarpeita
<b>Siivutettavuus</b>	
- käsin vai onnistuuko koneella	- siivutus onnistuu käsin, koneellista siivutusta ei kokeiltu
<b>Mitä tuotteita tekisit? Miten pakattuna?</b>	
- koko kala, miksi	kyllä - tupla filee savustettu/paistettu mahdollista
- graavi, miksi	kyllä
- lämminsavu, miksi	kyllä - huomattavasti maukkaampaa kuin loimutettuna, maultaan jopa hyvää
- kylmäsavu, miksi	kyllä - maku hyvä ja helppo leikata ja siivuttaa, kiinteä, jotenkin kuivahko, siian näköinen korvike, <b>Ei uutuusarvoa</b>
- miten onnistuitte tuotteissa?	Loimutettaessa maku ei pääse oikeuksiin, kuivakasta
<b>Minkä kokoisena soveltuisi käyttöön?</b>	
	Kalan koko mielellään yli 2 kg, jotta saanto kohtuullinen, 2-3 kg voisi olla optimaalinen koko

Jalostajan soveltuvuuden kannalta priorisoimat tuoteryhmät, lämminsavu- ja graavikala, eivät kuulu eniten lisäarvoa tuottaviin prosesseihin, joita ovat loimutus ja kylmäsavu. Tämä lisää painetta pitää raaka-aineen hinta kohtuullisena jalostuksen kannattavuuden turvaamiseksi. Nelma saatiin nyt testi-jalostukseen keväällä. Tämä on voinut laskea kalojen rasvapitoisuutta ja myös lisätä sen vaihtelua, koska kaloilla oli takanaan talvi, jolloin ruokailu on ollut olematonta. Kahden rinnakkaisen kalan rasvapitoisuus oli tuolloin 12,9 ja 17,5 %. Soveltuvuutta eri tuotteiksi tulisikin testata myös hyvän kasvukauden jälkeen, koska vuodenaikoihin liittyy laatuominaisuuksien muutoksia (Airaksinen, 2008).

## 4. Yhteenveto

Instrumentaalisesti mitattuna nelma on tummempi, väriltään intensiivisempi ja värisävyltään vähemmän sinertävä kuin siika. Väriero havaittiin myös aistinvaraisesti jalostuksessa. Eroa ei kuitenkaan voi pitää tuotelaadun kannalta sen enempiä edullisena kuin haitallisenakaan. Lihaksen vedensidontakyky oli nelmalla reilun % -yksikön parempi kuin siialla, mutta vedensidontakyky heikkeni kalan koon kasvaessa. Tämän lisäksi vedensidontakyky korreloi positiivisesti lihaksen proteiini- ja negatiivisesti lihaksen rasvapitoisuuden kanssa.

Nelma oli käsiteltäessä pehmeäkö kala, mutta eroja halkeilussa verrattuna siikaan ei havaittu. Halkeilua on pidetty siialla ominaisuutena, mikä haittaa kalan koneellista käsittelyä ja hidastaa sen käsittelyä myös käsin työskenneltäessä. Mitatut kalat halkeilivat fileoitaessa, mutta jalostaja ei pitänyt esimerkiksi käsin siivuttamista tässä vaiheessa suurena ongelmana. Lihaksen rakenne pistotestillä mitattuna oli nelmalla kiinteämpi kuin siialla. Lihaksen vedensidontakyky ja rakenne ovat yhteydessä teuraskäsittelyyn eikä sitä voitu tässä hankkeessa täysin kontrolloida, koska näytteet tulivat eri perkuista ja/tai eri laitoksista. Nelmat tulivat Laukaan kalanviljelylaitokselta ja näytekalat perattiin mitauksia varten erikseen. Siiat tulivat Luvialta kaupallisen perkuun yhteydessä, jolloin perattavana oli samanaikaisesti koko verkkoallas, mikä vaikuttaa käsittelyaikoihin ja sitä kautta edellä mainittuihin laatuominaisuuksiin.

Fileesaanto perattua kalaan kohti oli tässä aineistossa nelmalla 3 % heikompi kuin siialla (66 % *versus* 69 %). Yksiselitteinen vertailu toisiin aineistoihin on ongelmallista, koska menetelmiä koeasetelmien välillä ei ole vakioitu (taulukko 4). Saantoprosentit ovat kuitenkin keskeisiä kannattavuuteen vaikuttavia ominaisuuksia koko tuotantoketjussa, joten niiden seuranta standartoidusti on tärkeää, kun tuotantoa kehitetään. Muutaman prosentin erolla on huomattava euromääräinen merkitys, kun tuotantomäärä kasvaa.

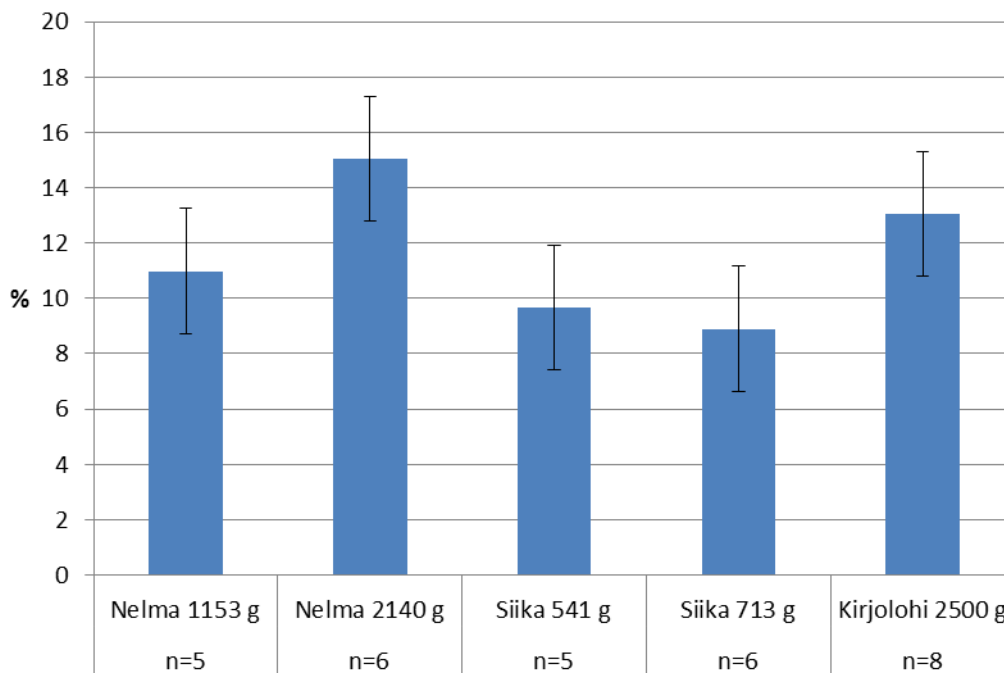
Suurikokoisten nelmojen rasvapitoisuus (trimmattu filee) oli jopa suurempi kuin siian tai kirjolohen (kuva 11). Korkea rasvapitoisuus vaikutti todennäköisesti osaltaan siihen, että nelma vaikuttaisi soveltuvan hyvin graavi- ja lämminsavutuotteisiin. Nelma lihaksen rasvahappokoostumus puolestaan seurannee tyyppilliseen tapaan ravinnon rasvahappokoostumusta, joten enemmän kuin lajista itsestään, se on riippuvainen rehuraaka-aineiden valinnasta.

Laatuominaisuuksiltaan nelmaan oltiin siis pääsääntöisesti tyytyväisiä. Ulkoisesti yhden kilon nelma täyttää odotukset siialle rinnakkaisena lajina. Mikäli suurikokoisen nelman tuotanto osoittautuu ongelmalliseksi, sitä on vaikea erilaistaa siiaista, mikä voi heikentää sen hintaodotuksia. Ajankoh-taista onkin kehittää tuotantoa, jotta saatavuutta voidaan parantaa. Tuotannon kehittyessä tulee kiinnittää huomiota siihen, että laatua pystytään ylläpitämään. Kasvatetusta kalasta on pääsääntöi-

sesti kannattavaa tehdä arvokkaampia ns. lisäarvoa luovia tuotteita. Painotus graavi- ja lämminsavu- tuotteisiin asettaa alkutuotannon hinnalle siten omat raja-arvonsa.

**Taulukko 4.** Saantoprosentteja nelmalla ja siialla eri hankkeissa mitattuna. Perkuusaanto esitetään munuaiset, mutta ei kidukset, poistettuna. Fsaanto 1 on fileesaanto kalan pyöreää painoa kohti ja Fsaanto2 on fileesaanto kalan perattua painoa kohti. Filee on nahallinen, mutta trimmattu filee.

Laji	Koko g pyöreä/perattu	Perkuusaanto %	Fsaanto1 %	Fsaanto 2 %	n	Viite
Nelma	2 030 / 1 770	88	57	65	12	tämä työ
Nelma	1 153 / 1 000	87	57	66	12	tämä työ
Siika	- / 906	-	-	69	12	tämä työ
Siika	705 / 640	90	60	66	37	Airaksinen ym. 2012
Siika	995 / 560	90	60	67	520	Kause ym. 2011



**Kuva 11.** Trimmatun fileen rasvapitoisuus tässä (nelma) ja aikaisemmissa hankkeissa keskipainoltaan erikokoisilla ruokakaloilla (siika, Airaksinen ym., 2008 ja Airaksinen ym., 2012; kirjolohi, Airaksinen ym., 2013) (KA ± STDEV).

## Kiitokset

Tuotelaatututkimukset toteutettiin osana Keski-Suomen ELY-keskuksen rahoittamaa EKTR-hanketta. Kiitokset RKTL:n Laukaan kalanviljelylaitoksen henkilökunnalle, Juha Koskelalle, Pekka Latikalle sekä Riku Isohätälälle avusta työn toteuttamisessa.



## Viitteet

- Airaksinen S., Kankainen, M., Suomela, J-P., Sandell, M., Kiviranta, H.(2013). Kirjolohen räätälöinti jalostuksen ja kuluttajan tarpeita vastaavaksi. *Työraportteja*, nro 27/20, 2013, 52 s.
- Airaksinen, S., Suomela, J-P., Sandell M. (2012). Siikatuotteiden räätälöinti - Kasvatetun siian rasvapitoisuu- den ja rasvan laadun hallinta. Loppuraportti, 23 s.
- Airaksinen S. (2008). Siian laatu kalan tarjontaketjussa. Loppuraportti, 7 s. + liitteet.
- Kause, A., Quinton, C., Airaksinen, S., Ruohonen, K., Koskela, J. (2011). Quality and production trait genetics of farmed European whitefish, *Coregonus lavaretus*. *J. Anim. Sci.*, 89(4), 959-971.
- Koskela J. (2014). Nelman (*Stenodus leucichthys*) tuotanto-ominaisuudet 2014. *Työraportteja*, x/2014, 26 s.
- Setälä, J. (2008). Siian tarjonta ja jalostus Suomessa. Riista- ja kalatalous. *Selvityksiä*, nro 9. 16 s. (verkköjulkaisu)
- Thanuthong, T., Francis, D.S., Senadheera, S.P.S. D., Jones, P.L. & Turchini G. M. 2011. LC-PUFA Biosynthesis in Rainbow Trout is Substrate Limited: Use of the Whole Body Fatty Acid Balance Method and Different 18:3n-3/18:2n-6 Ratios, *Lipids*, 46:1111-1127.
- Turchini, G.M. & Francis, D.S. 2009. Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and  $\beta$ -oxidation) in rainbow trout fed fish oil-or linseed oil-based diets. *Br. J. Nutr.*, 102:69-81.