

**HELSINGIN YLIOPISTO**

**Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos**

**EKT-sarja 1505**

**KOTIMAISEN TUOREKALAN TUOREUDEN ARVIOINTI LAATUINDEKSI-  
MENETELMÄLLÄ QIM<sup>®</sup>**

**Anu Järvelä**

**Helsinki 2011**

## **ESIPUHE**

Tämä maisterin tutkielma tehtiin Elintarviketurvallisuusvirasto Evirassa. Suurin osa raadista oli jo toiminut aistinvaraisissa tutkimuksissa arvioijina. Osalle arvioijista myös kalan arviointi oli tuttua. Raati koulutettiin tehtävänsä.

Tämän maisterin tutkielman ohjausryhmään kuuluivat yliopistolehtori Kirsi Jouppila (HY), tutkija Leena Lilleberg (Evira), erikoistutkija Tiina Putkonen (Evira), ostopäällikkö Mika Nordström (Kalatukku E. Eriksson Oy) ja tuotantopäällikkö Pekka Kanervo (Kalatukku E. Eriksson Oy). Vuonna 2009 valvojana toimi professori Lea Hyvönen ja sen jälkeen Kirsi Jouppila.

Haluan kiittää koko ohjausryhmää asiantuntevasta ohjauksesta. Leena Lillebergiä haluan kiittää erityisesti innostuneesta ja auttavasta asenteesta ja Tiina Putkosta hyvästä esimiestyöstä. Haluan kiittää myös laboratoriomestari Ulla-Maija Rajalaa käytännön neuvoista ja avusta. Erityinen kiitos tutkimukseen osallistuneelle aistinvaraiselle raadille. Opponentti Ella Mustanojaa haluan kiittää kiinnostuksesta ja hyvistä kommentteista tutkimukseen.

Tammisaarella syyskuussa 2011

Anu Järvelä

## Sisällysluettelo

ESIPUHE.....	2
ABSTRACT .....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 KIRJALLISUUSKATSAUS.....	10
2.1 Kala.....	10
2.2 Kotimainen kala.....	13
2.3 Kalan ravitsemuksellinen laatu.....	14
2.4 Kalastuselinkeinon tulevaisuus Suomessa .....	15
2.5 Kalatuotteiden mahdollisia vaaroja .....	17
2.6 Kalan pilaantumiseen vaikuttavat tekijät.....	20
2.6.1 Kalastustuotteiden valmistushygienia .....	21
2.6.2 Alkutuotannon vaikutus säilyvyyteen .....	21
2.6.3 Pilaantumisen vaiheet.....	24
2.7 Kalan tuoreuden määrittäminen.....	26
2.7.1 Kemialliset menetelmät .....	27
2.7.2 Mikrobiologiset tutkimusmenetelmät.....	29
2.7.3 Fysikaaliset menetelmät .....	29
2.7.4 Aistinvarainen arviointi .....	31
2.8 Tuoreuden arviointi laatuindeksimenetelmällä eli QIM:llä.....	31
2.8.1 QIM:n kehittäminen .....	32
2.8.2 QIM:n koulutus ja käyttö.....	36
3 KOKEELLINEN TUTKIMUS .....	40
3.1 Työn tavoite.....	40
3.2 Materiaalit ja menetelmät .....	40
3.3 Siian säilyvyyden arviointi .....	41
3.3.1 Mikrobin lukumäärän määrittäminen ja pH.....	41
3.3.2 Esikoe .....	41
3.3.3 Profiili.....	42
3.4 QIM:n luonti ja luonnoksen testaus.....	45
3.5 QIM-validointi ja testaus käytännössä .....	46
3.6 Tulosten käsittely.....	47
4 TULOKSET .....	48
4.1 Siian säilyvyyden arviointi .....	48
4.1.1 Mikrobin lukumäärän määrittäminen .....	48
4.1.2 pH .....	48
4.1.3 Esikoe .....	49
4.2 Profiilin luonti ja raadin koulutus profiilin käyttöön.....	50
4.2.1 Profiilin harjoittelun tulokset.....	50
4.2.2 Profiili ensimmäisen QIM-arviointiosion tukena .....	52
4.2.3 Profiili toisen QIM-arviointiosion tukena .....	57
4.2.4 Profiilin yhteenveto: kolme eri profiilia kolmelle eri-ikäiselle meressä kasvatetulle siialle, niin raa'alle kuin kypsällekin kalalle .....	58
4.3 Kasvatetun siian QIM.....	61
4.3.1 Ensimmäinen osio .....	61
4.3.2 Toinen osio .....	63
4.3.3 QIM-luonnos .....	63
4.4 Profiilissa ja QIM:ssä käytettyjen ominaisuuksien tuloksien yhdenmukaisuus..	68
5 POHDINTA.....	69
6 PÄÄTELMÄT .....	74
7 KIRJALLISUUS .....	75
LIITTEET.....	79

Liite 1. Toteutus.....	79
Liite 2. Raa'an kalan kerätyt sanat .....	80
Liite 3. Kypsän kalan kerätyt sanat .....	81
Liite 4. Kypsän ja raa'an siian esikokeen sanalliset kuvaukset.....	82
Liite 5. Profiiliraadin käyttämä arviointilomake .....	84
Liite 6. Profiiliraadin käyttämät arviointiohjeet .....	90
Liite 7. Profiiliraadin käyttämät arviointiohjeet .....	93
Liite 8. Kypsän siian keskihajontojen vertailu .....	97
Liite 9. Raa'an siian arviointien keskihajonnat kevään ja syksyn viimeisissä harjoitteluissa.....	98
Liite 10. Raa'an kalan ensimmäisen ja viimeisen arviointipäivän tulosten keskiarvot ja keskihajonnat ominaisuuksittain .....	99
Liite 11. Kypsän kalan ensimmäisen ja viimeisen arviointipäivän tulosten keskiarvot ja keskihajonnat ominaisuuksittain .....	100
Liite 12. Profiilissa arvioitujen ominaisuuksien keskihajontojen keskiarvot arviointipäivittäin .....	101
Liite 13. Toisessa tutkimusosiossa vanhemman (erä A) tutkitun raa'an kalaerän arviointipäivien tulosten keskiarvot .....	102
Liite 14. Toisessa tutkimusosiossa tuoreemman (erä B) tutkitun raa'an kalaerän arviointipäivien tulosten keskiarvot .....	103
Liite 15. Toisessa arviointiosiossa vanhemman käytetyn kypsän kalaerän (A) arviointipäivien tulosten keskiarvot .....	104
Liite 16. Toisessa arviointiosiossa tuoreemman käytetyn kypsän kalaerän (B) arviointipäivien tulosten keskiarvot.....	105

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen		Laitos — Institution — Department Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos	
Tekijä — Författare — Author Anu Järvelä			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Kotimaisen tuorekalan tuoreuden arviointi laatuindeksimenetelmällä QIM <sup>®</sup>			
Oppiaine — Läroämne — Subject Elintarviketeknologia (yleinen elintarviketeknologia)			
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterin tutkielma		Aika — Datum — Month and year Syyskuukuu 2011	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 110
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Kalateollisuus ja kalakauppa tarvitsisivat menetelmän, jolla kalan säilyvyyttä voitaisiin arvioida reaaliaikaisesti ja luotettavasti. Laatuindeksimenetelmä QIM<sup>®</sup> (engl. Quality Index Method) on käytössä jo useassa Euroopan maassa useille eri kalalajeille. QIM<sup>®</sup> pyrkii lajikohtaisesti ennustamaan aistinvaraisten ominaisuuksien muutoksien perusteella jäljellä olevaa säilyvyysaikaa. Työn tavoitteena oli luoda QIM<sup>®</sup> meressä kasvatetulle siialle. Tämä on ensimmäinen suomalaiselle kalalle tehtävä QIM<sup>®</sup>, ja tavoitteena on saada meressä kasvatetun siian QIM<sup>®</sup> myös viralliseen QIM<sup>®</sup>-käsikirjaan. Tutkimus tehtiin Elintarviketurvallisuusvirasto Eviralle. Tutkittavat kalat Evira osti Kalatukku E. Eriksson Oy:ltä. QIM<sup>®</sup>-tuloksen tueksi tutkittiin yhden erän pH ja indikoitiin pilaantumisen myös mikrobiologisesti. Luotiin myös kasvatetun siian profiili (arvioijia 13). Itse tutkimusosassa kaksi profiiliraa-tia (n = 9) ja QIM<sup>®</sup>-raati (n = 5) arvioivat raa'an ja kypsän kalan. Tulos varmistettiin myös aistinvaraisella kalan laadunarviointimenetelmällä (Evira 8001). QIM<sup>®</sup>-raati loi QIM<sup>®</sup>-luonnoksen ja luonnoksen toimivuutta testattiin. Kiinteänä osana työn toteutusta oli myös eri vaiheiden muutosten valokuvaus. Tämän tutkimuksen mukaan luotu QIM<sup>®</sup>-luonnos on toimiva pohja validoitaessa QIM<sup>®</sup>-menetelmää siialle. Voidaan myös todeta, että QIM<sup>®</sup> soveltuu meressä kasvatetulle siialle. Kypsän kalan aistinvaraisella laadunarviointimenetelmällä (Evira 8001) analysoitiin säilytysajankohta, jolloin kypsästä kalasta voitiin todeta kalan kauppakelvottomuus – tätä pidettiin ajanhetkenä, jolloin raa'an kalan tutkiminen voitiin lopettaa. Tutkimuksessa käytetty mikrobiologinen menetelmä ”Mikrobien lukumäärän määrittäminen” (Evira 3420/1) korreloi QIM<sup>®</sup>-tuloksen kanssa; kalanäyte oli tässä tutkimuksessa niin mikrobiologisesti arvioituna kuin laatuindeksinkin mukaan käyttökelpotonta viidentenätoista päivänä. Tutkittujen kalojen pH-arvoja ei voitu verrata laatuindeksiin, sillä tässä tutkimuksessa mitattujen pH-arvojen tuloksista ei voitu päätellä pilaantumisen etenemistä. Kun QIM<sup>®</sup> meressä kasvatetulle siialle on validoitu (Evira), valmista meressä kasvatetun siian QI-menetelmää voidaan hyödyntää jatkossa Suomen kalateollisuudessa ja -markkinoilla. Olisi hyvä, jos QIM<sup>®</sup> luotaisiin myös muille Suomen yleisimmille kaupakaloille, jotta pakkauksiin merkityt viimeiset käyttöpäivät perustuisivat yhteen yhteiseen menetelmään ja näin viimeisellä käyttöpäivällä olisi tieteellinen pohja.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords QIM, siika, aistinvarainen arviointi, tuoreus			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto, Helda			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information EKT-sarja 1505.			

## ABSTRACT

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department Department of Food and Environmental Sciences	
Tekijä — Författare — Author Anu Järvelä			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Assessment of domestic fish freshness with Quality Index Method <sup>®</sup>			
Oppiaine — Läroämne — Subject Food Technology (General Food Technology)			
Työn laji — Arbetets art — Level M. Sc. Thesis		Aika — Datum — Month and year September 2011	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 110
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>The fish processing industry requires a method by which shelf life of whitefish could be reliably assessed in real time. Quality Index Method (QIM<sup>®</sup>) has been used in several European countries for many different species of fish. QIM<sup>®</sup> predicts the remaining shelf life of fish species based on changes in sensory characteristics. The aim of the present study was to create the QIM<sup>®</sup> for sea-farmed whitefish, the first QIM<sup>®</sup> for Finnish fish, which could be included in the official QIM<sup>®</sup> folder. The study was conducted in the Finnish Food Safety Authority (Evira). Examined fishes were purchased from Kalatukku E. Eriksson Ltd. pH value and a microbiological method were used to evaluate shelf life. Sensory profiles were created (n = 13). Two profile panels (n = 9) and the QIM<sup>®</sup> panel (n = 5) evaluated the raw and cooked fish. The result was also ensured by quality scoring for fish (Evira 8001). The QIM<sup>®</sup> panel created a draft for the QIM<sup>®</sup> frame, and the draft was further tested. Photos of fresh fish samples were taken. The QIM<sup>®</sup> draft created according to this study was an effective basis for initiating the validation of the QIM<sup>®</sup> prepared. It can also be noted that the QIM<sup>®</sup> itself was suitable for sea-farmed whitefish. Cooked fish analysed with a sensory evaluation method (Evira 8001), and found the time when you can find spoiled taste of from cooked fish and the examination of raw fish can be stopped. The microbiological method “Determination of the number of microbes” (Evira 3420/1) correlated with the QIM<sup>®</sup> result, fish samples were polluted on the fifteenth day. The pH results did not provide reliable results with which the QIM<sup>®</sup> result could have been compared. The prepared QIM<sup>®</sup> created for the sea-farmed whitefish could be utilised in the future in the Finnish fishing industry. It would be useful if QIM<sup>®</sup> was created for the other most common Finnish trade fish, so that the expiry dates on packages would be based on one common method, and thus the last day of use would have a scientific basis.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Whitefish, QIM, sensory evaluation, freshness			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited The Digital Repository of University of Helsinki, Helda			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information EKT Series 1505.			

## 1 JOHDANTO

Useimpien suomalaisten kalalajien, varsinkin suomukalojen, saatavuus rajoittuu suhteellisen lyhyeen ajanjaksoon syksylle ja keväälle, mutta kotimaisen kalan kysyntä jakautuu kuitenkin koko vuodelle (Hattula ja Simola 1998). Suomen ammattikalastuksen tärkeimmät saaliit merialueilla ovat siika, silakka, kilohaili, lohi, kuha ja turska. Vesiviljelyllä (kalan kasvatuksella) pyritään turvaamaan kotimaisen kalan saatavuus ympäri vuoden. Vesiviljely alkoi pienimuotoisena, mutta se on nykyisin yksi kalatalouden kulmakivistä. Koska kalan saatavuus vaihtelee, sen laatu vaikuttaa myyntiajan pituuteen, kysynnän ja tarjonnan kohtaamiseen.

Kalan hyvä laatu on riippuvainen monista tekijöistä, kuten hyvistä tuotantotavoista, hyvästä hygieniasta ja kalan lämpötilasta (Özogul ja Özogul 2004) niin vedessä kuin toimitusketjun aikana. Pyynnin jälkeen mikrobifloora muuttuu kontaminaatioiden ja prosessoinnin kautta (Leisner ja Gram 2000). Kalaa voidaan tutkia aistinvaraisesti, ravitsemukselliselta näkökannalta, mikrobiologisesti, kemiallisesti ja fysikaalisesti. Kalasta voidaan tutkia aistinvaraisesti rakennetta, ulkonäköä, makua ja hajua.

Eri valmistusmenetelmät vaikuttavat eri tavoilla kalan veden aktiivisuuteen ( $a_w$ ). Lämpötilalla on suuri vaikutus kalan mikrobeihin ja pilaantumisprosessiin (Leisner ym. 2000). Rasvaisissa kaloissa tapahtuu ilman vaikutuksesta monia muutoksia rasvahappoissa mikrobien toiminnan ja autoksidaation (lipidien hapettumisen) tuloksena. Rasvaisilla kaloilla on lyhyempi käyttöaika ja pilaantuminen havaitaan mm. hajumuutoksina (Leisner ym. 2000).

Kotimaisen tuorekalan säilyvyydestä on vaikea saada luotettavaa kuvaa. Myynnissä olevalle tuorekalalle tulee ilmoittaa pyyntipäivä ja viimeinen käyttöpäivä. Viimeistä käyttöpäivää on vaikea ennustaa, sillä kalan säilyvyyteen vaikuttaa moni tekijä. Tuorekalan laatua arvioidaan aistinvaraisesti kaikissa tuotannon vaiheissa. Tarvittaessa säilyvyyttä voidaan ennustaa myös mikrobiologisin säilyvyyskokein.

Mikrobiologiset menetelmät, joita säilyvyyskokeissa käytetään, ovat hitaita kasvatusmenetelmiä. Niiden tulokset ovat yleensä valmiit vasta, kun kalan käyttöaika on ohi. Tämän vuoksi kalatuotteiden mikrobiologinen säilyvyys määritetään usein lähinnä kertaluontoisesti satunnaisesta erästä. Se, minkälaisen tuloksen kalanäyte saa mikrobiologisin menetelmin testattuna, riippuu kaikista säilyvyyteen vaikuttavista tekijöistä. Omavalvonnassa kalastustuotteita käsittelevät laitokset eivät tee useinkaan mikrobiologisia säilyvyyskokeita tuorekalalle. Säilyvyyskoe kertoo lähinnä vain ko. erän säilyvyydestä sen käsittelyhistorialla. Säilyvyyskoe ei päde kuin tutkitulle kalaerälle.

Usein säilyvyyskokeessa tuorekalasta tutkitaan kokonaispesäkeluku ja/tai rikkivetyä pelkistävät bakteerit. Eri laboratorioilla on eri raja-arvot hyväksyttävälle ja hylätylle kalatuotteen tulokselle. Ongelmaa lisää vielä se, etteivät aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu aina kohtaa.

Aistinvaraisen arvioinnin tärkeys tulee luultavasti korostumaan tulevaisuudessa. Standardoitujen menetelmien käyttö tulee luultavasti yleistymään. (Nielsen ym. 2007). Myös Suomessa ollaan elintarvikelaitoksissa siirtymässä kalastustuotteilla bakteerin kokonaispesäkeluvun tutkimisesta patogeenien tutkimiseen (*Listeria monocytogenes*) Eviran ohjeiden mukaisesti. Standardoidulla aistinvaraisella menetelmällä voidaan jatkossa ehkä korvata mikrobiologiset säilyvyystutkimukset kokonaan.

Viranomaisvalvonta velvoittaa elintarviketeollisuuslaitoksia laadunvalvontaan. Laadunvalvonnalla varmistetaan, että tuote vastaa sille asetettuja tavoitteita. Toimivasta menetelmästä on hyötyä niin valvojalle kuin yrittäjällekin. Jotta esimerkiksi edellä mainittuja hajumuutoksia osataan arvioida oikein, tarvittaisiin kalatuotteiden laadunvalvontaan yhteinen menetelmä. Laatuindeksimenetelmä QIM<sup>®</sup> (eng. Quality Index Method) pyrkii lajikohtaisesti harmonisoimaan kalojen aistinvaraista laadunarviointia. Laatuindeksimenetelmässä on sanalliset kuvaukset, mallikuvat ja pisteytykset laadun heikkenemistä kuvaavista ominaisuuksista säilytyksen aikana kullekin kalalajille. Kalan eri arvioitaville kohdille annetut pisteet lasketaan yhteen ja tulos ilmoitetaan laatuindeksinä. Laatuindeksi on sitä pienempi, mitä tuoreempi ja parempilaatuinen kala on (Lapveteläinen ja Appelbye 2006). Tässä työssä käytettyjä termejä on pyritty tarkentamaan taulukossa 1.



**Taulukko 1.** Tässä työssä käytettyjen termien määritelmiä

<b>Termi</b>	<b>Määritelmä</b>
QIM	The Quality Index Method – laatuindeksimenetelmä, rekisteröity käsikirja
Arviointitaulukko	taulukko, johon kalalajin arviointimenetelmä on kirjattu
Ominaisuus	arvioitava kalan ominaisuus esim. umamimainen maku
Piste/pisteytys	kukin ominaisuus saa pisteitä riippuen pilaantumisen etenemisestä
QI	laatuindeksi – kalanäyteriippuvainen pisteraja, jonka kalanäyte saa, kun pisteet lasketaan yhteen
Arvioitava kohta	arvioitavana oleva kalan kohta esim. silmät tai kidukset
Sanallinen kuvaus	kukin ominaisuus on selitetty sanallisesti
Mallikuva	ominaisuuksien tyypilliset muutokset esitetään mallikuvoin

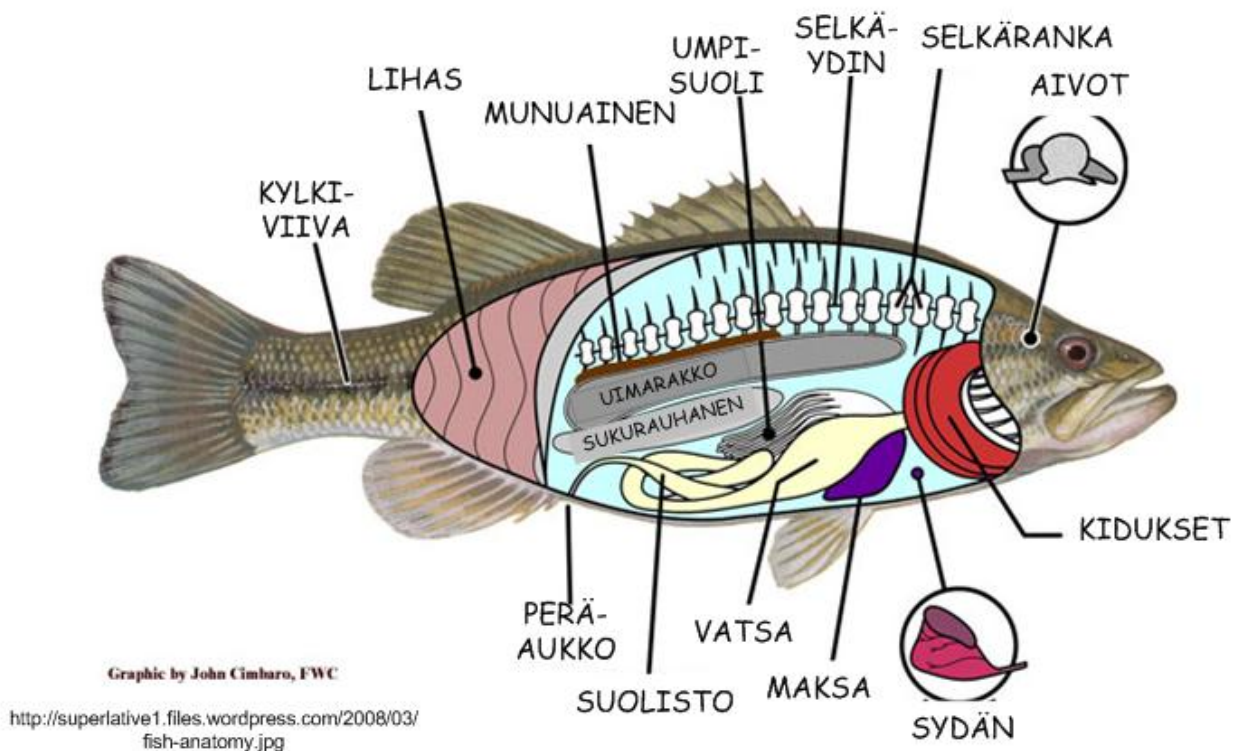
QIM on luotu jo yli 28 kalalajille, kuten turskalle, Atlantin makrillille, Euroopan sardiinille, anturalle ja lohelle. QIM on saatavissa yli yhdellätoista Euroopan kielellä, kuten englanniksi, saksaksi, islanniksi, italiaksi, portugaliksi, kreikaksi, norjaksi, espanjaksi ja ranskaksi.

Työn tavoitteena oli tutustua kirjallisuuskatsauksessa suomalaiseen kalaan, kalan kasvatukseen, kalastustuotteiden mahdollisiin vaaroihin, kalastustuotteiden pilaantumiseen vaikuttaviin tekijöihin ja kalan tuoreuden arviointimenetelmiin. Kokeellisen tutkimuksen tavoitteena oli luoda QIM-luonnos meressä kasvatetulle siialle ja käyttää tukena Eviran menetelmää Evira 8001, kypsän kalan kauppakelpoisuuden määrittäminen ja aistinvaraisen arvioinnin profiilimenetelmää (niin kypsälle kuin raa'allekin siialle) ja mitata pH-arvojen muutoksia ja arvioida mikrobiologisella menetelmällä: Evira 3420/1 Mikrobin lukumäärän määrittäminen. Pesäkelaskentatekniikka meressä kasvatetun siian pilaantumisen aiheuttamia muutoksia mikrobimäärissä siian käyttöaikana.

## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 Kala

Maaselkäränkaisiin verrattuna kaloilla on pitkä kehityshistoria, sillä ensimmäiset alkeelliset kalat elivät jo noin 500 miljoonaa vuotta sitten. Kalan perusmuodoksi mielletään pystysuuntainen, sivuiltaan litistynyt, pienen vedenvastuksen omaava sukula. Kalan evät muodostuvat viuhkamaisista eväruodoista ja eväkalvosta. Kalan rakenne on esitetty kuvassa 1. Ruodot (kuva 2) ovat kiinnittyneet tikarimaisiin evätukiin, jotka tukeutuvat lihakseen, mutta eivät kiinteästi. Pään, vartalon ja pyrstön välillä ei ole selvää rajaa, kuten kaulaa. Kalan selkänikamat ovat reunoiltaan kiinni toisissaan, joten selkäranka ei ole kovin taipuisa. Kylkiluut päättyvät vatsapuolella ilman kiinnittymiskohtaa, koska kaloilla ei ole rintalastaa. Kylkilihäs ulottuu kidusten takaa pyrstön tyveen ja on tärkein liikuntalihas. Se koostuu peräkkäisistä poimuista, poikittaissuuntaisista lihasjaokkeista, joiden välissä on ohut kalvo. Kylkilihaksen jakaa selkä- ja vasanpuoleiseksi keskellä kylkeä oleva vaakasuora kalvo (Nyberg 2006).



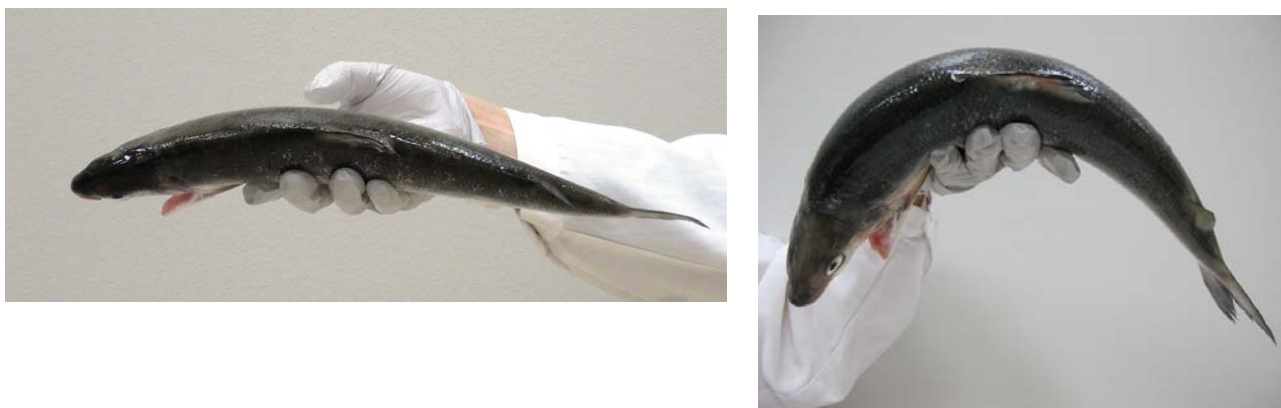
**Kuva 1.** Kalan rakenne

Kalan lihaksen lihassolut sisältävät suurimmaksi osaksi proteiineja, jotka voidaan jakaa vesiliukoisiin proteiineihin, sidosproteiineihin ja kollageeniin. Lihaksen lihassolut rikkoutuvat kuoleman jälkeen entsyymaattisen toiminnan ansiosta ja rakenne pehmenee (Nielsen ym. 2007). Vesiliukoiset proteiinit kalan lihassa sisältävät suurimman osan kalan lihan entsyymeistä ja noin 22 % kokonaisproteiinista (John 1999).



**Kuva 2.** Avatun siian vatsa (kuva: Anu Järvelä)

Kalan lihaksessa kokonaisvesimäärästä on 90 % solun sisäistä vettä ja 10 % solun ulkoista vettä. Vedensidontakykyyn vaikuttaa lihaksen rakenne ja erityisesti liukenemattomat lihasäikeiden proteiinit (Airaksinen 2007). Kalan ihon lima eristää ihon vedestä ja vaikeuttaa taudinaiheuttajien pääsyä kalaan. Limainen pinta vähentää veden vastusta. Nahan alla kyljissä on ohut kerros tummaa lihasta, jota kala käyttää kiireettömään uiskenteluun; vaalean lihaksiston voimia kala käyttää vasta paetessaan tai hyökätessään saaliin kimppuun. Kalan ponnistellessa lihaksillaan ponnistus tuottaa vaaleasta lihaksesta elimistöön maitohappoa, mikä nopeuttaa kalan kuolonkankeuden laukeamista (kuva 3) ja edistää lihan pilaantumista. Pitkäaikainen rimpuilu esimerkiksi verkossa saattaa johtaa kalan maitohappomyrkytykseen ja kuolemaan (Nyberg 2006).



**Kuva 3.** Vasemmanpuoleisessa kuvassa siika on vielä kuolonkankeustilassa, ja oikeanpuoleisessa kuvassa kuolonkankeus on jo lauennut (kuvat: Anu Järvelä)

Kalojen uudessa niiden ruumiinlämpötila on vain n. 0,5–1,0 °C veden lämpötilaa korkeampi. Kullakin kalalajilla on lämpötila-alue, jossa se viihtyy parhaiten. Kasvuympäristön veden lämpötila vaikuttaa myöhemmin kalan säilyvyyteen ja aistinvaraisesti havaittavien muutosten ilmenemisen nopeuteen (Robinson ym. 2000). Kalojen ruumiinlämpötila vaihtelee ympäristön lämpötilan mukaan, näin ollen veden lämpötila ja pyydystysalue vaikuttavat siihen, minkälainen kalan mikrobifloora on (Leisner ym. 2000).

Suuri osa Suomen kaloista on samannäköisiä ympäri vuoden riippumatta kutuajasta. Usein koiraiden ulkonäkö muuttuu naaraita enemmän. Suomen vesissä kalojen kutuajat ja lisääntymislämpötilat vaihtelevat lajeittain. Made kutee jo tammi–maaliskuussa 1–2 °C:ssa, kun taas siika kutee vasta syys–joulukuussa 5–7 °C:ssa (Lehtonen 2003).

Luonnostaan happamat Suomen vedet ovat ihmisen toiminnan myötä happamoituneet edelleen, kun ilmaan joutuneet rikkiyhdisteet sadeveden mukana lisäävät veden happamuutta. Sulamis- ja sadevesien mukana kulkeutuu veteen rikkiyhdisteitä. Veden happamoituminen tarkoittaa vetyionipitoisuuden kasvua. Kalojen kidusten (kuva 4) kuljetusmekanismi ei pysty erottamaan natrium- ja vetyioneja, joten kiduksiin kulkeutuu yhä enemmän vetyioneja natriumin asemasta. Tästä seuraa natriumin puute, ja mineraalien aineenvaihdunnan tasapaino horjuu. Siian elinympäristön alin pH:n sietoraja on 4,5–5,0, kun taas kirjolohen on 6,0–6,5 ja hauen 4,0–4,5 (Lehtonen 2003). Siika ei pysty lisääntymään happamassa vedessä (Koli 1991).



**Kuva 4.** Kalan kidus tarkastellaan nostamalla kiduskantta (kuva: Anu Järvelä)

Kalat saavat tarvitsemansa hapen veteen liuenneesta hapesta (Lehtonen 2003). Kiduskan-  
net koostuvat rustoisista kiduskaarista, joihin kiduslehdet, kiduslehdykät ja siivilähampaat  
kiinnittyvät (leualliset kalat). Kiduskalvo on kiduskannen jatkona, ja sen kansisäteeksi sa-  
notaan miekkamaisia luita, jotka tukevat kansikalvoa. Kiduskansi ja kansikalvo säteineen  
peittävät kidukset kokonaan. Kala ottaa vettä suuhunsa, sulkee sen ja supistaa suuontelo-  
aan, jolloin vesi työntyy ulos kiduskansien raoista (kidusontelon aukko = kansikalvon reu-  
naman rako) – kala hengittää (Nyberg 2006).

## 2.2 Kotimainen kala

Ilmasto on Suomessa ankara. Ankara ilmasto vaikuttaa siihen, että Suomen kalasto on var-  
sin vaatimaton lajien määrältään. Suomen vesissä on kaiken kaikkiaan tavattu noin sata  
kalalajia, kun taas maailmalla on tunnettuja kalalajeja lähes 25 000. Siikoja (*Coregonus*  
*laveretus*) tavataan puhtaissa, viileissä ja happipitoisissa järvissä, virtavesissä ja meren  
rannikoilla pohjoisella pallonpuoliskolla. Tyypillinen siikavesi on sora-, hiekka- tai mo-  
reenipohjainen järvi tai joki. Merien siikakannat rajoittuvat lähelle jokisuita, vähäsuolai-  
seen veteen (Lehtonen 2003).

Siialla (kuva 5) on monia nimiä (pohjasiika, tuppisiika, muokas, lehtisiika, räöpys, plank-  
tonsiika, järvisiika, reeska, riika, vaellussiika ja karisiika), sillä se on hyvin monimuotoi-  
nen. Siika on yleisväriltään hopeanharmaa, sen selkä on tumma ja vatsa kirkkaanvalkoinen.  
Evät ovat tummanharmaita. Pieni rasvaevä selän takaosassa osoittaa, että kyseessä on lohi-  
kala. Siian pää on pieni ja ruumiinmuoto vapaan veden kaloille tyypillinen sukkula. Siian  
suu on hampaaton ja pieni, yläleuka on alaleukaa pidempi. Siika syö vuoden tai parin iästä  
lähtien katkoja, kotiloita ja simpukoita sekä surviaissääskien ja muiden hyönteisten touk-

Siika on menestyksekkäs ravintokilpailijana muiden lajien kanssa – siika voittaa nieriän ja ahvenen mutta häviää muikulle. Syvän muikkukadon aikana siika runsastuu, mutta muikkukantojen elvyttyä siikakannat jälleen heikentyvät. Järvissä siikojen vaellukset jäävät lyhyemmiksi kuin merialueilla (Lehtonen 2003). Perämeren joissa kutevat siiat voivat vaelttaa Ahvenanmaalle asti, jolloin matkaa kertyy yli 1000 km edestakaisin. Siikojen kasvu määräytyy sekä ympäristön että siikakannan mukaan. Siika painaa yleensä 0,3–1,5 kg, ja sen pituus vaihtelee 30–35 cm:n välillä (Koli 1991).



**Kuva 5.** Siika (kuva: Anu Järvelä)

### 2.3 Kalan ravitsemuksellinen laatu

Kalan liha sisältää vettä (n. 75 %), proteiinia (n. 9 %) ja mineraaleja (kaliumia, natriumia, kalsiumia, magnesiumia, rautaa, kuparia, mangaania, sinkkiä ja kobolttia sekä epämetalleja kuten fosforia, rikkiä, klooria ja jodia). Kalan rasvaprocentti vaihtelee vuodenajan ja lajin mukaan. Huonoissa oloissa kalan lihassa saattaa olla 80 % vettä ja vain 3 % proteiinia. Kala sisältää myös melkein kaikkia ihmiselle tärkeimpiä vitamiineja, kuten A-, D-, B1-, B2- ja B12-vitamiineja (Robinson ym. 2000). Siian ja muutaman muun lohikalan ravitsemukselliset tiedot on koottu taulukkoon 2. MMM-tiedotteen (1998) mukaan suomalaisten tulisi jatkossakin syödä kotimaista kalaa, joka on terveellistä ravintoa ja tarjoaa toimeentulon kalastajille ja kalankasvattajille.

**Taulukko 2.** Muikun, siian, lohen ja kirjolohen ravitsemukselliset tiedot (Fineli)

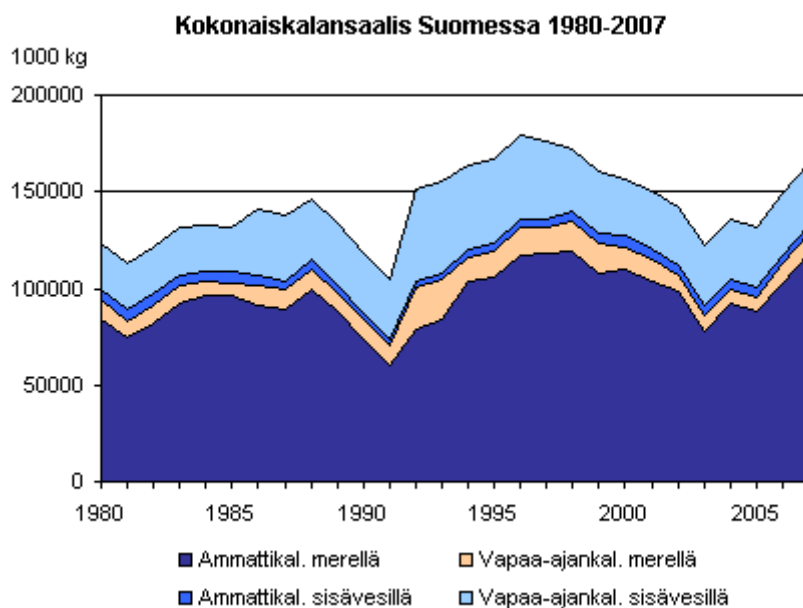
	Kalalaji				keskiarvo
	Lohi	Muikku	Kirjolohi	Siika	
(kJ)	531	450	450	420	<b>463</b>
kcal	127	108	107	100	<b>111</b>
rasva (g)	8,8	3,4	7,2	3,4	<b>5,7</b>
proteiini (g)	12,1	19,1	10,9	17,2	<b>14,8</b>
rasvahapot yhteensä (g)	3,7	2,4	5,7	3,4	<b>3,8</b>
suola (mg)	71,2	142,7	86,1	124,8	<b>106,2</b>
kalium (mg)	253,5	330	273	380	<b>309,1</b>
magnesium (mg)	16,3	25	16,3	30	<b>21,9</b>
kalsium (mg)	10,4	192	84,5	60	<b>86,7</b>



fosfori (mg)	156	290	169	290	<b>226,3</b>
jodi (µg)	42,3	25	16,3	20	<b>25,9</b>
seleeni (µg)	16,9	22	8,8	37	<b>21,2</b>
tryptofaani (mg)	156	250	149,5	250	<b>201,4</b>
A-vitamiini (µg)	3,1	94,7	12,3	11,1	<b>30,3</b>
D-vitamiini (µg)	5,2	13	5,1	22,1	<b>11,4</b>
E-vitamiini (mg)	1,5	1,6	1,1	2,7	<b>1,7</b>

## 2.4 Kalastuselinkeinoon tulevaisuus Suomessa

Vuonna 2007 Suomessa saatiin 164 miljoonaa kiloa kalansaalista ja kasvatettua ruokakalaa 13 miljoonaa kiloa. Kotimainen **kalastustuotteiden** kulutus on lisääntynyt ja kansainvälinen kauppa on vilkastunut. Siikaa jalostettiin vuonna 2007 Suomessa 2,2 miljoonaa kiloa, josta kolmannes oli ulkomaista (RKTL [1]). Saarni (2008) mukaan 1990-luvun puolestavälistä alkaen tuontikalalan osuus on ollut kotimaisen kalan käyttöön verrattuna suurempaa. Tuontikalasta noin puolet on tuoretta kalaa ja n. 30 % on kalavalmisteita ja -säilykkeitä ja loput n. 15 % on pakasteita. Kokonaiskalansaalis Suomessa vuosina 1980–2007 on esitetty kuvassa 6. Kuvasta nähdään, että kokonaiskalansaalis Suomessa on jälleen nousussa.



**Kuva 6.** Kokonaiskalansaalis Suomessa 1980–2007, RKTL [1]

Siika on arvostettu vaalealihainen ruokakala. Maamme vesistä on kahden viimeisen vuosikymmenen aikana nostettu siikaa 4–6 miljoonaa kiloa vuosittain. Siikasaalis vuonna 2007 oli 658 tonnia, mikä oli pienin saalis vuodesta 1980 alkaen. Suomessa siika on istutetuin kala. Ammattimaisen kalastuksen siikasaaliin lasku Suomen merialueilta on jatkunut vuoden 1990-luvun lopulta alkaen. Merialueelta ja sisävesistä saatiin melko tasaisesti saman verran saalista. Siikaa pyydetään yleensä verkolla (Lehtonen 2003; RKTL [2]).

Vuonna 2006 siian kokonaistarjonta (myynti) oli noin 2500 tonnia. Runsas kolmannes tästä oli tuotua, kolmannes oli kalastettua ja vajaa kolmannes oli Suomessa kasvatettua siikaa. Kalastetun siian tarjonta on vähentynyt, mutta kasvatuksen yleistymisen myötä siian kokonaistarjonta on kääntynyt kasvuun. Kasvatettu kala on kalastettua kookkaampaa ja kalliimpaa. Arvokkaita kalatuotteita, kuten graavattua ja kylmäsavustettua siikaa, tehdään pääosin kasvatetusta siiaista. Kasvatuksen ansiosta kalanjalostajat ovat saaneet aiempaa tasaisemmin ympäri vuoden kotimaista valkolihaista kalaraaka-ainetta (ei vain lohta), josta on voitu valmistaa sopivia tuotteita. Kasvatetun siian tasainen saatavuus tulee jatkossa monipuolistamaan tarjontaa ja tasaa näin kotimaisen siian kokonaistarjontaa (Setälä 2008).

### Vesiviljelyn (= kalan kasvatuksen) mahdollisuudet

Suomessa on luontaiset edellytykset vesiviljelylle, kalankasvatustuotanto kasvaa ja keskittyy vesiviljelyyn sopiviin alueisiin (Setälä ym. 2009). Vuonna 2008 Suomessa kasvatettiin yhteensä noin 13,4 miljoonaa kiloa ruokakalaa. Kokonaistuotanto oli lähes sama kuin edellisvuonna. Ruokakalaksi kasvatetusta kalasta kirjolohta oli 12,6 miljoonaa ja siikaa 0,7 miljoonaa kiloa (RKTL [3]).

Kalanjalostajat toivovat, että kasvatettu siika muistuttaisi muodoltaan kalastettua siikaa. Kun siika fileoidaan, ulkonäön merkitys vähenee. Fileoitavan siikaraaka-aineen on oltava rakenteeltaan kiinteää, ja fileiden halkeilu ei ole toivottavaa. Myös saannon (kalasta saadaan mahdollisimman hyvin fileoitua kalanlihaa) on oltava korkea. Vaikka pienellekin siialle on vielä ainakin alueellista kysyntää, pääsääntöisesti siian kokoa voitaisiin vielä suurentaa. Iso siika sopii erityisesti kylmäsavustukseen ja graavaukseen. Suuri siika ei saa olla kuitenkaan rasvaisempaa kuin pienempi siika (Setälä ym. 2007).

Siika on valkolihaisista kalalajeistamme tärkein kalankasvattajille, kalastajille ja kalanjalostusteollisuudelle. Jotta tarjolla olevista raaka-aineista saataisiin sopivimmat tuotteet markkinoille ja kuluttajille nautittavaksi, tulisi siian laatuominaisuudet tuntea hyvin. Kasvatetun ja kalastetun siian laatuominaisuudet (väri, vedensidontakyky, ulkonäkö, rakenne), koostumus (rasvahappokoostumus sekä rasvan, E-vitamiinin kaltaisten yhdisteiden ja D-vitamiinin pitoisuudet) ja vierasainejäämät vaihtelevat eri vuodenaikoina. Syksyinen kasvatettu siika oli kalastettua kalaa pehmeämpää, ja arveltiin, että tämä voi olla seurausta suuresta kasvukauden aikaisesta kasvunopeudesta (Airaksinen 2005).

Vesiviljelylinkeinoa pyritään kehittämään ympäristöystävälliseksi siten, vesiviljelyssä sovelletaan sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäviä keinoja. Tiettyjen kalalajien, kuten siian,



kasvatus edellyttää tarkempaa valvontaa ja helposti saavutettavia suojaisia kasvatustaikkoja (Setälä ym. 2009). Kalastustuotteisiin käytettävien kalakantojen hoidossa ja käytössä on huolehdittava siitä, ettei kalojen monimuotoisuus, määrä, uusiutumiskyky tai elinvoimaisuus ole vaarassa. Lisäksi kalastuksen tulisi olla tehokkaasti ohjattua ja kalastusmenetelmien sellaisia, jotka vahingoittavat mahdollisimman vähän ympäröivää ekosysteemiä. Kuluttajilla on mahdollisuus valinnoillaan edistää kestävästä kehitystä ostamalla tuotteita, jotka täyttävät kestävästä kehityksen kriteerit. Ympäristö- ja luomumerkinnot pyrkivät opastamaan kuluttajaa (Tuominen 2010).

### Eettisyys

Erityismerkittyjen elintarvikkeiden markkinat ruokaostoksista ovat vielä pienet, Suomessa noin 0,9 %. Eettisiä ja ympäristömerkittyjä luokituksia ovat esimerkiksi maantieteellinen alkuperä (engl. country of origin), yhteiskunnalliset arvot ja ekologiset arvot MSC (engl. Marine Stewardship Council) (Saari 2008; Tuominen 2010).

WWF:n vuosittain julkaisemassa Meren Herkkuja Kuluttajan kalaoppaassa kalalajit edustavat Suomessa tarjolla olevia ruokakaloja, jotka on valittu ympäristöperustein. Ympäristöperusteet, jotka ohjaavat ympäristöystävälliseen kuluttamiseen, on esitetty liikennevaloin: vihreä – paras valinta (kannat elinvoimaisia, pyynti ei aiheuta merkittäviä ympäristöhaittoja), keltainen – mieti (kannat saattavat olla paikoin ylikalastettuja ja heikkoja tai kalastusmenetelmät saattavat olla ympäristölle haitallisia, pyynnin kestävyys saattaa vaihdella alueittain) ja punainen – pyri välttämään (laji on voimakkaasti ylikalastettu tai uhanalainen tai pyyntiin käytetään tuhoisia kalastusmenetelmiä). Sama kalalaji voi saada paikallisen kalakantana, esim. Suomesta pyydettyinä, vihreän luokituksen, mutta muualta maailmasta esimerkiksi punaisen luokituksen. Väriluokitukset perustuvat WWF:n tilaamiin riippumattomiin arviointeihin kalakantojen tämänhetkisestä tilasta (WWF Kuluttajan kalaopas).

## **2.5 Kalatuotteiden mahdollisia vaaroja**

Elintarviketurvallisuusriskillä tarkoitetaan riskejä, jotka saattavat aiheuttaa elintarvikkeen syömisen kautta ihmisen terveydelle haittaa (Tuominen 2010). Kalastustuotteissa ihmisen terveydelle haitalliset bakteerit saattavat olla lähtöisin ihmisestä, käsittely- tai vesiympäristöstä. *Bacillus cereus* -bakteeri voi tuottaa ripuli- ja oksennustoksiinia mutta aiheuttaa harvemmin ruokamyrkytyksiä. Sen esiintymistä voidaan vähentää ja estää kuumennuskäsittelyllä, ristikontaminaatioiden estämisellä ja katkeamattomalla kylmäketjulla. *Campylobac-*

*ter*-suvun bakteerit aiheuttavat ruokamyrkytyksiä lähinnä juomaveden ja siipikarjan lihan välityksellä mutta myös ostereiden ja rapujen välityksellä. *Clostridium botulinum* -bakteerin aiheuttaman botulisimin aiheuttaja on usein kalatuote. Erityisesti tyyppi E. *Clostridium perfringens* -bakteeri on yleinen ympäristössä ja kalatuotteiden valmistuksessa. Sen kasvua voidaan hillitä katkeamattomalla kylmäketjulla ja estämällä ristikontaminaatio. *E. coli* ei ole tyypillinen vedessä tai kalastustuotteissa, mutta huono hygienia, ristikontaminaatio tai likainen vesi voivat siirtää bakteereita myös kalastustuotteisiin. *E. coli* -bakteerin kasvua voidaan estää kylmäketjulla ja suolauksella. *Listeria monocytogenes* -bakteeria tavataan yleisimmin graavisuolatuissa ja kylmäsavustetuissa tyhjiö- tai suojakaasupakatuissa kalastustuotteissa. *Salmonella*-suvun bakteerit esiintyvät ensisijaisesti lihatuotteissa. *Shigella*-suvun bakteerit ovat *E. coli* -bakteerin läheisiä sukulaisia, jotka kykenevät selviytymään sekä hapettomassa että hapellisessa ympäristössä. *Staphylococcus aureus* esiintyy harvoin tuoreessa kalassa suurina pitoisuuksina, sillä se on huono kilpailemaan muiden bakteerien kanssa. *Vibrio parahemolyticus*, *V. vulnificus* ja *V. cholerae* ovat ihmisen terveydelle vaarallisia bakteereita, joita esiintyy lauhkeiden merivesien kaloissa ja äyriäisissä (Tuominen 2010).

Simpukoiden välityksellä voi saada merellisten biotoksiinien aiheuttaman myrkytyksen. Myrkytyksiä kalojen välityksellä voivat aiheuttaa levätoksiini *ciguatera*, biogeeniset amiinit ja mahdollisesti myös sinilevien tuottamat toksiset yhdisteet. Tummalihaisiin kaloihin, kuten tonnikalaan, muodostuu biogeenisiä amiineja, kuten histamiinia mikrobitoiminnan kautta. Kylmäsäilytyksen katkeamattomuus estää mikrobien toimintaa ja ehkäisee myös biogeenisten amiinien syntyä (Korkeala ja Lahti 2007).

Kalastustuotteiden ruokamyrkytyksiä aiheuttavat virukset ovat peräisin ihmisestä tai vedestä puutteellisen hygienian kautta (Tuominen 2010). Virukset tuhoutuvat riittäväällä kuumentamiskäsittelyllä, esimerkiksi kuumentamalla 2 minuuttia 90 °C:ssa (Korkeala ja Lahti 2007). Osa kalastustuotteissa esiintyvistä loisista voi aiheuttaa pääasiassa tuhoja kalakanassa, ja osa loisista heikentää tuotteen kaupallista arvoa mutta myös aiheuttaa ruoan nauttineelle ihmiselle terveydellistä haittaa. Haukimato (*Triaenophorus crassus*) ei tartu ihmisiin, kun taas leveä heisimato eli lapamato (*Diphyllobothrium latum*) tarttuu ihmiseen raa'asta tai huonosti kypsennetystä kalasta. Lohitai (*Lepeophtheirus salmonis*), loiskaihi (*Diplostomum* sp.) ja kalatäi (*Branchiura*) aiheuttavat haittaa lähinnä kalalle itselleen. *Anisakis simplex* on merinisäkkäiden sukkulamato, joka voi tulla raa'an tai huonosti kypsennetyn kalaruoan mukana ja aiheuttaa allergisen reaktion. Myös *Pseudoterranova decipiensis* voi aiheuttaa allergisen reaktion. Siian rakkoloisio (*Henneguya zschokkei*) esiintyy

muikussa ja siiassa. Kalan lihassa voidaan nähdä jopa 2 cm:n pituisia nestemäisiä rakkuloita. Loiset eivät tartu ihmisiin, mutta ne voivat aiheuttaa pahan sivumaun (Tuominen 2010). Monet järvikalat toimivat leveän heisimadon eli *Diphyllbothrium latum* -loisen välisäntänä. Riskikaloja ovat lähinnä ahvenet, hauet, mateet ja kiisket (Korkeala ja Lahti 2007). Eviran julkaisuun 13/2009 on koottu kemiallisia vaaroja, joita kaloista voi aiheutua (taulukko 3).

**Taulukko 3.** Kalan kemialliset vaarat (Eviran julkaisu 13/2009)

Kalasta ravinnon mukana tulevien haitallisten kemikaalien keskimääräinen saanti kalasta		
	<b>µg/henkilö/vrk</b>	<b>%</b>
Kadmium (Cd)	0,5	5
Lyijy (Pb)	3,8	22
Elohopea (Hg)	4,8	70
Arseeni (As)	13,7	50
Dioksiinit (PCDD)		86
Polyklooratut bifenyylit (PCB)		tärkein saantilähde
Polybromatut difenyylietterit (PBDE)		55
Orgaaniset tinayhdisteet		tärkein saantilähde
Perfluoratut alkyylaineet (PFAS)		tärkein saantilähde
Nitraatti		pieniä määriä
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	0,92	3
Furaani		pieniä määriä

Elintarvikkeissa on harvoin niin suuria pitoisuuksia haitallisia kemiallisia yhdisteitä, että ne voisivat aiheuttaa ruokamyrkytyksen. Pitkäaikainen altistuminen joidenkin kemiallisten aineiden pienille pitoisuuksille on voitu yhdistää vakaviin sairauksiin, kuten synnynnäisiin vaurioihin, hermostollisiin vaurioihin ja syöpään. Lähteitä ovat mm. teollisuus- ja ympäristömyrkyt, dioksiinit, polyklooratut bifenyylit (PCB), polybromatut difenyylietterit, raskasmetallit, kuten elohopea, tina ja lyjy, antibiottijäämät ja biogeeniset amiinit (histamiini) ja merelliset biotoksiinit (Tuominen 2010).

Sekä kalastetulla että kasvatetulla siialla dioksiinin ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet jäävät selkeästi alle EU:n vahvistamien enimmäismäärien. Kuitenkin kalastetuissa siiossa dioksiinipitoisuudet ovat korkeammat. Palonestoaineiden pitoisuudet ovat korkeammat kasvatetuissa kaloissa. PCB-yhdisteiden esiintymisessä ei ole voitu osoittaa eroa kalastetulla ja kasvatetulla siialla (Airaksinen 2005).

Elintarvikeviraston julkaisussa ”Kotimaisen järvi- ja merikalan raskasmetallipitoisuudet” ilmeni, että raskasmetallipitoisuudet kaikissa tutkituissa kaloissa olivat vähäisiä ja selvästi EU:n raja-arvoja pienempiä. Järvikalojen arseenipitoisuudet olivat tutkimuksen perusteella erittäin pieniä verrattuna merialueen kaloihin (Venäläinen ym. 2004).

Radioaktiivisuus ja vierasesineet ovat lähinnä fysikaalisia riskejä kalastustuotteissa. Radioaktiivisia aineita voi esiintyä petokaloissa, sillä radioaktiiviset aineet rikastuvat ravintoketjussa (Tuominen 2010).

Kalan ihossa, herakalvoilla ja lihaksissa saattaa esiintyä sairauden merkkejä. Osa lievästi sairaista kaloista, joissa ei ole näkyviä oireita eikä muutoksia, joutuu kuitenkin elintarvikkeeksi. Vasta varoajan jälkeen voidaan käyttää elintarvikkeeksi niitä kaloja, joita on hoidettu antibiootein. Varo aika on 50 vuorokautta, jos kala elää 10-celsiusasteisessa vedessä (Korkeala ja Lahti 2007).

## **2.6 Kalan pilaantumiseen vaikuttavat tekijät**

Pilaantuminen voidaan jakaa mikrobiologisiin, fysikaalisiin ja kemiallisiin muutoksiin (Leisner ym. 2000, Duran ym. 2008). Pilaantuminen aiheuttaa aistinvaraisia muutoksia elintarvikkeessa, kunnes elintarvikkeet tulevat käyttökelvottomiksi (Leisner ym. 2000). Kala menettää vähitellen pilaantumisen edetessä tuoreelle kalalle ominaiset piirteet. Lihasten kimmoisuus vähenee, ja raikas tuoksu ja kirkkaat värit häviävät. Samalla kun kalassa epämiellyttävät virrehajut muodostuvat, kalan pintalima muuttuu kokkareiseksi ja sameaksi (Kuuppo 2003). Pilaantumismuutokset tapahtuvat bakteerien aineenvaihdunnan ja kalan kudosten oman entsyymitoiminnan kautta. Aistittavat pilaantumismuutokset eivät kuitenkaan suoraan kerro tuotteen bakteerimäärästä tai sen patogeenisten bakteerien määrästä (Korkeala ja Lahti 2007).

Autolyttiset pilaantumismuutokset tapahtuvat usein ensin, ne syntyvät, kun ATP-yhdisteet hajoavat ja hajoamistuotteet toimivat mikrobien ravinteena. Entsyymaattisen hydrolyysin ja rasvojen kemiallisen hapettumisen myötä kalaan muodostuu vieraita hajuja ja makuja. Rasvoja hydrolysoivat niin kalan suoliston ja kudosten omat entsyymit kuin mikrobitkin. Myös pakastetussa kalassa tapahtuu entsyymaattista hydrolyysia, mutta mikrobien aiheuttama hydrolyysi hidastuu kylmässä (Korkeala ja Lahti 2007). Kalan ruoansulatuselimistössä on entsyymejä, jotka pystyvät pilaamaan koko kalan lihan nopeasti kuoleman jälkeenä (Robinson ym. 2000). Kokonaisuudessa, avaamattomassa kalassa entsyymit vaikuttavat pilaantumiseen ja lihan värin muuttuminen ruskeaksi.. Tämä on tyypillisintä rasvaisilla kaloilla, kuten silakalla ja makrillilla (Leisner ym. 2000).

Heti kuoleman jälkeen entsyymitoiminta alkaa pilata kalatuotetta. Kalan liha on melko steriili 3–4 päivää, jos se säilytetään 0 °C:ssa ja jos alkutuotanto tapahtuu oikein. Pilaan-

tumisprosessi on erilainen kokonaisuudelle ja avatulle kalalle (kala verestetty ja perattu). Prosessoitujen kalastustuotteiden pilaantumiseen vaikuttaa käsittely (Robinson ym. 2000).

### **2.6.1 Kalastustuotteiden valmistushygienia**

Kalastustuotteiden valmistuksen hygieniaa käsittelevät säädökset ovat yleinen elintarvikehygienia-asetus 852/2004/EY, eläimistä saatavia elintarvikkeita koskevat erityiset hygieniasäädökset 853/2004/EY, eläimistä saatavien elintarvikkeiden valvonta-asetus 854/2004/EY, mikrobikriteeriasetus 2073/2005/EY, kansallinen laitosasetus 37/2006, kansallinen alkutuotantoasetus 134/2006 ja kansallinen asetus elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta 28/2009.

Kalatuotteiden turvallinen myynti- ja säilyvyysaika perustuu mataliin säilytyslämpötiloihin ja hyvään valmistushygieniaan. Laitosasetuksessa on annettu kalastustuotteiden säilytyslämpötilaksi 0–3 °C. EU:n mikrobikriteeriasetuksesta 2073/2005 löytyy mikrobiologiset raja-arvot kalastustuotteille. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) on vuonna 1986 suositellut tuoreelle kalalle kokonaismikrobin raja-arvoiksi seuraavaa asteikkoa: hyvä <500 000 ja huono >10 milj. pmy ja *E. coli* -bakteerille hyvä <11 ja huono >500 pmy. Lisätutkimuksina voidaan määrittää *S. aureus* -bakteerin ja *Salmonella*-suvun bakteerien pitoisuudet näytteestä. Kuitenkaan raan kalan mikrobiologisia raja-arvoja ei anneta lainsäädännössä, vaan eri laboratoriot käyttävät valitsemiaan raja-arvoja.

### **2.6.2 Alkutuotannon vaikutus säilyvyyteen**

Pyyntimenetelmä ja säilytysaika vaikuttavat kalan laadullisiin muutoksiin. On havaittu, että mitä pidemmän aikaa kala on pyydyksessä, sitä heikkolaatuisempi se on. Verkolla pyydetyn kalan stressitekijät ovat suuremmat kuin siimalla pyydetyn (Esaiassen ym. 2004). Kalaraaka-aineen laatuun vaikuttavat myös pyydystysalue, vuodenaika, kalan ikä, aika pyynnistä prosessointiin, loiset (vaikuttavat saantoon), pyyntialuksen kunto ja tuotantoolosuhteet (Margeirsson ym. 2007). Ajatellen kalaraaka-aineen laatua ja kaupallisia tekijöitä ei ole aina yksiselitteistä, kuinka tulisi toimia tilanteessa, jossa tulee valita saaliin määrän ja laadun väliltä. Jos saaliin määrää saisi kasvatettua merelläoloaikaa pidentämällä kuitenkin saaliin laadun kärsiessä, voi päätöstä olla välillä vaikea tehdä raaka-aineen laatua ja kannattavuutta ajatellen (Margeirsson ym. 2007).

Pitkäaikainen stressi aiheuttaa kalaan tumman, sitkeän ja kuivan lihan (glykogeenivarastojen vähyys, korkea pH) ja lyhytaikainen stressi aiheuttaa vaalean, löysän ja vetisen lihan

(nopea *rigor mortis* ja pieni vedensidontakyky) (Airaksinen 2007). Pilaantuminen etenee sitä nopeammin, mitä pidempään kala joutuu pyynnin jälkeen tainnutusta ja verestystä odottamaan. Kalaan jäänyt veri nopeuttaa pilaantumisprosessia (Roth ym. 2009).

Säilyvyyteen vaikuttavat myös olosuhteet ennen verestystä, verestettäessä ja verestyksen jälkeen sekä käsittelytapa ja tuotantomenetelmä (Duran ym. 2008). Satamaan saapuessa kalat siirretään usein vielä toisiin laatikoihin, ja näistä laatikoista tulee uusia kontaminaatioita (Robinson ym. 2000).

Roth ym. (2009) käsittelevät tutkimuksessaan, kuinka alkutuotannolla voidaan vaikuttaa lopputuotteen laatuun ja voiko hyvillä tuotantotavoilla myöhemmin korjata huonosti alkutuotetun kalaraaka-aineen laatua. Tutkimuksessa havaittiin, että pilaantuminen eteni sitä nopeammin, mitä pidempään kala odotti tainnutusta ja verestystä (Roth ym. 2009).

Kalan hyvä laatu on riippuvainen monista tekijöistä, kuten hyvistä tuotantotavoista, hyvistä hygieniakäytännöistä, oikeasta pakkausmateriaalin valinnasta, pakkauslaitteistosta ja ympäristön lämpötiloista (Özogul ja Özogul 2004). Pyynnin jälkeen mikrobifloora muuttuu kontaminaatioiden ja prosessoinnin kautta (Leisner ym. 2000). Kun kala nostetaan pyyntialuksen kannelle, se tainnutetaan ja verestetään, jolloin tapahtuu kontaminaatio välineistä ja aluksesta. Tällöin kalaan tulee paljon vieraita mikro-organismeja ympäristöstä (Roth ym. 2009).

Aistinvaraisella arvioinnilla on voitu osoittaa, että kalan teurastuksen aiheuttamat haitat ovat suuremmat ilman jäävesimenetelmää. Teurastus voidaan suorittaa monin eri tavoin, ja eri tavat voivat aiheuttaa stressiä eri tavalla (Özogul ja Özogul 2004). Tainnutusmenetelmänä voi olla mekaaninen isku, sähkö tai tukehduuttaminen (Roth ym. 2009). Tärkeintä on suorittaa teurastus mahdollisimman hygieenisesti. Myös kalan fyysinen aktiivisuus ennen teurastusta vaikuttaa kalan laatuun. Stressaantuneella kalalla on yleensä voimakkaampi kuolonkankeus eli *rigor mortis* ja pehmeämpi lihan rakenne. Käsittely kuolonkankeuden aikana voi aiheuttaa huonomman laadun ja saannon. ATP:n metaboloituessa muodostuu kuoleman jälkeinen inosiinimonofosfaattia (IMP), joka aiheuttaa virrehajua. Stressaantuneen kalan hypoksantiini (Hx) on korkeampi kuin stressaantumattoman kalan (Özogul ja Özogul 2004).

Pesuun käytetty vesi, pakkausmateriaali ja jään laatu vaikuttavat tuotannosta johtuvien kontaminaatioiden määrään (Robinson ym. 2000). Tuotannon hygieenisyyteen voidaan

vaikuttaa käytetyn veden, laitteiden, käsien, veitsien ja muiden kontaktipintojen hyvällä puhtaudeella ja desinfioinnilla (Robinson ym. 2000).

Pilaantumisen hidastamiseksi kylmäsäilytyksestä ja puhtaudesta tulee huolehtia koko käsittelyn ajan. Kala tulee jäättää heti ja jäähdyttää sulavan jään lämpötilaan (0–3 °C). Sulamisvesi ei saa joutua kosketuksiin kalan kanssa. Kalan jäätymistä tulee myös välttää (Korkeala ja Lahti 2007). Varastointi oikeissa olosuhteissa säilyttää tuotteen laadun pidempään ja hidastaa pilaantumista (Özogul ja Özogul 2004). Mikrobitoimintaa tuoreessa kalassa ei pystytä täysin lopettamaan, mutta sitä voidaan selvästi hidastaa tehokkaalla jäähdytyksellä (Kuuppo 2003). Pro Kala ry:n Laatu-kalaa-projektissa todettiin, että osasyynä verestämisen ja jäättämisen puuttumiseen on usein sopivien tilojen puute vaan se, että niitä ei koeta aina tarpeellisiksi. Ongelmaksi koetaan erityisesti se, ettei kalastajille haluta maksaa kalan laadun parantamisesta (Marjamäki 2003).

Tuotannon aikana kalatuotteet kontaminoituvat työntekijöistä peräisin olevista mikrobeista ja gram-positiiviset bakteerit lisääntyvät. Kypsennetyissä tuotteissa on yleensä vähemmän mikrobeja kuin raaoissa tuotteissa. Kypsentäminen ei tuhoa kaikkia mikrobeja, mutta se vähentää niiden määrää. Pakastuksen vaikutusta bakteereihin on vaikea ennustaa. Yleensä pakastuksessa bakteerit pysyvät hengissä mutta eivät lisäänty (Robinson ym. 2000).

Pyyntiveden puhtaus vaikuttaa siihen, minkälaisia mikrobeja kalassa esiintyy (Leisner ym. 2000). Samalta alueelta samanaikaisesti pyydytyt kalalajit sisältävät usein samoja mikrobeja. Eri ympäristöstä, eri vesialueelta samanaikaisesti pyydytyt samat lajit sisältävät eri mikrobeja (Robinson ym. 2000). Pääsääntöisesti pilaajabakteerit ovat samoja kaikissa kaloissa, vaikka kylmien ja lämpimien vesien kaloilla on erilainen normaalimikrobisto (Korkeala ja Lahti 2007).

Suolaisessa ja makeassa vedessä on erilainen mikrobisto, aivan kuten lämpimässä ja kylmässä vedessä. Kylmissä vesissä elävien kalojen mikrobit koostuvat lähinnä gram-negatiivisista psykrotrofeista. Viljeltyjen kalojen mikrobit ovat samanlaisia kuin vastaavissa oloissa elävien luonnonvaraisten kalojen. Kuitenkin viljellyt kalat kasvavat usein rannikolla, jolloin veden mikrobistoon heijastuu asutuksen vaikutus. Ei-vesiperäisiä bakteereja tavataan useammin viljellyissä kaloissa. Viljellyillä kaloilla on myös ongelmana erilaiset sairaudet. Sairauksien lääkintä voi aiheuttaa lääkejäämiä ja resistenttien bakteerikantojen muodostumista (Korkeala ja Lahti 2007). Kalatiheydet ovat kalanviljelylaitoksilla suuria, joten edellytykset epidemioiden synnylle ovat hyvät. Viljelykäytännöt vaativat kalojen siirtämistä kasvatuspaikasta toiseen. Samalla siirretään kalatautien aiheuttajia kuljetusväli-

neiden tai kantajakalojen mukana. Suomen kalatautilanne on hyvä muuhun maailmaan verrattuna, mutta suuntaus on viime vuosina ollut huolestuttava – on ilmaantunut uusia tauteja ja entisetkin ovat edelleen levinneet (Viljamaa-Dirks 2003).

### 2.6.3 Pilaantumisen vaiheet

Kalan pilaantumisvaiheet luokitellaan yleensä näin: tuoreella kalalla on tuoreen kalan aromi, joka pilaantumisen alkaessa muuttuu neutraaliksi, eli kala menettää lajille tyypillisen hajun ja maun, kolmantena vaiheena tulee merkkejä pilaantumisen alkamisesta (IMP hajoaa, autolyttiset entsyymit hajottavat ATP-nukleotideja, hajoamistuotteet ovat bakteerien käytettävissä) ja neljäntenä vaiheena havaitaan, maun ja hajun muuttuminen pilaantuneiksi, (rikkivedyn ja mätänemisen aromit) tulevat esiin. Kalan lihan pH on yleensä suurempi kuin 6. Kalassa on runsaasti trimetyyliamiinioksidgeja (TMAO), vapaita aminohappoja ja nukleotideja.

Kalan lihas pystyy tehokkaasti vastustamaan pilaantumisreaktioita kuolinjäykkyystilan aikana, koska lihas on lievästi hapan, mikä heikentää mikrobien toimintaa. Heti kuolinjäykkyystilan jälkeen alkaa autolyysi ja mikrobitoiminta, jotka aiheuttavat kalan laadun heikkenemisen (Kuuppo 2003). Kuolonkankeus aikaistuu, jos kala on stressaantunut ennen teurastusta tai teurastuslämpötila on korkea - tällöin kalan lihaksen energiavarastot kuluvat nopeasti loppuun. Aikaistunut kuolinjäykkyys heikentää kalan säilyvyyttä, inosiini ja Hx aiheuttavat pilaantunutta makua. Voimakas kuolonjäykkyys vaikeuttaa kalan käsittelyä, heikentää saantoa ja pehmentää rakennetta – ulkonäkö huononee ja vedensidontakyky heikkenee (Airaksinen 2007). Kalan mikrobiologinen tila heijastuu mm. sen säilyvyyteen kylmäsäilytyksen aikana (Duran ym. 2008).

Mikrobien kasvu ja  $a_w$  ovat kalan pääpilaajia ja aiheuttavat virrehajua ja -flavoria (Leisner ym. 2000). Usein kalan liha terveellä, juuri pyydetyllä kalalla on lähes steriili, mutta ulommat ja sisemmät kalan elimet (iho, kidukset ja sisäelimet) sisältävät paljon bakteereja (Leisner ym. 2000). Ihossa on arviolta n.  $10^2$ – $10^7$  pmy/g (pesäkkeitä muodostavia yksikköjä grammassa) ja kiduksissa  $10^3$ – $10^9$  pmy/g mikrobeja. Tuoreet kalastustuotteet sisältävät yleensä bakteereja  $10^3$ – $10^5$  pmy/g, kuitenkin myös pienemmät ja suuremmat määrät ovat mahdollisia (Robinson ym. 2000).

Bakteerien kasvu kiduksissa on nopeaa, kun immuunipuolustus heikkenee. Suolistomikrobit pääsevät entsyymaattisen hajoamisen vuoksi kosketuksiin lihasten kanssa, jos suolistoa ei poisteta nopeasti. Kalan käsittely, esimerkiksi fileointi ja perkaus, levittää mikrobeja



kalan lihakseen (Korkeala ja Lahti 2007). Kalan iho voi vaurioitua pyynnin yhteydessä, mikä helpottaa mikrobien pääsyä lihakseen (Korkeala ja Lahti 2007).

Pilaantumismuutoksia eri kalalajeissa aiheuttavat eri bakteerit. Bakteereita, jotka aiheuttavat suurimman osan jonkin kalatuotteen pilaantumismuutoksista, kutsutaan elintarvikkeelle tai tuotteelle ominaisiksi pilaajaorganismeiksi. Näitä mikrobeja on usein vain pieni osa kalatuotteen mikrobeista (Korkeala ja Lahti 2007). Kalan bakteerit ovat pääosin psykrofiilisiä; kasvavat 0–30 °C:n välillä. Jotkut bakteerit voivat kasvaa vielä jopa 7,5°C:ssa (Robinson ym. 2000).

Tyypillisimpiä pilaajabakteereita tuoreella jäätetyllä kalalla ovat itiöttömät gram-negatiiviset bakteerit, kuten *Shewanella putrefaciens* ja *Pseudomonas* spp., ja gram-negatiiviset bakteerit, kuten *Pseudomonas*, *Psychrobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium* (Leisner ym. 2000, Korkeala ja Lahti 2007, Robinson ym. 2000). Gram-negatiiviset bakteerit ovat vallitsevia bakteereja muutaman ensimmäisen päivän ajan jäissä säilytettäessä, mutta jos kalaa säilytetään korkeissa lämpötiloissa, myös muita bakteereja esiintyy (Robinson ym. 2000).

Muutamia gram-positiivisia bakteereja voi esiintyä, kuten *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Moraxella* ja *Aeromonas* (Leisner ym. 2000, Korkeala ja Lahti 2007, Robinson ym. 2000). Lisäksi merikalossa tavataan *Photobacterium phosphoreum* -bakteeria, jonka kasvu vaatii suolaa. Suolaisissa ja makeissa luonnonvesissä *Aeromonas*-bakteerit ovat yleisiä kaloissa, mutta ne tuhoutuvat kuumentamalla (Korkeala ja Lahti 2007). Tyypin E *Clostridium botulinum* on vesistöissä yleinen, eikä tuhoudu kalasta tavallisessa käsittelyssä. Mahdollinen patogeeni kaloissa on myös *Clostridium perfringens*, ja se voi *C. botulinum*in tapaan lisääntyä hapettomissa oloissa. Kuitenkin vain osa *C. perfringens* kannoista tuottaa ruokamyrkytyksen oiretta aiheuttavaa enterotoksiinia (Korkeala ja Lahti 2007). *Clostridium botulinum* esiintyy useimmiten lajeista, jotka syövät lähellä pohjasedimenttiä (Robinson ym. 2000). Prosessoiduissa kaloissa on merkittävä *Listeria monocytogenes* -riski. *Staphylococcus aureus* on usein merkki epähygieenisestä käsittelystä (Korkeala ja Lahti 2007).

Rikkiä sisältävien aminohappojen, erityisesti kysteiinin ja metioniinin hajoaminen on merkittävää pilaantumiselle. Hyvin epämiellyttäviä hajuyhdisteitä muodostuu, kun rikki yhdistyy maitohapon L-kysteiiniin *Shewanella putrefaciens* -bakteerin avulla. Vetysulfidien ja metyylimerkaptaanin (CH<sub>3</sub>SH) muodostuminen aiheuttaa pahaa hajua ja rikkiyhdisteitä (H<sub>2</sub>S) (*S. putrefaciens*, *Pseudomonas* spp.) (Leisner ym. 2000).

Lämpimien vesien kalat sisältävät usein enemmän bakteereja kuin kylmien vesien kalat ja ovatbakteerit ovat useimmiten mesofiilisiä (lisääntymislämpötila on +30–+37 °C). Lauhkeissa vesissä vallitsevat gram-negatiiviset, psykrotrofiset sauvabakteerit *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Flavobacterium*, kun taas lämpimien vesien kalojen bakteerit ovat gram-negatiivisia: *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, ja *Corynebacterium* (Robinson ym. 2000). *Vibrio cholerae*, *V. parahemolyticus* ja *V. vulnificus* ovat myös patogeenisiä bakteereita, jotka elävät merivedessä mutta pääasiassa esiintyvät lämpimien vesien kaloissa (Korkeala ja Lahti 2007).

Kalatuotteen säilytyksen aikana *Pseudomonas* on yleensä vallitseva bakteeri. Myös *Moraxella*, *Achromobacter* ja *Flavobacterium* ovat mukana kalatuotteen pilaantumisessa. Rikkivetyä tuottavat bakteerit ovat tärkeitä pilaajia, varsinkin hajun muodostumisessa. *Pseudomonas fluorescens*, *P. perolens*, *P. putida* ja *P. putrefaciens* muodostavat rikkivetyä. Patogeenisiä bakteereja voi olla mm. *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae* ja muut vibriot. *Escherichia coli*-, *Staphylococcus* -bakteereja, kuten joskus enterokokkeja voidaan pitää mikrobeina, joiden esiintyminen korreloi tuotannon hygieenisyyden kanssa (Robinson ym. 2000).

Pilaajabakteereista *Photobacterium phosphoreum*, *Shewanella putrefaciens* ja *Vibrionaceae* pystyvät käyttämään TMAO:ta ja tuottavat trimetyyliamiinia (TMA). Ei-proteiinisia typpiyhdisteitä on kalan lihassa runsaasti: trimetyyliamiinioksidia (TMAO), aminohappoja ja nukleotideja (Korkeala ja Lahti 2007). TMAO aiheuttaa korkean hapetus-pelkistys -potentiaali (*redox potentiaali*) (kyky luovuttaa tai vastaanottaa elektroneja) kalan lihassa n. 19 mV. TMAO vaikuttaa estävästi suolatun kalan anaerobisten bakteerien toimintaan. Monet gram-negatiiviset bakteerit kasvaessaan kalassa ja kalatuotteissa pystyvät käyttämään TMAO:ta elektronisena koettimena (Leisner ym. 2000).

## 2.7 Kalan tuoreuden määrittäminen

Pilaantumisen tasoa määritettäessä voidaan yksinkertaisimmillaan arvioida kalassa tapahtuvaa mikrobien kasvua ja ajatella suora suhde pilaantumisen ja mikrobien kasvun välille. Pilaantuminen on kuitenkin usein bakteerien metaboliatuotteiden pahan hajun ja maun aiheuttamaa. Yhteyttä pilaantumisen ja bakteerien kokonaispesäkeluvun välillä ei välttämättä ole, sillä vain osa mikrobeista aiheuttaa pilaantumista. Kalan pilaantumista voidaan tutkia muillakin mikrobiologisilla menetelmillä. Kokonaispesäkeluku määritetään usein, kun halutaan selvittää mikrobiologisesti, kuinka pitkällä kalan pilaantuminen jo on.

Kalan tulee olla terve, tuore ja laadultaan moitteeton, siinä ei saa olla pilaantumisen merkkejä, vierasta hajua, makua, loisia, muotovirheitä, ruhjeita eikä ulkoisia poikkeamia. Varsinaista laatuun perustuvaa luokittelua ei lainsäädännössä ole; nykyinen laatuluokitus perustuu lähinnä kalan kokoon. Olisikin tärkeää saada käyttöön virallinen laatuluokitus kalakaupassa esiintyville kotimaisille kalalajeille (Kuuppo 2003). Euroopan unionin komission asetuksessa EY N:o 2406/96 annetaan ohjeet tiettyjen kalastustuotteiden kaupan pitämistä ja tavoitteet tuotteiden laadusta. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa EY N:o 853/2004 kerrotaan, että elintarvikealan toimijoiden on suoritettava kalastustuotteiden aistinvarainen tutkimus, jolla varmistetaan siitä, että kalastustuote täyttää tuoreusvaatimukset. Asetuksessa EY N:o 853/2004 on kerrottu, että kalastustuotteella tarkoitetaan kaikkia luonnonvaraisia tai viljeltyjä meren tai makeanveden eläimiä (lukuun ottamatta joitain äyriäisiä ja kotiloita), kun taas tuoreella kalastustuotteella tarkoitetaan kokonaista ja valmistettua jalostamatonta kalastustuotetta.

### Arviointimenetelmien kehittäminen

Kalan tuoreuden arviointiin pyritään kehittämään nopeita ja varmoja tutkimusmenetelmiä. Tutkimusmenetelmät voidaan jakaa mikrobiologisiin, fysikaalisiin ja kemiallisiin tutkimusmenetelmiin sekä aistinvaraiseen arviointiin (Nielsen ym. 2007).

Tuotteen pilaajaorganismien selvittämiseksi ja säilyvyysajan määrittämiseksi tutkitaan pilaantumismuutoksia. Kun tuotteen erityiset pilaajaorganismit tunnetaan mahdollisimman hyvin ja niiden kasvua pystytään hidastamaan, voidaan pidentää tuotteen myyntiaikaa. Tuotteen turvallisuuden kannalta on otettava huomioon erityisesti patogeenisten mikroorganismien lisääntyminen, vaikka aistinvaraisesti pilaantumista ei voitaisikaan huomata. Kun pilaantumismuutoksia havaitaan aistinvaraisessa arvioinnissa, tuotteen bakteerimäärä on useimmiten jo noin  $10^7$  pmy/g. Eri mikrobeilla on erilainen kyky tuottaa aistinvaraisesti erotettavia virheitä (Korkeala ja Lahti 2007).

#### **2.7.1 Kemialliset menetelmät**

Typpiperäisten yhdisteiden hajoamistuotteiden mittaaminen on yksi yleisimmistä kemiallisista menetelmistä kalan pilaantumisen tutkimiseksi (Korkeala ja Lahti 2007). Haju on yksi tärkeimmistä kalan tuoreuden merkeistä. Käytössä on pitkälti automatisoituja kromatografisia menetelmiä. Haittana näillä menetelmillä on kuitenkin kallis hinta (Nielsen ym. 2007). Monet bakteerit tuottavat aminohapoista biogeenisiä amiineja esim. histamiinia, joiden pitoisuuksia voidaan määrittää (Korkeala ja Lahti 2007). Kalateollisuus tarvitsee

kuitenkin pikamenetelmän arvioidakseen tuoreutta tai pilaantuvuutta, joka voi johtaa syntyvään virrehajuun (Nielsen ym. 2007).

Bakteerien dekarboksyloidissa aminohappoja vapautuu hiilidioksidia, jonka määrää voidaan mitata. Mikrobin aineenvaihduntatuotteita voidaan määrittää kaasua- ja nestekromatografisilla sekä spektroskopisilla menetelmillä (Korkeala ja Lahti 2007). Käytössä on elektronisia nenä (Nielsen ym. 2007). Elektroninen nenä koostuu joukosta kemiallisia kaasusensoreita, jotka pystyvät tunnistamaan ja mittaamaan haihtuvien komponenttien määrää kaasutilassa. Esimerkiksi Di Natale (2003) käytti tutkimuksessaan Libra Nose -määrittämlaitetta, elektronista nenää QIM:n varmistamiseksi.

Hapettuneet lipidit muodostavat hajua ja makua ja muokkaavat rakennetta, väriä ja ravintoarvoa. Alle 0 °C:n lämpötilassa rasvahappojen hapettuminen lyhentää säilyvyysaika. Rasvahappojen koostumusta tutkittaessa suositellaan käytettävän vähintään kahta eri menetelmää rinnakkain, sillä tulokset voivat olla harhaanjohtavia, koska hapettumistuotteet ovat hyvin epästabiileja. Menetelminä käytetään mm. peroksidilukua (ilmaisee näytteessä olevien hapettavien aineiden määrän) ja aldehydien muodostumista (Nielsen ym. 2007). Peroksidiluku ei yksin kerro pilaantumisen astetta, sillä se ei ennusta aldehydien reaktioita, joiden ansiosta syntynyt ”kalomainen” haju voi muodostua jo ennen kuin hapettumisen aste on muuttunut (Ackman ym. 2005).

K-arvo kuvaa kalan. K-arvoa voidaan pitää yhdenlaisena laatuindeksinä (Leisner ym. 2000). K-arvo on adenosiinin prosenttiosuus nukleotideista ( $K = \frac{\text{Inosiini} + \text{hypoksanttiini}}{\text{inosiini} + \text{hypoksanttiini} + \text{IMP}}$ ). Alasalvar ym. (2001) havaitsivat tutkimuksessaan, että kun K-arvo laskee 39 % ja kovuus laskee 4 N, kala on pilaantunut. Lougovois ym. (2003) pitivät K-arvoa erityisen hyödyllisenä alkupilaantumisen määrittämisessä ja autolyttisten reaktioiden mittarina.

Haihtuva emäksinen typpi (HEN) on tuorekalassa tyypillisesti alle 20 mg, epäilyttävä välillä 20–39 mg ja pilaantuneella kalalla tyypeä jopa yli 40 mg/100 g (Kiesvaara ym. 1990). Tuoreen kalan IMP-pitoisuuden raja-arvona voidaan pitää 40 mg/100 g. Tätä suuremmat pitoisuudet kertovat kalan tuoreuden heikkenneen (Kiesvaara ym. 1990).

Kalan laatuun ja hyväksyttävyyteen vaikuttaa rasvapitoisuus. AOAC:n menetelmällä (Official Methods of Official Analytical Chemist 18.043 ja 18044 USA 1984) voidaan määrittää rasvapitoisuus (Kiesvaara ym. 1990).

### 2.7.2 Mikrobiologiset tutkimusmenetelmät

Kalaraaka-aine sisältää luonnollisen mikrobiflooran, mutta vain osa mikrobeista kuuluu pilaajamikrobeihin ja vaikuttaa kalan säilyvyyteen ja tuoreuteen (Nielsen ym. 2007). Tuotteittain voidaan määrittää pilaajaorganit, tuotteiden kokonaisbakteerit, psykotrofiset kokonaisbakteerit, rautaa pelkistävät bakteerit (eli rikkivetyä tuottavat bakteerit), maitohappobakteerit, homeet ja hiivat (Korkeala ja Lahti 2007). Yleensä tutkittavia mikroorganismeja ovat *Pseudomonas spp.* ja *Shewanella putrefaciens* sekä *Brochothirix thermosphacta* ja *Photobacterium phosphoreum*. Usein edelleen parhaat käytetyt menetelmät ovat hitaita kasvatusmenetelmiä (inkubointimenetelmiä), kuten kokonaispesäkeluvun määrittäminen. Tällä hetkellä pyritään kehittämään tutkimusmenetelmiä, jotka pystyisivät nopeasti kertomaan tutkittavan materiaalin mikrobiologisen tilan (Nielsen ym. 2007). Pitkä tutkimusaika ei ole aina hyvä, sillä usein tutkittavan raaka-aineen säilyvyys on yhtä pitkä tai lyhyempi kuin tutkimus itsessään.

### 2.7.3 Fysikaaliset menetelmät

Kalan lihaksen pigmentit tulevat myoglobiinista ja astaksantiinista. Kalan veren pigmentit tulevat hemoglobiinista. Kun metmyoglobiinia syntyy, kalan väri heikkenee (väri vaaleenee). Väriin heikkenemistä voidaan ehkäistä hillitsemällä bakteerikasvua, pakkaamalla tuote muunneltuun ilmakehään -pakkaukseen, MAP (engl. modified atmosphere package) -pakkaukseen, valaistusolosuhteilla säilytyksen aikana ja lisäainein (Airaksinen 2007).

Kaikkialla kalan lihaksessa väri ei ole aivan tasainen, joten näytteenotto mittausta varten on suoritettava mahdollisimman vakioidusti (Kiesvaara ym. 1990). Väriä voidaan instrumentaalisesti mitata (esim. Minolta Colorimeter -värimittarilla). Verrattaessa instrumentaalista värinmittausta värikortin avulla suoritettuun värin mittaukseen menetelmien välinen vastaavuus on hyvä. Värikortin (esim. Rochen vertailukortti) käyttö on suosittua sen yksinkertaisuuden ja halpuuden tähden (Kiesvaara ym. 1990). Instrumentaalinen värin määrittäminen on tulossa yhä tärkeämmäksi elintarviketeollisuuden laadunvalvonnassa. Käytettäviä tekniikoita on mm. spektrofotometrinen menetelmä. Tulokseksi saadaan spektri, josta nähdään eri tuotteiden värierot. Myös NIR-menetelmää (engl. Near infrared spectroscopy) voidaan käyttää kalan tuoreuden arvioinnissa (Nielsen ym. 2007). NIR-menetelmä toimii aallonpituudella 780–2500 nm (Jorgensen ym. 2002).

Kalan lihan elektrolyyttisten ominaisuuksien muutoksia voidaan myös analysoida. Tähän soveltuvia laitteita on markkinoilla useita, kuten Torrymeter, Intelectron Fish-tester ja RT-

Freshness Grader. Kaikki menetelmät korreloivat hyvin aistinvaraisen tuoreuden arvioinnin kanssa (Nielsen ym. 2007).

Alasalvar ym. (2001) tutkivat kalan rakennetta TA.XT2 Texture Analyser (Stable Micro System, Surre, UK) -laitteella, jonka koetin simuloi ihmisen sormeaa, joka painettiin fileeseen. Tutkimuksessa havaittiin kalan lihaksessa kovuudessa eroa ( $p < 0,05$ ) säilytyksen aikana. Havaittiin myös, että eri kalalajeilla on lajikohtaisia eroja rakenteen kovuudessa. Rakenteen kovuus korreloi hyvin aistinvaraisten ja kemiallisten tulosten kanssa, ja sitä voitaisiin käyttää laadun mittarina (Alasalvar ym. 2001). Sveinsdottir ym. (2002) tutkivat nahattoman lohifileen rakenteen kovuutta ja havaitsivat, että raa'an kalan ja kypsän kalan tulokset eivät korreloineet keskenään. Kuitenkin menetelmää pidettiin toimivana ja QIM-tulosta tukevana (Sveinsdottir ym. 2002).

Aika-lämpötilaindikaattorit (TTI, engl. time-temperature indicators) kertovat näytteen aika-lämpötilahistorian. Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset muutokset riippuvat ajasta ja lämpötilasta (Nielsen ym. 2007). TTI:n avulla voidaan kerätä lämpötilahistoria prosessoinnista aina myymälään asti. Tuottajat, jotka epäilevät toimitusketjun varmuutta, ovat voineet näin varmistaa sen toimivuuden (Taoukis ym. 2001). TTI-menetelmä ei ole itsessään menetelmä kalan tuoreuden mittaamiseen, mutta sen avulla voidaan saada tietoa pilaantumisen etenemisestä.

Kalan pH:ta voidaan käyttää stressaantumisen mittarina ja laatua mittaavana tekijänä ja tätä kautta saadaan tietoa pilaantumisen etenemisestä. Tuoreen kalan pH:n tulisi olla yli 5,6 (Korvonen 2007). Matala pH kertoo kalan olleen stressaantunut ennen verestystä, jolloin lihaksen energiavarastot ovat kuluneet loppuun ja maitohapon muodostuminen on alkanut. Tämä aikaistaa ja voimistaa kuolonkankeutta. Aikainen kuolonkankeus heikentää säilyvyyttä. Voimakas kuolonkankeus huonontaa lihan ulkonäköä (vetinen ja vaalea), pehmentää lihasta ja vaikeuttaa käsittelyä. Liian korkea kalan lihan pH verestyksen jälkeen antaa bakteereille runsaasti kasvupinta-alaa, ja kalan laatu ja säilyvyys kärsivät.

Kuoleman jälkeen kalan lihakseen muodostuu maitohappoa, kalan lihan puskurikapasiteetti on korkea ja pH laskee jopa alle 6:n eli alle monen bakteerin toiminta-alueen. Tämän takia mikrobit eivät lisäänty kuolonkankeuden aikana, jolloin kalan lihan pH on 6,2–6,5 (Leisner ym. 2000, Esaiassen ym. 2004, Robinson ym. 2000). Kun pH nousee, niin samaan aikaan tapahtuu muutoksia kalan rakenteessa (Esaiassen ym. 2004).

#### **2.7.4 Aistinvarainen arviointi**

Aistinvarainen arviointi on kalan tuoreuden ja laadun yleisin tutkimusmenetelmä. Eri kalalajeilla on selkeästi erilainen, luontaisesti tyypillinen ominaishaju, maku ja rakenne. Ominaisuus, joka saattaa selvästi olla virheellinen jollakin kalalajilla, saattaa jollakin toisella lajilla olla sille tyypillinen. Tämän takia on syytä tietää ja erottaa, mitkä ominaisuudet ovat ko. lajille tyypillisiä ja toivottuja, mitkä ympäristön saastumisen tai käsittelyn aiheuttamia virheitä (Luoma ja Latva-Kala 1998). Aistinvaraisesti voidaan arvioida kalan pilaantumista hajusta, väristä, mausta ja rakenteesta

Euroopassa on käytössä laatuindeksimenetelmä QIM (engl. Quality Index Method), joka pyrkii lajikohtaisesti opastamaan tuoreuden arviointia pisteyttämällä arvioitavissa ominaisuuksissa tapahtuvat muutokset ja näistä yhteenlaskemalla saadun tuloksen avulla ennustamaan jäljellä olevaa säilyvyysaikaa (Nielsen ym. 2007).

Olemassa on myös muita aistinvaraisia menetelmiä esim. EU-menetelmä (EU FAIR CT.96.3253), mutta siinä ei eritellä muutoksia kalalajeittain. Triqui ja Bouchriti (2003) pitivät QIM:ä sardiinien aistinvaraisten muutosten arvioinnissa parempana kuin EU-menetelmää. QIM on helppokäyttöinen ostajille, myyjille, muille kalankäsittelijöille ja kuluttajille.

#### **2.8 Tuoreuden arviointi laatuindeksimenetelmällä eli QIM:llä**

QIM luodaan usein kalalajille, joka on suosittu kauppakala. Kun aletaan pohtia QIM:n luontia jollekin kalalajille, on otettava huomioon myös kalastusmenetelmä, pyyntipaikka ja alkutuotannon hygieenisuus (Good Manufacturing Practice, Codex 1976). Arvioitavasta kalasta tulee kirjata pyyntipäivä ja säilytysolosuhteet. Kalan tuoreus tulee arvioida sen käyttöaikana vähintään kolmena eri ajankohtana. Ensimmäinen arviointi tulee tehdä heti pyynnin jälkeen ja arviointeja on jatkettava, kunnes todetaan kalan pilaantuneen. Luotu QIM pätee vain tutkimuksen aikana vallinneissa olosuhteissa (Hyldig ym. 2007).

QIM on tullut tunnetuksi koska se on koettu hyödylliseksi. Se, että QIM on hyödyllinen ja helppokäyttöinen, voidaan olettaa johtuvan siitä, että menetelmä on luotu tarpeeseen ja sen kehittäjät ovat myös itse käyttäneet menetelmää. Tasmanian elintarviketutkimusyksikkö (TFRU Tasmanian Food Research Unit) ja australialainen tutkimusryhmä CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) tutkivat 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alkupuolella, kuinka käsittely, varastointi ja pakkausmenetelmät vaikuttavat kalan laatuun. Tutkimuksessa päädyttiin siihen, ettei kalan säilyvyyttä voitu ennustaa yksi-

selitteisesti. Säilyvyyteen vaikutti hyvin moni asia, ja sitä voitiin tarkastella monelta kannalta. Todettiin, että varsinkin kalan ostajat arvioivat kokemuksen kautta kalan laatua ja säilyvyyttä. Nykyteollisuus ostaa ja käyttää kalaa ympäri maailmaa. Yhdenmukainen arviointimenetelmä helpottaisi kalan laadun ja säilyvyyden arvioimista – näin kaikilla olisi sama käsitys käsiteltävän raaka-aineen laadusta ja käyttötarkoituksesta (Hyldig ym. 2007).

Myös kuluttajat haluavat yhä useammin asiantuntijan arvion kalan laadusta ja tekevät ostopäätöksensä sen perusteella. QIM:ä voidaan käyttää monessa kohdassa toimitusketjua pyynnistä kuluttajalle. Tuoreus on yksi kalatuotteiden tärkein laadun merkki. QIM tarjoaa hyvän vaihtoehdon kalan tuoreuden ja säilyvyyden tutkimiseen (Nielsen ym. 2002). Säilytysajan ja -lämpötilan yhteys on helppo ymmärtää arvioitaessa kalan pilaantumisen etenemisen nopeutta. Aina QIM:ä luotaessa tietyille kalalajille on muistettava pohtia menetelmän tarpeellisuutta, etuja, mittaustarkkuutta, käyttötarkoitusta, olosuhteita, käyttäjiä, tulosten toistettavuutta, tiedon arvoa, helppokäyttöisyyttä, hintaa ja ennustavuutta (Hyldig ym. 2007).

QIM-validoinnissa voidaan käyttää apuna QI:n vertaamista muihin kalan tuoreutta mittaaviin menetelmiin, fysikaalisiin ja kemiallisiin menetelmiin. Macagnano ym. (2005) tarkastelivat QIM:n yhtettä instrumentaalisiin tuoreuden arviointimenetelmiin, kuten rakenteen mittauksiin, elektroniseen nenään ja värimittarilla saatuihin tuloksiin. Entuudestaan tiedettiin, että näiden menetelmien tuloksilla on yhteys kalan pilaantumismuutoksiin. Tutkimuksessa havaittiin, että kaikkien menetelmien tulokset olivat yhdensuuntaisia QIM-tulosten kanssa (Macagnano ym. 2005). Bonilla ym. (2007) arvioivat turskanäytteet 0, 3, 7, 10 ja 14 päivän säilytyksen jälkeen niin aistinvaraisesti kuin mikrobiologisin määrittäyksin. Kokonaisbakteerit ja rikkivetyjä (H<sub>2</sub>S) tuottavat bakteerit antoivat koko tutkimuksen ajan yhdensuuntaisia tuloksia QIM:n kanssa. Kokonaisbakteereina mitattuna bakteerimäärät vaihtelivat välillä 10<sup>7</sup> ja 10<sup>8</sup> pmy/g ja H<sub>2</sub>S-tuottavien bakteerien määrä vaihteli välillä 10<sup>6</sup> ja 10<sup>8</sup> pmy/g (Bonilla ym. 2007).

### **2.8.1 QIM:n kehittäminen**

Koulutettu aistinvarainen raati voi arvioida kalasta kaikkia tuoreuden merkkejä. Arviointi tapahtuu arvioimalla aistinvaraisesti kalan eri ominaisuuksia. QIM sisältää kullekin arviotavalle ominaisuudelle usein kolmesta kuuteen alaotsikkoa. Kukin ominaisuus saa arvon 0–3. Kun kaikkien ominaisuuksien pisteet lasketaan yhteen, muodostuu tulos – laatuindeksi QI. Laatuindeksin avulla muodostetaan suora kullekin kalalajille, jonka x-akselilla on säilytysaika jäitettyinä ja y-akselilla on QI. Jokainen kalalaji pilaantuu eri



tavalla, tämän takia jokaiselle lajille tulee luoda oma QIM (Hyldig ym. 2007, Macagnano ym. 2005). QIM luonnin vaiheet voidaan lyhyesti luetella näin: esikokeet, luonnoksen suunnittelu (tutkimussuunnitelma), luonnoksen testaus ja menetelmän validointi.

QI määräytyy siis laskemalla kaikkien tutkittavien ominaisuuksien pisteet yhteen, näin tulos ei painotu vain yhden arvioitavan ominaisuuden mukaan. Jokaisella arviointipisteellä on vaikutus lopputulokseen. Koska kala on luonnontuote, voi eri kalojen välillä esiintyä vaihtelua, joka voi vaikuttaa arvioinnin tulokseen. Yhdenmukaisella näytteiden käsittelyllä pystytään minimoimaan itse aiheutettuja muutoksia tutkittavassa kalaraaka-aineessa (Macagnano ym. 2005).

QIM:ä antaa mahdollisuuden arvioida tuoreutta: mitä suurempi QI on, sitä enemmän kalassa esiintyy aistinvaraisesti havaittavia pilaantumisen merkkejä. Laatuindeksimenetelmän käytön rinnalla voidaan hyvin käyttää myös kemiallisia, biokemiallisia ja mikrobiologisia menetelmiä. Tietenkin mitä enemmän QIM:ä käyttää, sitä harjaantuneemmaksi arvioija sen käytössä tulee ja sitä toistettavampia tulokset ovat (Hyldig ym. 2007).

Arvioinnissa käytettävät ominaisuudet valitaan tarkoituksella kuvaamaan laatua ja tuoreutta/pilaantumista. QI tuloksen avulla voidaan ennustaa jäljellä olevaa säilyvyysaikaa. QIM:n validoinnilla pyritään osoittamaan, että luotu menetelmä toimii ja on toistettava/luotettava. Laatuindeksimenetelmän ainoa tarkoitus ei ole vain ennustaa jäljellä olevaa säilyvyysaikaa, vaan sen avulla pystytään myös havainnoimaan aistinvaraisia muutoksia hyvin yksityiskohtaisesti. Laatuindeksin avulla pystytään suuntaamaan kalastustuote oikeaan käyttöön (Hyldig ym. 2007). Kun esim. kalalaitoksen vastaanottoon saapuu kalaerä, erä tulee tarkastaa vastaanottotarkastuksella, jossa arvioidaan aistinvaraisesti erän laatu. Arvion perusteella kalaerä käytetään joko heti kypsennettäviin tuotteisiin tai se voidaan myydä tuorekalana eli raakana kalana. Erät, joiden laatu aistinvaraisesti ei vastaa täysin laatua / moitteetonta laatua, suunnataan kypsennykseen, kun taas moitteettomat erät voidaan myydä edelleen tuoreena eteenpäin. Aistinvaraisesti huonoksi arvioituja erä ei oteta vastaan, vaan ne palautuvat kalastajalle tai toimitetaan rehuksi. Tämä vastaanottotarkastusprosessi kuuluu osana jokaisen kalalaitoksen omavalvontaan ja on ehkä kriittisin hallintapiste koko tuorekalan toimitusketjussa. Tässä työssä käytetään edelleen kalatuotetermiä, joka sisältää niin prosessoidut kuin prosessoimattomatkin kalatuotteet. Kalastustuote on yleisesti käytetty termi EU:ssa.

QI:n tulos on numeerinen. Numeerinen arvo helpottaa ymmärtämään myös eri kielillä tuloksen suuntaa ja on siis kaikille yksiselitteinen. QI kertoo tuotantotapojen, säilytyksen ja

kuljetuksen onnistumisesta ja näin toimitusketjun varmuudesta. Muiden vastaavien menetelmien ongelmana on ollut se, etteivät ne ota huomioon eri kalalajien eroja – ne eivät ole olleet kalalajikohtaisia kuten QIM (Hyldig ym. 2007).

QIM-arvioinnissa arvioidaan viisi kalaa jokaisesta erästä. Arvioinnin aikana kalat pidetään jäitettynä. Arviointia jatketaan, kunnes erä on selvästi pilaantunut. Luonnosta tehtäessä kaikki muutokset kirjataan ja kuvaillaan. Kirjataan myös, miten tiettyihin termeihin päädyttiin. Alkutestauksen jälkeen valitaan ne tutkittavat ominaisuudet, jotka kuvaavat lajille tyypillisiä muutoksia säilytyksen aikana, joita tullaan arvioimaan esim. asteikolla 0–3 (taulukko 4). Tätä alkutestauksessa luotua asteikkoa käytetään seuraavassa menetelmän luontivaiheessa, luonnoksen testauksessa. Asteikko pyritään luomaan niin, että jos säilyvyysaika on esim. 14 päivää, ei viidentenä päivänä anneta suhteessa liian suurta tulosta (Hyldig ym. 2007).

QIM-luonnoksen suunnitelmasta on hyvä tehdä esikoe. Esikokeessa arvioinnit jaksotetaan 12–48 tunnin välein riippuen odotetusta säilyvyysajasta. Mitä lyhyempi säilyvyysajan oletetaan olevan, sitä lyhyemmin välein arvioidaan. Esikokeen jälkeen on helpompi tehdä tutkimussuunnitelma ja päättää päivät, jolloin kalaerää tutkitaan. Sveinsdottir ym. (2003) tekivät QIM:n kasvatetulle lohelle. Aluksi tutkittiin (esikokeen omaisesti) viidestä kymmeneen kalaa 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22 ja 23 päivinä pyynnistä eli 14 kertaa arvioidun säilyvyysajan kuluessa. Tämän tutkimuksen perusteella itse QI-menetelmään valittiin päivät 6, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 18, 20, 21 ja 22 pyynnistä eli arvioinnit tehtiin 11 päivänä kokonaissäilyvyysajasta.

**Taulukko 4.** QIM kypsentämättömälle kasvatetulle lohelle (suomennettu lähteestä: www.qim-eurofish.com) (Lapveteläinen ja Appelbye 2006)

Laatuun liittyvä ominaisuus		Kuvaus	Pisteytys	
<b>Nahka</b>	Väri/ ulkonäkö	Helmiäisenhohtoinen pinta	0	
		Pinnan helmiäisenhohto vähentynyt	1	
		Kala on kellertävä, pääasiassa vatsanseudulta	2	
	Lima	Kirkas, paakkuuntumaton	0	
		Maitomainen, paakkuuntunut	1	
		Keltainen ja paakkuuntunut	2	
	Haju	Tuoreen merilevän haju, neutraali	0	
		Kurkkumainen, metallinen, heinämäinen	1	
		Hapan, tiskirätti	2	
		Pilaantunut	3	
	Rakenne	Kuolinjäykkä	0	
		Sormenpainalluskohta häviää nopeasti	1	
Sormenpainalluskohta kestää yli 3 sekuntia		2		
<b>Silmät</b>	Pupillit	Kirkkaat ja mustat, metallinkiiltoiset	0	
		Tummanharmaat	1	
		Mattapintaiset, harmaat	2	
	Muoto	Kuperat	0	
		Tasaiset	1	
		Painuneet	2	
<b>Kidukset</b>	Väri	Punaiset tai tummanruskeat	0	
		Vaaleanpunaiset, pinkit, vaaleanruskeat	1	
		Harmaanruskeat, ruskeat, harmaat, vihreät	2	
	Lima	Läpinäkyvä	0	
		Maitomainen, paakkuuntunut	1	
		Ruskea, paakkuuntunut	2	
	Haju	Tuore, merilevämainen	0	
		Metallinen, kurkkumainen	1	
		Hapan, homeinen	2	
		Pilaantunut	3	
	<b>Vatsa</b>	Veri vatsassa	Veri punaista tai sitä ei ole lainkaan	0
			Veri ruskehtavaa tai kellertävää	1
Haju		Neutraali	0	
		Kurkku, meloni	1	
		Hapan, käyneen haju	2	
	Pilaantunut tai pilaantunut kaali	3		
<b>Laatuindeksi (Quality Index)</b>			0–24	

Kun esikoe on tehty, laaditaan QIM-luonnos, luonnosta testataan, kunnes voidaan osoittaa, että luonnost toimii niin hyvin, että voidaan validoida menetelmä. Luonnosta testataan arviointiryhmässä, johon osallistuu noin 10 arvioijaa ja testauksen järjestäjä (QIM-luonnoksen tekijä). Testauksen järjestäjä kirjaa kaikki esiin tulleet kommentit ja muokkaa luonnoksen lopulliseen muotoon. Tutkimusajankohdat määräytyvät esikokeesta ja säilyvyysajasta riippuen. Kerralla tutkitaan n. viittä kalaa (kalojen määrä riippuu kalalajista ja sen koosta) kuten esikokeessa. Kaikki esiintulevat kysymykset käsitellään arvioijien kanssa ja tuloksista lasketaan keskiarvo ja hajonta. Jotta arviointi ja keskustelu sujuisivat, tulee ryhmän tuntea arvioitava kalalaji, aistinvarainen arviointimenetelmä ja QIM itsessään (Hyldig ym. 2007).

QIM:ä kehitettäessä tulee tietää säilyvyysaika tuoreelle jäissä säilytetylle kalalle. Usein säilyvyys määritetään mikrobiologisesti. Kun kalaa säilytetään kokonaisuena ja jäitettynä, bakteerien määrä on pienimmillään ensimmäisinä päivinä (Hyldig ym. 2007). Myös esikoe ohjaa omalta osaltaan arvioimaan kalan pisintä mahdollista säilyvyysaikaa.

Seuraavassa vaiheessa QIM:n kehittämisessä on kalibrointisuoran muodostus. Suoran kulmakerroin kuvaa pilaantumisen nopeutta ja ennustaa jäljellä olevaa käyttöaikaa 0 °C:ssa säilytettynä. Koko tutkimuksen ajan säilytysolosuhteita tulee seurata tarkasti. QI kertoo myös, milloin tuote ei ole enää käyttökelpoinen. QIM:n kehityksen aikana kalan näkyviä muutoksia tulee valokuvata. QIM-käsikirjaan tulevien valokuvien ottajan tulee olla perehtynyt valokuvaukseen niin, että kuvien taso on riittävä, jotta niistä pystytään selvästi havaitsemaan kunkin ominaisuuden muutokset (Hyldig ym. 2007).

QIM on hyvä testata useissa eri tuotantolaitoksissa, eri vuodenaikoina ja eri pyyntipaikoista pyydetylle kalalle (Hyldig ym. 2007). Kuitenkin Luten (2000) toteaa, tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu eri vuodenaikoina tutkituista kaloista.

## **2.8.2 QIM:n koulutus ja käyttö**

Aistinvaraisen arvioinnin menetelmistä kuvailevat menetelmät ovat kehittyneimpiä. Kuvailevat menetelmät koostuvat kahdesta osasta: laadullisesta eli kvalitatiivisesta ja määrällisestä eli kvantitatiivisesta osasta. Kvalitatiivisessa osassa arvioijat etsivät sanoja (myöhemmin ominaisuuksia), jotka kuvaavat tuotetta, ja kvantitatiivisessa osassa analysoidaan ominaisuuksien voimakkuuksia. Tuotteen keskeisimmistä aistittavista ominaisuuksista saadaan oikein käyttämällä objektiivinen kokonaiskuva, kuitenkin ääripäät ja vertailunäytteet on valittava tarkoin kuvaamaan arvioitavaa ominaisuutta. Kuvailevat menetelmät

eroavat sen mukaan, mitä menetelmällä on tarkoitus saavuttaa, miten asteikot kalibroidaan ja kuinka arvioijat koulutetaan (Roininen ym. 2006). Kuvailevilla menetelmillä voidaan selvittää, minkä ominaisuuksien suhteen elintarvikkeet poikkeavat toisistaan. Profiilimenetelmä on keskeisien ominaisuuksien avulla esitetty tuotteen kuvailu, ja se sisältää myös tuotteen oleelliset laatuominaisuudet ja niiden voimakkuudet.

#### Aistinvaraisen arvioinnin tilat

Aistinvaraiseen arviointiin käytettävää tilaa koskevia säädöksiä on lueteltu standardissa ISO 8589:2007 ja menettelyohjeessa NMKL, Procedure No. 6, 1998. Aistinvarainen arviointi pyritään tekemään aina juuri siihen tarkoitetuissa tiloissa, mutta aina tämä ei ole mahdollista. Usein teollisuudessa on käytännöllisempää suorittaa arviointi tuotantopaikalla. Olisi tärkeää, että arvioinnin ajan melutaso pyrittäisiin pitämään mahdollisimman vähäisenä. Tulisi myös kiinnittää huomiota, että valaistus olisi lähellä luonnonvaloa, vähintään 600–1500 lux/m<sup>2</sup>. Vieraita hajuja ei tulisi myöskään esiintyä. Ruokailua tai tupakointia ei tule sallia arviointialueella. Arviointialue tulee olla helposti puhtaana pidettävissä. Pesuaineista ei saisi tulla vierasta hajua ja arviointialueen lämpötilan tulisi olla tasainen (Hyldig ym. 2007).

#### Arvioijat aistinvaraisen arvioinnin raadissa

Alkuun arvioijille kerrotaan perustiedot arvioinnista, näytteestä (tutkittavasta kalalajista) ja menetelmästä. Arvioijille tulee myös painottaa, ettei henkilökohtainen mieltymys saa vaikuttaa tulokseen. Arviointiryhmä on suurimmillaan viiden hengen ryhmä sisältäen ryhmän johtajan. Ryhmä valitaan tavallisin aistinvaraisen arvioinnin ryhmän valinnan periaattein ja ottaen huomioon materiaalin tuntemus. Kunkin arvioijan tulee olla tutustunut arvioitavaan kalalajiin, sen ominaisuuksiin ja pilaantumisen yhteydessä tapahtuviin ominaisiin muutoksiin. On tärkeää, että arvioijat ovat testattuja ja koulutettuja. Arvioijien kyky arvioida väriä, hajua, makua ja rakennetta tulee ottaa huomioon raatia valitessa. Myös arvioijien terveys, aistien (haju ja maku) normaali toimivuus tulee huomioida. Arvioijien kyky ilmaista ajatuksiaan ja toimia ryhmässä ovat myös tärkeitä. Arvioijan tulee olla helposti saatavissa arviointitilaisuuksiin. Arvioijia on hyvä kouluttaa ja testata säännöllisesti (Hyldig ym. 2007).

Arvioijien tulee olla yksimielisiä ja ymmärtää arvioitavan materiaalin rajoitukset ja se, kuinka muutokset havaitaan arvioitavia ominaisuuksia tarkastelemalla. Myös teollisuuden arvioijat, jotka käyttävät valmista QIM:ä, tulee kouluttaa yhtä tieteellisesti kuin

QIM:n luomiseen koulutetut arvioijat. Arvioijia tulee ohjeistaa olemaan syömättä ja polttamatta tuntia ennen arviointia. Olisi myös hyvä, jos arvioija ei olisi arviointitilanteessa nälkäinen. Harjaantuneet QIM-arvioijat voivat arvioida 40 kalaa 20 minuutissa aiheuttamatta tuloksiin poikkeamaa. Harjaantuneet arvioijat pystyvät tuottamaan toistettavia tuloksia väsymättä, vaikka kaloja olisi 40 kappaletta. Valmis QIM soveltuu arvioijien kouluttamiseen ja suorituskyvyn testaamiseen (Hyldig ym. 2007).

Kun arvioija koulutetaan kalan aistinvaraiseen arviointiin, käytetään kolmesta neljään näyttettä joista voidaan havaita säilyvyyden aikana tapahtuvia ominaisuuksien muutoksia. Tuloksia lasketaan ryhmän keskiarvoja kunkin arvioijan tuloksia erikseen – näin nähdään, arvioiko raati yksimielisesti vai onko jollain arvioijalla taipumus arvioida toistuvasti yli tai alle ryhmän keskiarvon. On huolehdittava myös arvioijien motivoinnista. Koulutettu ja motivoitunut raati on nopea ja tuottaa yhdenmukaisia tuloksia muiden QIM-raatien kanssa (Hyldig ym. 2007).

#### Näytteiden esitys

Näytteet esitetään satunnaisessa esitysjärjestyksessä. Arvioinnin järjestäjä antaa myös jokaiselle kalanäytteelle koodin käyttäen apuna satunnaislukutaulukkoa. Näytteet pidetään kylmänä joko jäähdytyslautasen tai jään avulla. Poikkeamien välttämiseksi näytteet tulee aina koodata kahdella tai kolmella numerolla (satunnaislukutaulukosta), jottei vahingossaakaan annettaisi näytteestä mitään tietoa. Arvioijat eivät saa nähdä näytteiden asettelua. Myös laatikot, joista näytteet otetaan, tulee siirtää pois arviointialueelta, jotta arvioijat eivät saa tietoa näytteistä. Ohjeistus ei saa ohjata arvioijaa arviointituloksen suunnassa. Kullekin arvioijalle tulee antaa ohjeet arvioinnin suorittamisesta. Näytteiden välillä tulee pitää taukoa, jotta aistit eivät turtuisi. Arvioijat kirjaavat tulokset, tulosten kirjaamiseen voidaan käyttää myös tietokoneohjelmaa. Tuloksista muodostuu QI, laatuindeksi. Laatuindeksiä ei voida laskea, jos jokin arvioitava ominaisuus puuttuu (Hyldig ym. 2007).

#### Lajispesifisyys

Jokainen QIM tulee räätälöidä kullekin kalalajille ominaiseksi. Voitaisiin testata myös erilaisten säilytyslämpötilojen, tuotantomenetelmien ja pakkausmenetelmien vaikutusta kalan säilyvyyteen. Eri tutkimuksissa on esitetty QIM:lle useita eri käyttösovelluksia. Nielsen ja Hyldig (2004) löysivät QIM:llä eroja säilyvyysajan pituudelle jäitetyille ja tankissa säilytetyille kokonaiselle silakalle. Barbosa ja Vaz-Pires (2004) esittivät, että QIM:ä voitaisiin käyttää apuna mustekalatuotteiden tuotekehityksessä.

On myös tutkittu esim. kalaraaka-aineen pesun vaikutusta QIM-tulokseen. Huidobro ym. (2000) havaitsivat, että QI oli pienempi silloin, kun kala oli pesty. Warm ym. (1998) tutkivat mahdollisuutta ohjata tuotannonsuunnittelua ja laadunhallintaa QIM:n avulla mm. turskalle, turskafielelle ja kypsennetylle turskafielelle.

### 3 KOKEELLINEN TUTKIMUS

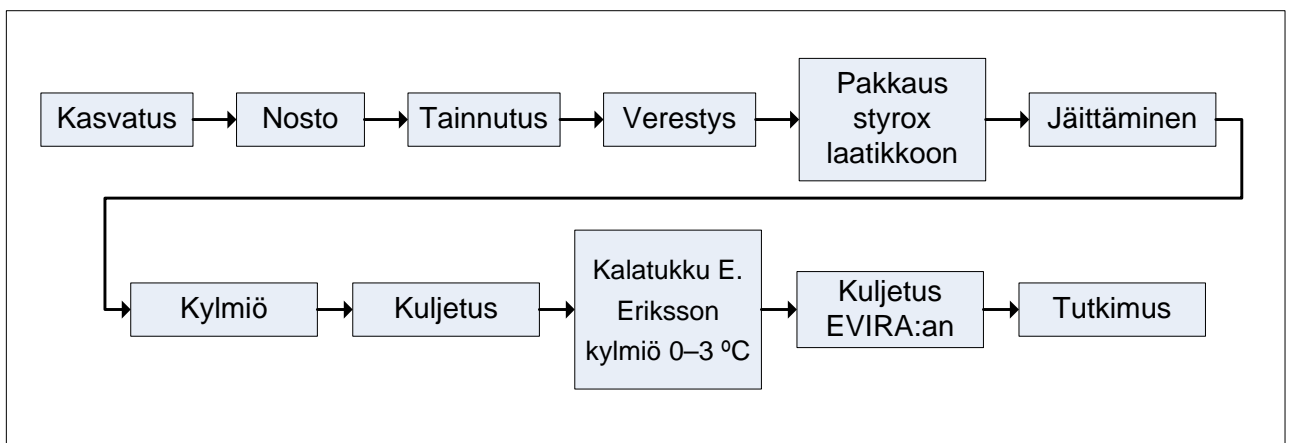
#### 3.1 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli luoda QIM meressä kasvatetulle siialle. Työn alussa tehtiin esikoe, jossa selvitettiin meressä kasvatetun siian käyttöaika ja pilaantumisprosessi, tutkittiin mikrobiologisen pilaantumisen etenemistä ja mitattiin kalan pH. Näiden pohjalta osattiin arvioida itse kokeellisen osan tutkimusajankohdat siten, että siikaa tutkittiin koko sen käyttöajan. Esikokeiden jälkeen luotiin meressä kasvatetun siian profiili ja testattiin sen toimivuus. Profiilia apuna käyttäen luotiin QIM-luonnos ja sitä testattiin ja arvioijia opetettiin sen käytössä. Kaikkiin arviointijaksoihin sisältyi jokaisen arviointipäivän näytemateriaalin valokuvaus, jossa kuvattiin kalassa tapahtuvien ominaisuuksien muutoksia kalan eri osissa mm. silmien, kidusten ja kuolonkankeuden suhteen. Valokuvat kuuluvat QIM:iin kiinteästi.

#### 3.2 Materiaalit ja menetelmät

##### Raaka-aineen hankinta ja näytteenotto

Raaka-aineena käytettiin Suomessa meressä kasvatettua siikaa. Evira osti siiat Kalatukku E. Eriksson Oy:ltä, ja kalat toimitettiin Eviraan tutkittavaksi (kuva 7). Näytteet saapuivat Kalatukku E. Erikssonille, vastaanotettiin ja säilytettiin jäätettynä kylmiössä (0–3 °C) kuljetukseen asti. Tutkitut kalat valittiin satunnaisesti Kalatukku E. Erikssonille saapuneista sioista. Kustakin tutkittavasta erästä kirjattiin kalan nostopäivä, kasvattaja ja kasvattajan lupaama viimeinen käyttöpäivä. Suomalainen meressä kasvatettu siika saatiin eri kasvatamoilta. Eviran tiloissa kalat säilytettiin 0 °C:ssa kylmäkaapissa tutkimukseen asti. Tutkimustilanteessa raa'at kalat esitettiin tarjottimilla jäätettynä.



**Kuva 7:** Raaka-aineen hankinta



### 3.3 Siian säilyvyyden arviointi

Jotta QIM tutkimussuunnitelma osattiin laatia, tehtiin esikoe, mitattiin siian pH eri ikäisistä kaloista ja tutkittiin mikrobien lukumäärä säilyvyyden eri vaiheissa. Kaikilla näillä menetelmillä pyrittiin saamaan selvyyttä meressä kasvatetun siian säilyvyysajasta. Esikokeessa havaitut muutokset kirjattiin ja havaittuja muutoksia käytettiin profiilin pohjatietona.

#### 3.3.1 Mikrobien lukumäärän määrittäminen ja pH

Ensimmäisen tutkimusosion kaloista määritettiin mikrobien lukumäärä Eviran menetelmällä Evira 3420/1 ("Mikrobien lukumäärän määrittäminen") ja toisesta arviointiosiosta pH (kuva 8 C) kaikista QIM-raadin käyttämistä kaloista. Jokaisena arviointipäivänä aistinvaraisissa arvioinneissa käytetyt kalat valokuvattiin arvioitujen ominaisuuksien suhteen. Tutkimuksessa käytetyt kalaerät ja niiden nostopäivämäärät ja annetut viimeiset käyttöpäivät on esitetty taulukossa 5.

Mikrobien lukumäärän määrittäminen pesäkelaskentatekniikalla tapahtui maljavalutekniikalla. Näyte kalasta otettiin aseptisesti vatsan ja pyrstön alueilta. Näyte lisättiin laimennusliuokseen ja tehtiin laimennussarja. Kustakin laimennuksesta siirrettiin maljalle näyte. Maljoja inkuboitiin aerobisesti 3 vuorokauden ajan, jonka jälkeen pesäkkeet laskettiin kultatakin maljalta.

Toisen arviointiosion kalanäytteiden pH:t mitattiin mittarilla IQ Scientific Instruments Model IQ 160, Non-glass. Mittarin pää voitiin asettaa suoraan kalan lihakseen (ei tarvinnut tehdä liuosta) ja mitata pH. Kunakin arviointipäivänä pH-mittaukset tehtiin jokaisen arviointiin käytetyn kalan pyrstön lihaksesta.

#### 3.3.2 Esikoe

Esikoe suoritettiin Eviran menetelmän 8001 (Kalan aistinvarainen laadunarviointi) mukaan asteikolla 5–0: 5 = erittäin hyvä, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = huono, 1 = erittäin huono, 0 = ei kelpaa ihmisravinnoksi. Arviointiin osallistui kolme arvioijaa Eviran aistinvaraisesta raadista. Arvioinnit suoritettiin kypsällä kalalla 19 päivän aikana 11 kertaa. Raa'alla kalalla arvioinnit tehtiin 28 päivän aikana 13 kertaa. Esikokeen avulla pystyttiin tekemään tarkempi tutkimussuunnitelma arvioimaan meressä kasvatetun siian käyttöaika.

### 3.3.3 Profiili

Profiilin luonnissa käytettiin rinnakkain samasta kalaerästä niin kypsää kuin raakaa kalänäytettä, joista arvioitiin pilaantumisen muutoksia. Kun kalan pilaantuminen havaitaan kypsennetystä näytteestä, kala ei ole enää syömäkelpoista.

Eviran henkilökunnasta koottiin raati, 12 arvioijaa, joiden kanssa siian aistittavaa profiilia alettiin muodostaa. Raadin ikäjakauma oli noin 30–59 vuotta. Kaikkien arvioijien hajuaisti testattiin Eviran työohjeen LAB 6014 mukaan. Testillä varmistuttiin siitä, että kaikilla arvioijilla maku- ja hajuaisti on normaali. Kaikkien arvioijien perusmakujen aistimiskyky testattiin Eviran ohjeen LAB 6012 mukaan. Arvioijat täyttivät eettisen lomakkeen.

Arvioijien koulutuksen pohjana käytettiin ISO 8586-1 -standardia. Aistinvaraisen arvioinnin standardi ISO 6564 ohjaa flavorin profiilin teossa ja ISO 11036 vastaavasti rakenteen profiilissa. Itse aistinvaraisen profiilin tekoon käytettiin standardia ISO 13299.

Kypsennettävät siiat suomustettiin kala kerrallaan. Suomustuksen jälkeen kaloista poistettiin evät ja avattu siika paloiteltiin niin, että pyrstö- ja pääpaloja ei hyödynnetty profiilissa (pyrstöpaloja käytettiin pH-mittauksiin). Jokainen pala laitettiin omaan keittopussiinsa (HDPE), pussista puristettiin ilma pois ja pussin suu solmittiin kiinni. Pussit asetettiin höyrykattilaan lihapuoli alaspäin. Kaloja höyrytettiin 20 minuutin ajan (kuva 8 G). Yhteen kattilaan laitettiin n. 4–6 kalan palaa. Yhdestä kalasta saatiin 4–5 palaa (kuva 8 H). Raakana arvioitavista kaloista poistettiin vain pinnalta vanha jää ja ne asetettiin tarjottimille uudella jäällä peitettynä arvioitavaksi (kuva 8 D). Eri-ikäisten siikojen avulla tutustuttiin ominaisuuksiin, jotka muuttuivat siian vanhetessa. Nimettiin ulkonäköä, rakennetta ja hajua kuvaavia sanoja (ominaisuuksia). Kypsästä kalasta kerättiin myös makua kuvaavia sanoja.



Kuva A. Referenssien valmistelua



Kuva B. Arviointitila



Kuva C. Raa'an kalan  
pH määrittäminen



Kuva D. Raa'an kalan  
esitys jäätettynä



Kuva E. Raa'an kalan  
referenssejä



Kuva F. Kypsän  
kalan referenssit



Kuva G. Kalan  
kypsennys



Kuva H. Kypsä kala

**Kuva 8.** Kuvakollaasi työn suorituksesta (kuva: Anu Järvelä)

Ensin arvioitiin raaka kala; kukin arvioija kirjasi sanoja, jotka kuvasivat tutkitun näytteen ominaisuuksien muutoksia. Näytteet arvioitiin tässä vaiheessa ryhmässä, ensin ilman vapaata keskustelua ja sitten yhdessä keskustellen. Saadut kuvailevat sanat listattiin ja esiintymistiheys kirjattiin. Osa kuvailevista sanoista oli toistensa synonyymeja. Raaosta näytteistä koottiin 21 ominaisuutta rakenteesta, 37 hajusta ja 97 ulkonäöstä (liite 2). Kypsistä

näytteistä kirjattiin 31 hajua, 32 ulkonäköä, 30 rakennetta ja 48 makua kuvailevaa sanaa (liite 3).

Kypsän kalan arviointia varten jokaiselle arvioijalle annettiin lautanen, jonka päällä oli arvioitava kypsä kalapala kypsennuspussissaan. Arvioijille annettiin myös haarukka, veitsi, sylkykuppi, suun huuhteluvesi (lämmin), servetti, kynä, arviointilomake ja sakset. Arvioijat avasivat pussin saksilla ja arvioivat näytteen. Kaikki ominaisuudet kirjattiin ylös (liite 2 ja 3). Samaa tarkoittavat sanat laskettiin ja ominaisuuden perään kirjattiin luku, kuinka monta kertaa arvioijat löysivät saman ominaisuuden. Työn toteutusta on esitetty kuvassa 8.

Seuraavalla kerralla keskusteltiin avoimesti löydettyistä ominaisuuksista. Valittiin tärkeimmät ominaisuudet, joita ryhmässä oli nimennyt useampi arvioija, ja ominaisuuksia, joiden katsottiin parhaiten kuvaavan siian pilaantumismuutoksia ja jotka kirjallisuudessa esiintyivät siian pilaantumista kuvaavina ominaisuuksina. Ominaisuudet pyrittiin myös valitsemaan niin, ettei samaa tarkoittavaa ominaisuutta valittu kahdesti (synonyymit poistettiin). Kullekin ominaisuudelle päätettiin niiden ääripäät. Seuraavaksi etsittiin vertailunäytteet (referenssit) (kuva 8 A, E, F), joiden avulla pystyttiin ääripäät mallintamaan ja luomaan kuva, jossa kaikilla on sama ajatus kunkin ominaisuuden ääripäistä. Tutkimuksessa määritettiin suomalaiselle meressä kasvatetulle siialle aistinvaraisesti hajua, makua, ulkonäköä ja rakennetta kuvailevat tyypillisimmät ominaisuudet sekä raakana että kypsennettynä. Kvantitatiivisella kuvailevalla analyysillä näiden ominaisuuksien voimakkuuden perusteella laadittiin haju-, maku-, ulkonäkö- ja rakenneprofiilit.

Tyypillisiä sanoja (ominaisuuksia) ja vertailunäytteitä kaloille etsittiin ASTM DS66 -oppaasta, jossa on kerrottu eri elintarvikkeita kuvaavia ominaisuuksia, referenssejä, kuvia ja esimerkkejä (Lyon 1996). VTT:n tutkimuksen Kiesvaara ym. (1990) ”Kalan laatu- luokituksessa” siialle esitettyjä ominaisuuksia verrattiin ja hyödynnettiin mietittäessä, ovatko raatimme löytämät ominaisuudet samoja voidaanko mahdollisesti vielä lisätä joitain ominaisuuksia.

NMKL:n menettelyohjeessa No 21 (2008) kalojen ja äyriäisten aistinvaraiseen arviointiin opastetaan aistinvaraisen arvioinnin suorittamiseen ja annetaan esimerkkejä kalan ominaisuuksista ja niiden vertailunäytteistä. Ohjetta käytettiin profiilin pohjana.

Tutkimus suoritettiin Eviran Viikin toimipisteen aistinvaraiseen arviointiin tarkoitetuissa tiloissa. Raa’asta kalasta arvioitiin hajua, ulkonäköä, rakennetta ja höyryssä kypsennetystä kalasta arvioitiin ulkonäkö, haju-, rakenne- ja makuominaisuuksia.

Lopuksi niin kypsän kuin raa'an siian profiilista erotettiin kolme eri profiilia kalan tuoreuden mukaan: tuorein (1 d kalan nostosta), keski-ikäinen (8 d kalan nostosta) ja vanhin (15 d kalan nostosta). Näin pystyttiin tässä työssä saamaan myös profiilit kolmelle eri-ikäiselle kasvatetulle siialle, joissa otettiin huomioon vain ne ominaisuudet, joiden todettiin muuttuvan loogisesti – tuoreimman ja vanhimman kalan ominaisuuksien tulokset laittomaisina ja keski-ikäisen kalanäytteen tulos keskellä.

### 3.4 QIM:n luonti ja luonnoksen testaus

Ensimmäinen QIM-luonnos tehtiin jo olemassa olevien QI-menetelmien pohjalta soveltaen raa'an siian profiilia. Ensimmäisessä arviointiosiossa tarkkailtiin vain yhden kalaerän vanhenemista. Arvioijille (n = 5) esitettiin aina neljä raakaa kalaa, ja he arvioivat kunkin kalan ensin itsenäisesti. Tämän jälkeen arvioijat keskustelivat yhdessä omista tuloksistaan ja perustelivat ne. Arvioijien tuloksista laskettiin keskiarvo (eri arvioijien antamien pisteiden keskiarvo kullekin ominaisuudelle) ja määritettiin QI arvioidulle erälle. Myös käytettyä QIM-luonnosta ja sen toimivuutta arvioitiin. Joka arviointikerran jälkeen tehtiin tarvittavat muutokset luonnokseen, jotta luonnos vastaisi parhaiten juuri siian pilaantumisen muutoksia.

Ensimmäisen osion jälkeen toisessa arviointiosiossa arvioitiin kahta kalaerää (A ja B) samanaikaisesti (näytteet koodattiin satunnaislukutaulukon avulla) niin, että arvioijille esitettiin kumpaakin kalaerää edelleen neljä kalaa – eli arvioijilla oli arvioitavana yhteensä kahdeksan kalaa kunakin arviointipäivänä. Näistä kalaeristä toinen vanheni niin, ettei kolmena viimeisenä arviointikertana ollut enää arvioitavana kuin toinen erä – tällöin otettiin seuraksi yksi kala uudesta kalaerästä. Kolmena viimeisenä arviointipäivänä QIM-raadilla oli siis edessään viisi kalaa. Toisen osion arvioinnit kukin arvioija suoritti itsenäisesti ja merkitsi tuloksensa arviointilomakkeelle. Arvioijat arvioivat kunkin kalanosan, esim. silmän, kaikki ominaisuudet kerralla (kuva 9) ja kirjasivat tuloksensa. Arvioijat keskustelivat tämän jälkeen silmästä arvioitavien ominaisuuksien muutoksista ja mahdollisista lomakkeen korjauksista. Tuloksia ei enää saanut muuttaa tässä vaiheessa – ainoastaan katsottiin, onko raati ollut yhtä mieltä tuloksesta. QI-tulos ei selvinnyt tässä vaiheessa siis arvioijille, eivätkä he tiesseet, mikä kala oli mistä erästä. QIM-raati arvioi myös kummassakin osiossa kypsän kalan Eviran menetelmän 8001 mukaan.



**Kuva 9.** Painunut silmä (kuva: Anu Järvelä)

Jotta voitain selvittää, kuinka hyvin QIM-raati ja QI-tulos noudatti niin raa'an kuin kypsänkin siian profiilia, tehtiin niin ensimmäisessä kuin toisessa arviointiosiossa samoilla kaloilla myös profiilit sekä kypsälle että raa'alle kalalle. Profiiliraateja oli kaksi, niissä oli yhteensä yhdeksän arviojaa, ja paikalla oli keskimäärin seitsemän arviojaa (tulokset laskettiin keskiarvoina). Profiiliraatilaishallinnassa oli käytettävissään vain yksi raaka kala erää kohti (kuva 8 D), toisin kuin QIM-raatilaishallinnassa. Myös profiilinäytteet koodattiin satunnaisluku-taulukon avulla. Kala käsiteltiin kuten profiilin harjoitteluissa.

**Taulukko 5:** QIM:n luonnissa ja luonnoksen testauksessa käytetyt kalat

Käytetty arviointiosiossa	Kalan nostopäivä – viimeinen käyttöpäivä	Kalojen lukumäärä
Osio 1	21.–28.9.	42
Osio 2	14.–21.10.	24
Osio 2	7.–14.10.	42
Osio 2	21.–29.10.	3

### 3.5 QIM-validointi ja testaus käytännössä

QIM-validointi ja testaus käytännössä ei kuulu enää tähän työhön. Evira validoi ja testaa QIM-menetelmän kasvatetulle siialle (mahd.) näillä näkymin keväällä 2011.

### **3.6 Tulosten käsittely**

Tulokset koottiin Excel-tiedostoon ja laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Tulokset esitettiin graafisesti.

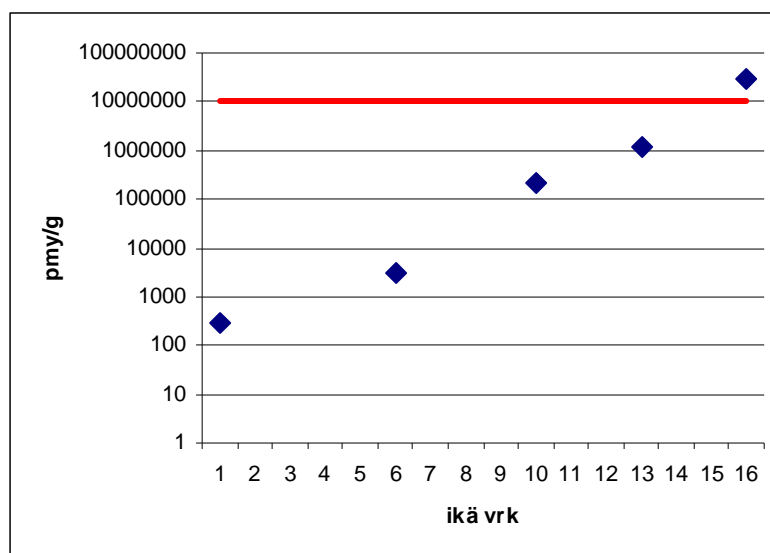
## 4 TULOKSET

### 4.1 Siian säilyvyyden arviointi

Kokonaispesäkeluvulla, pH-määrittäyksillä ja esikokeella pyrittiin arvioimaan siian säilyvyys.. Siian kokonaissäilyvyysajan mukaan määritettiin aistinvaraisen arvioinnin ajankohdat.

#### 4.1.1 Mikrobin lukumäärän määrittäminen

Aistinvaraisesti ja mikrobiologisesti tarkasteltuna viimeinen käyttöpäivä ei näillä menetelmillä ole aina sama. Kuvasta 10 nähdään, että MetropoliLab:in rajojen (hylätty tulos 10 000 000 pmy/g) mukaan kokonaispesäkeluvuilla arvioituna syyskuussa tutkittu kalaerä (ensimmäinen arviointiosio) oli vasta 15 vuorokauden ikäisenä mikrobiologisesti käyttökelpotonta.



**Kuva 10.** Ensimmäisen tutkimusosion kalaerän mikrobiologinen pilaantuminen kokonaispesäkelukuna tutkittuna. Kuvan punainen viiva edustaa mikrobiologisesti hylätyn näytteen rajaa.

#### 4.1.2 pH

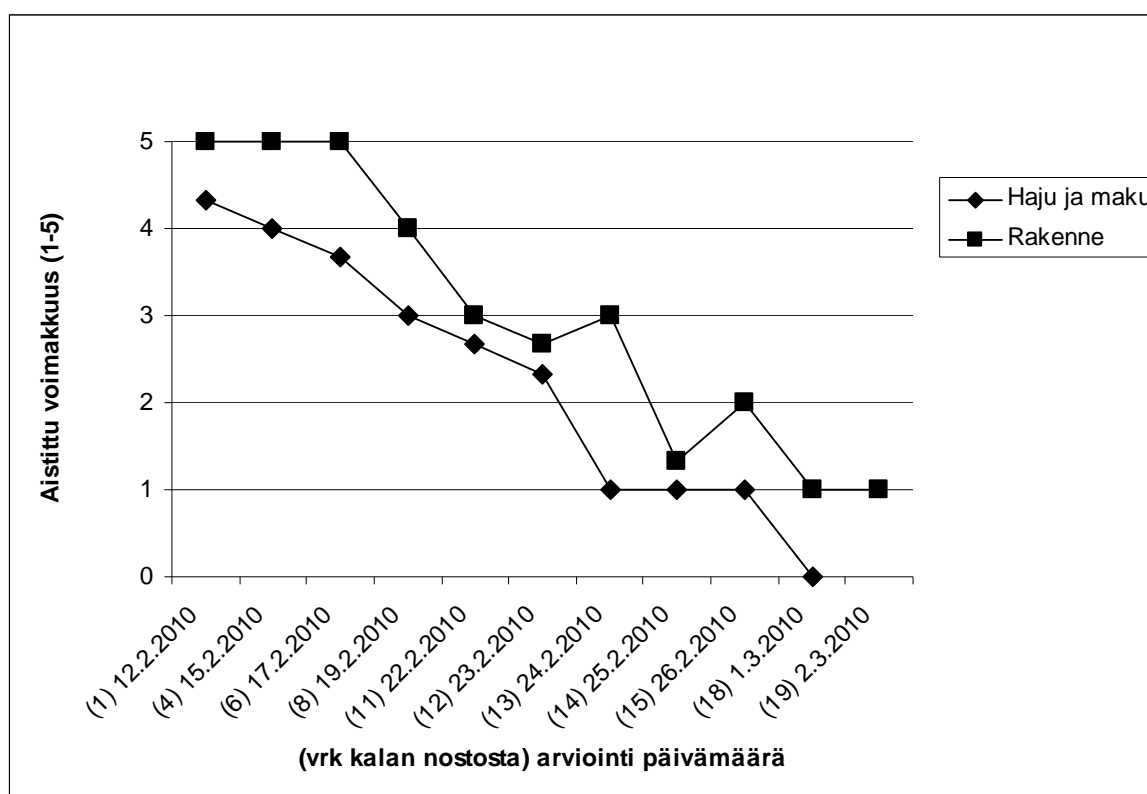
Tässä tutkimuksessa pH-tulokset eivät korreloineet kalan iän kanssa. Kuolonkankeuden aikana kalan lihan pH saattaa laskea jopa alle 6:n. Tutkimuksessa käytetyssä kalassa kuolonkankeuden pystyi havaitsemaan tutkimuksen alussa, mutta silti pH ei ollut 6:n tasolla. Kalan lihan pH pysyi lähellä 6,5:n koko säilytyksen ajan ottaen huomioon pienen vaihtelun eri kalanäytteiden välillä. Tämän tutkimuksen osalta ei suoraa yhteyttä pH:n muutosten ja kalan pilaantumisen suhteen voitu havaita. Viimeisen pH-mittaus-päivän tulos, yli 6,7, on



korkea verrattuna muihin tuloksiin. Mittauspäivinä 6, 8, 11, 12 ja 13 pH laski ja nousi 15. päivänä.

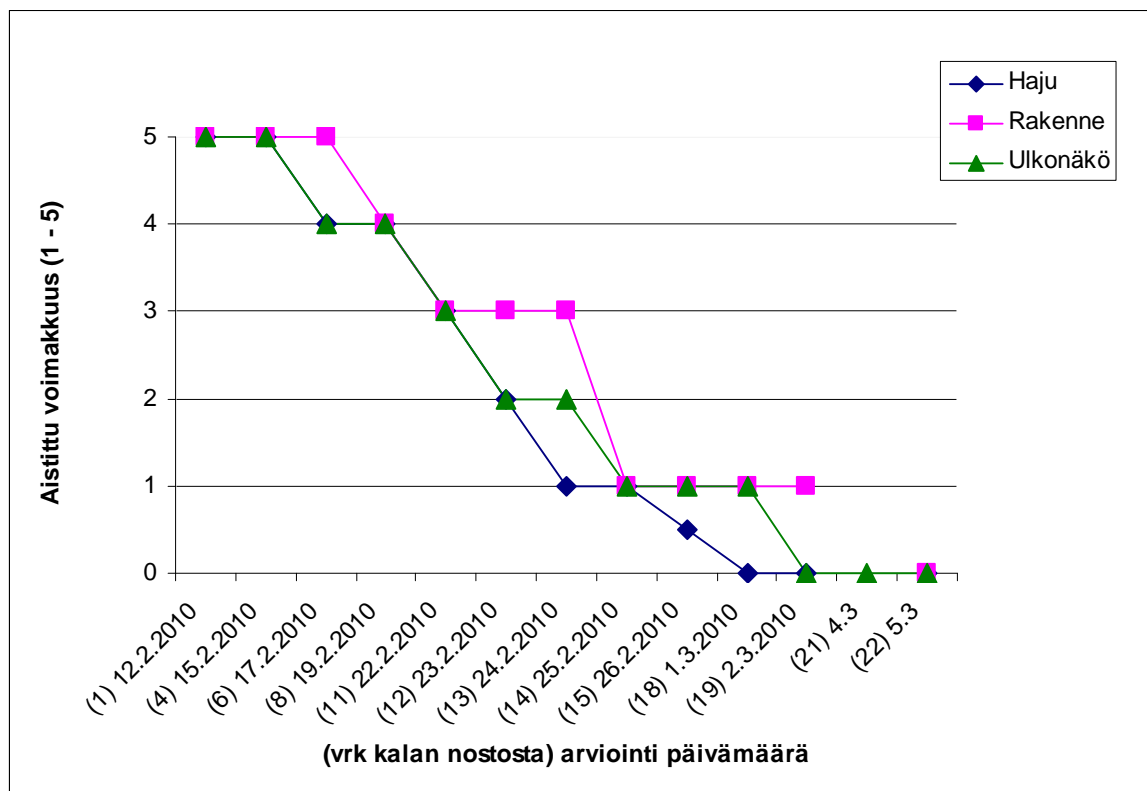
#### 4.1.3 Esikoe

Esikokeesta voitiin havaita (kuva 11), että aistinvarainen laatu kypsennetyllä siialla oli tyydyttävä/huono (tulos 3 pistettä tai sen alle) jo kahdeksan päivän päästä kalan nostosta. Esikokeesta kerättiin myös sanalliset kuvaukset ominaisuuksien muutoksista. Liitteessä 4 on lueteltu esikokeesta kerätyt sanalliset kuvaukset niin kypsälle kuin raa'allekin siialle. Näitä sanallisia kuvauksia pystyttiin käyttämään myös alustavan profiilin ja QIM-luonnoksen tukena. Kuitenkin tämän työn lopullisesta profiilissa ja QIM-luonnoksessa on kuvattu muutokset tarkemmin ja laajemmin.



**Kuva 11.** Kypsän siian esikokeen hajun, maun ja rakenteen tulokset säilyvyysajan funktiona

Esikokeesta voitiin havaita, että aistinvarainen laatu raa'alla siialla (kuva 12) oli tyydyttävä/huono (tulos 3 pistettä tai sen alle) kahdentoista päivän kuluttua kalan nostosta.



Kuva 12. Raas'an siian esikokeen hajun, ulkonäön ja rakenteen tulokset säilyvyysajan funktiona

## 4.2 Profiilin luonti ja raadin koulutus profiilin käyttöön

Tässä tutkimuksessa käytettiin meressä kasvatetun siian profiilin tuloksia QIM:n tulosten tukena. Jotta profiili olisi luotettava, raati kokosi ensin havaitut ominaisuudet, valitsivertailunäytteet ja kouluttautui käyttämään menetelmää. Profiiliraadin tuloksia (keskihajonta) vertailtiin eri arviointien välillä, jotta pystyttiin seuraamaan arvioijien kykyä käyttää menetelmää ja mahdollisesti huomaamaan lisäharjoittelun tarve.

### 4.2.1 Profiilin harjoittelun tulokset

Profiilin harjoittelun tuloksista voitiin nähdä, että kuudentena päivänä arvioidut raas'at siiat olivat arvioitavien ominaisuuksien suhteen voimakkuudeltaan lähes samankaltaiset kuin tuoreen, kun taas 12. päivänä arvioitu siika oli mm. kiduksen hajun suhteen voimakkaampi. Näin pilaantumismuutokset (pilaantumista kuvaavat siian ominaisuudet) tulivat selkeästi esille jo tutkimuksen tässä vaiheessa, vaikka raati vasta harjoitteli. Profiiliraadin käyttämät arviointilomakkeet ovat liitteenä 5, arviointiohjeet liitteenä 6 ja 7.

Kypsän siian profiilin harjoittelun tuloksista voitiin havaita, että vanhimpana (iäkkäimpänä) arvioitu kalanäyte erottui selvästi muutamien ominaisuuksien suhteen, kuten kalan ölj-

jymäisen ja metallimaisen hajun ja kalan öljymäisen maun suhteen. Kuitenkin 6. ja 12. päivänä arvioituna kypsän kalan arviointien tulokset olivat suurin piirtein samat. Voitiin havaita, että pilaantumisen eroja ei ole yhtä helppo havaita kypsästä kuin raa'asta siasta.

Profiiliharjoittelun tuloksista raa'alle siialle voitiin profiilimenetelmällä erottaa tuoreempaa ja vanhempana arvioidut näytteet. Kolmantena ja neljäntenä päivänä arvioitu raaka siika sai arvioituilla ominaisuuksilla pienemmät pilaantumismuutoksien voimakkuudet kuin vanhempana, 12. ja 13. päivänä kalan nostosta, tutkitut näytteet.

Kypsän siian harjoittelut noudattivat syksyllä samaa linjaa kuin keväänkin harjoittelussa – tuoreempaa tutkitut näytteet erottuivat selvästi vanhempana tutkitusta näytteestä arvioitujen ominaisuuksien suhteen. Kyseiset harjoitteluarvioinnit tehtiin saman erän kaloille eri päivinä.

Kypsän siian profiilin harjoittelun tuloksista voitiin myös havaita, että tietyt ominaisuudet kuvasivat kypsällä siialla pilaantumista parhaiten. Tällaisia ominaisuuksia olivat kypsän kalan hajun raikkaus, yleismaun voimakkuus, metallimainen maku, eltaantunut ja kalaöljymäinen maku.

Keskihajonnoista voitiin havaita, että raa'an siian arviointitulokset samalle näytteelle olivat lähes samat peräkkäisinä päivinä. Kuitenkin keskihajonnat olivat pienemmät jälkimmäisenä päivänä, sillä raatia koulutettiin lisää ja he saivat nähdä oman arviointituloksensa suhteessa muuhun raatiin ennen seuraavaa arviointia. Näin arvioija pystyi kalibroimaan omaa arviointiaan lähemmäs raadin keskiarvoa ja keskihajontaa saatiin pienennettyä. Arvioija tiesi paremmin, millä asteikolla mikäkin ominaisuus arvioitiin. Koulutuksesta huolimatta raa'alla siialla kaikkien ominaisuuksien suhteen keskihajonnat eivät pienentyneet niin selvästi kuin kypsällä. Raa'an siian keskihajonnat olivat kuitenkin jo alun perin pienemmät kuin kypsällä.

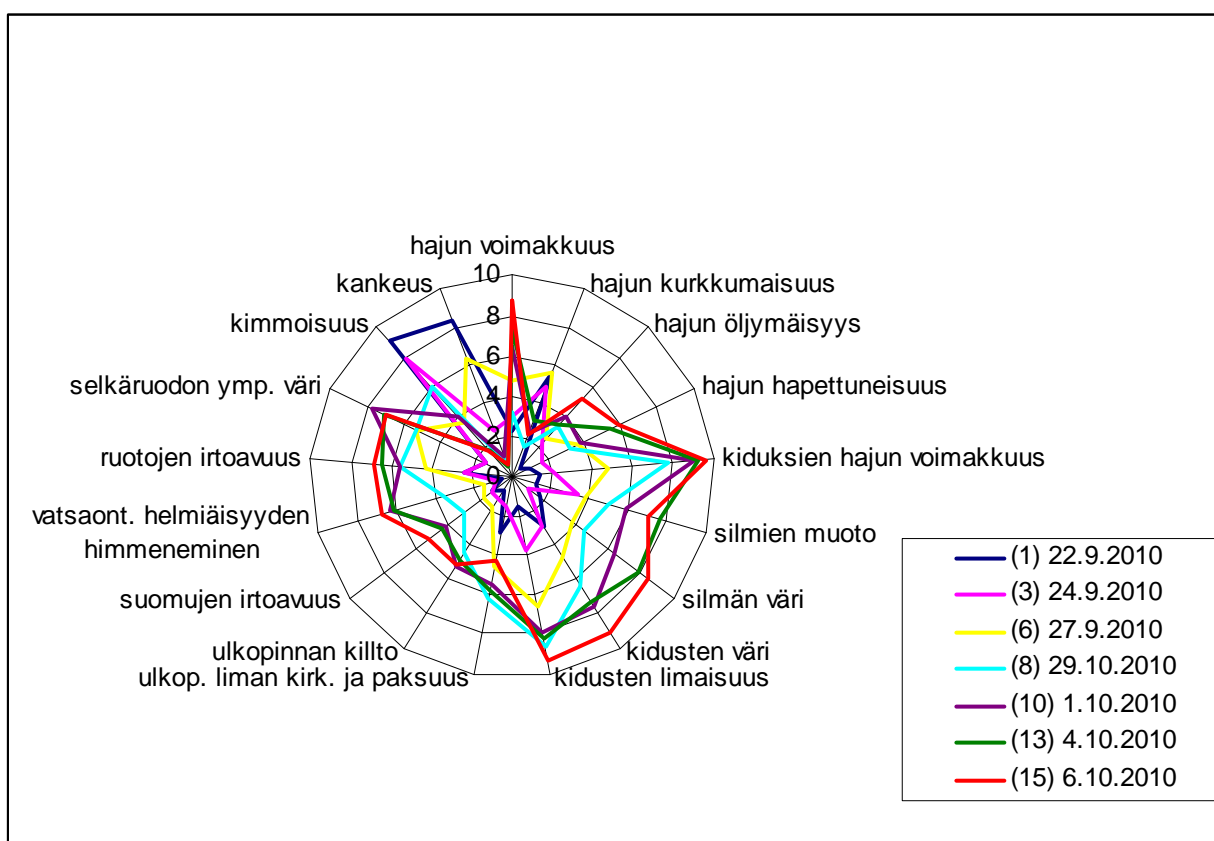
Profiilin käyttöön koulutettu raati oli osittain kesän aikana unohtanut profiilimenetelmän käytön kasvatetulle siialle, ja ehkä vertailunäytteiden muistiinpalauttaminen oli vaikeaa. Liitteissä 8 ja 9 on kuvaajat, joissa on verrattu kevään viimeisen ja syksyn viimeisen arvioinnin tulosten keskihajontoja. Kuvissa on vertailtu vain niiden ominaisuuksien keskihajontoja, jotka ovat olleet käytössä sekä kevään että syksyn arvioinneissa. Keskihajonnoista voidaan nähdä, että raati on ehkä jopa harjaantuneempi, ainakin osalla ominaisuuksista,

syksyn harjoitteluiden jälkeen kuin mihin keväällä päästiin. Näin voitiin todeta, että raati oli sen verran harjaantunut profiilin käytössä, niin kypsän kuin raa'an kuin siian arvioinnissa, että voitiin siirtyä QI-menetelmän luontiin.

#### 4.2.2 Profiili ensimmäisen QIM-arviointiosion tukena

##### Raaka kala

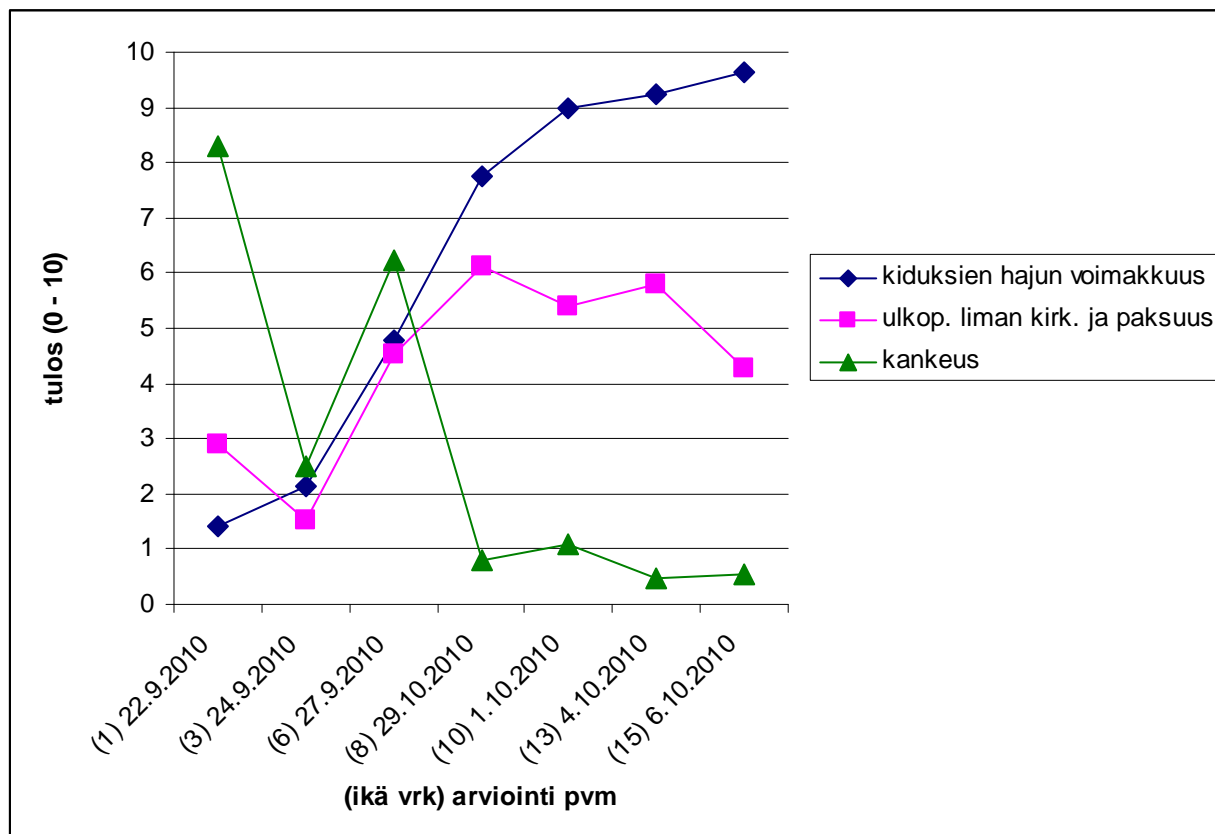
Kuvasta 13 nähdään, että raa'an kalan profiilista voitiin erottaa selkeästi eri ominaisuuksien muutokset kalanäytteen vanhetessa. Käytetyt ominaisuudet kuvasivat kalan pilaantumista ja ominaisuuksien tulos kasvaa tai vähenee oletetussa suhteessa. Esimerkiksi hajun voimakkuus kasvoi kalan pilaantumisen edetessä, kuten myös ruotojen irtoavuus. Kalan kankeus ja kimmoisuus vähenivät kalan pilaantuessa, kun rakenne pehmeni.



**Kuva 13.** Raa'an kalan profiilin ominaisuuksien tulokset eri arviointipäivinä (n = 8)

Sama ominaisuus saattoi raa'alla kalalla saada saman erän arvioinnin ensimmäisenä ja viimeisenä arviointipäivänä lähes samoja tuloksia, kuten nahan liman kirkkaus ja paksuuntuneisuus (kuva 14). Tällöin pohdittiin, onko kyseisen ominaisuuden tutkiminen järkevää. Tuoreen kalan ominaisuuksia olivat selvästi hajun kurkkumaisuus, rakenteen kimmoisuus ja kankeus. Ensimmäisen osion raa'an kalan profiilin tulosten keskiarvot ja keskihajonnat ensimmäisenä ja viimeisenä arviointipäivänä on esitetty liitteessä 10.

Ulkopinnan liman kirkkauden ja paksuuden arviointi päätettiin poistaa toisesta arviointiosiesta, sillä jättämisen ansiosta, kun jäitä vaihdettiin lähes päivittäin, kalan pintalima huuhtoutui jäiden mukaan ja sitä ei havaittu juuri enää säilytyksen loppuvaiheessa. Ehkä, jos kalojen jättämisestä ja jäiden vaihdosta ei olisi huolehdittu, olisi pinnan lima säilynyt paremmin ja myös limaa oltaisiin voitu paremmin arvioida.

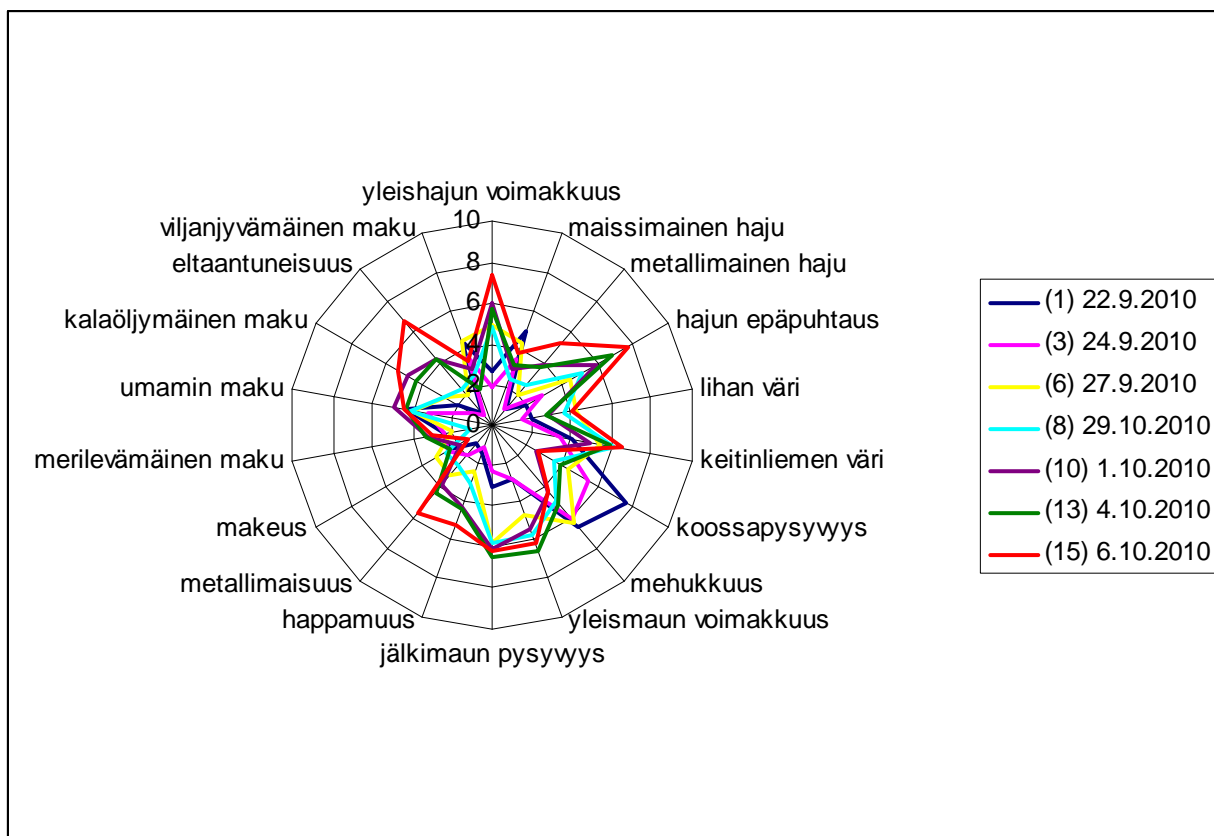


**Kuva 14:** Raa'an kalan profiilin ominaisuudet: kiduksen hajun voimakkuus, ulkopinnan liman kirkkaus ja paksuus, kalan kankeus

### Kypsä kala

Profiilin teossa käytettiin apuna tuloksia, jotka nähtiin parhaiten kuvista jotka tuloksista piirrettiin. Kuvien avulla pystyttiin kehittämään profiilimenetelmää edelleen, jotta lopuksi pystyttiin luomaan viimeinen versio, eli oikea meressä kasvatetun siian profiili. Kuvasta 15 nähtiin, että maun makeuden osalta kaikki ominaisuudet olivat ”kasassa” ja kaikkien päivien arviointien tulokset olivat 0–10-asteikolla alle kaksi. Tuoreimmillaan kalan makeus (kuva 15) oli parhaiten havaittavissa, ja kalan vanhetessa makeus katosi. Pohditiin, onko makeus siikaa arvioitaessa ominaisuus, jota kannattaa tutkia. Kuitenkin tuloksia tarkemmin tarkastellessa nähtiin selkeästi makeuden vähenevän kalan vanhetessa. Myös kalan merilevämäisen maun arvioimista pohdittiin. Merilevämäisen maun aistiminen lisääntyi kalan vanhetessa. Ominaisuuksia kerätessä pidettiin merilevämäistä makua tuoreen kalan tun-

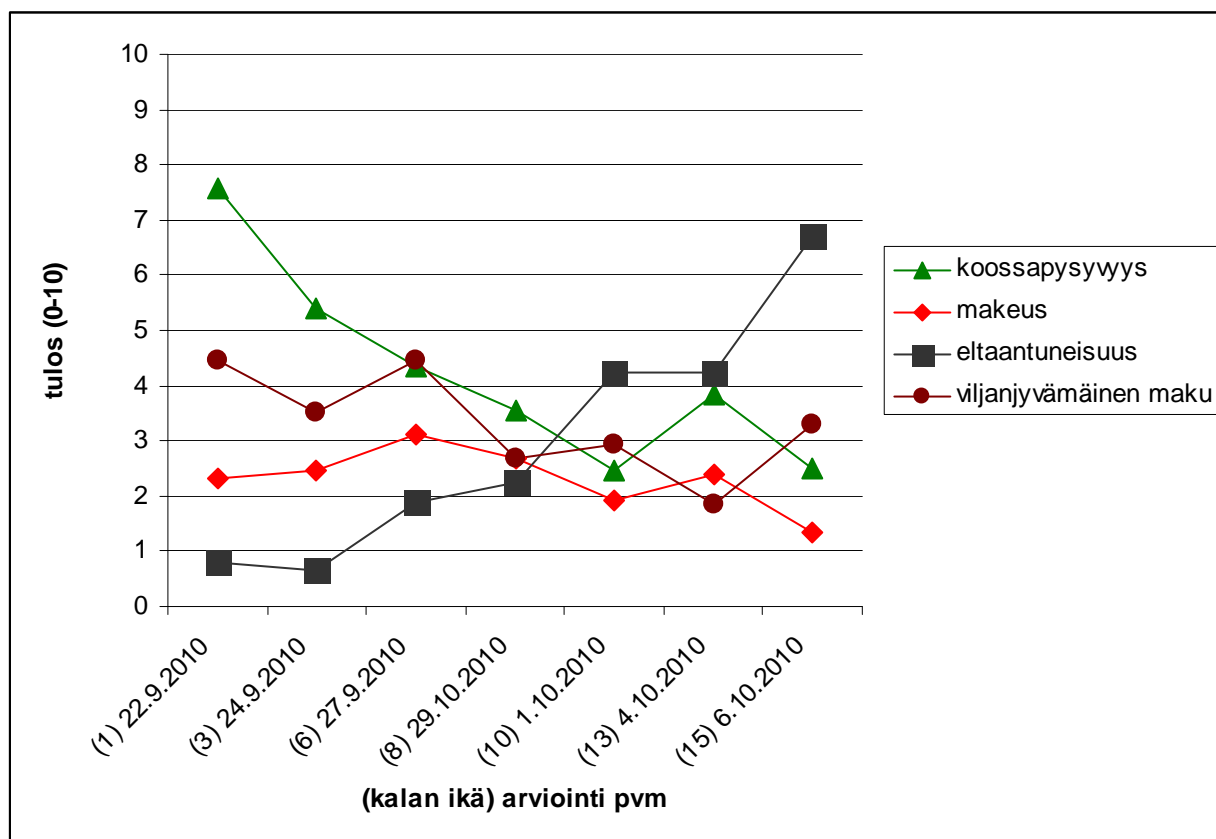
tomerkkinä. Viljanjyvämäisyyden tulos ei noudattanut kalan iän mukaan yhtenäistä linjaa. Näiden ominaisuuksien säilyttämistä siian profiilissa pohditaan seuraavassa osiossa tarkemmin. Pilaantumista osoittavien ominaisuuksien tuloksien tulee kasvaa ja tuoreutta kuvaavien tulee vähetä kalan pilaantumisen edetessä.



**Kuva 15.** Kypsän kalan profiilin ominaisuuksien tulokset eri arviointipäivinä (n = 8)

Kypsä kala ei erottunut niin selvästi arvioitujen ominaisuuden, tuoreen/ vanhimman näytteen suhteen. Tuoreen kalan tuntomerkkejä kypsällä kalalla olivat selvästi yleishajun voimakkuuden mietous, mieto metallimainen haju, mieto epäpuhdas haju, vaalea kalan liha, vaalea keitinliemen väri, mieto yleismaun voimakkuus ja heikko jälkimaun pysyvyys sekä heikko hapana, metallimainen, kalaöljymäinen ja eltaantunut maku (kuva 16). Selkeimmin kalan pilaantuminen tuli esiin yleishajun voimakkuudessa, metallimaisessa ja epäpuhtaassa hajussa, lihan ja keitinliemen värissä, yleismaun voimakkuudessa, jälkimaun pysyvyydessä, happamana, metallimaisena, kalaöljymäisenä ja eltaantuneena makuna. Kypsällä kalalla suurin osa ominaisuuksista meni niin ensimmäisellä kuin viimeisellä arviointikerralla päällekkäin keskihajontoja tarkastellessa. Ainoastaan yleishajun voimakkuus, hajun epäpuhtaus, metallimainen ja eltaantunut maku erottuivat täysin myös keskihajonnoiltaan. Ensimmäisen osion profiilin tulosten keskiarvot ja hajonnat on kuvattu liitteessä 11. Kuvassa 16 on vielä kuvattu kypsän kalan viljanjyvämisen maun ja makeuden problematiikka-

kaa, kuten aiemmin jo pohdittiin. Selvästi kuvasta nähdään, että kalan eltaantunut maku lisääntyi kalan ikääntyessä ja koossapysyvyys väheni.



**Kuva 16:** Kypsän kalan profiilin ominaisuudet: koossapysyvyys, makeus, eltaantuneisuus ja viljanjyvämäinen maku

### Ensimmäisen osion profiilin tulosten yhteenveto

Kaikkien arvioijien tulokset kerättiin yhteen ja tarkasteltiin kunkin arvioijan tuloksia verrattuna ryhmän keskiarvoon ja -hajontaan. Jos jonkun arvioijan keskiarvo ja keskihajonta olivat lähes samat jonkin ominaisuuden osalta, voitiin olettaa, että kyseisen ominaisuuden arviointi tuotti arvioijalle vielä hankaluuksia. Ensimmäisen osion aikana, yhtenä arviointikertana, arvioijille annettiin mahdollisuus arvioida näytteet kaikkien vertailunäytteiden kanssa – ko. kerta ei erottunut selvästi keskihajontojen suhteen. Vaikka vertailunäytteet olivat esillä, tulos ei parantunut (keskihajonta ei pienentynyt), koska arvioijalla oli liikaa ”työtä”, liikaa mihin keskittyä, jolloin itse arviointi kärsi. Kuitenkin seuraavia arviointeja ajatellen oli hyvä palauttaa vertailunäytteet mieleen. Ennen toisen osion toteutusta tulokset lähetettiin arvioijille ja heidän annettiin tarkastella tuloksia ja pohtia, mitkä olisivat niitä ominaisuuksia, joiden arvioinnissa he olivat selvästi yli tai alle ryhmän keskiarvon. Näin arvioija pystyi skaalaamaan omaa arviointiaan ryhmän mukaiseksi. Kuitenkin kehoitus tarkastella omia tuloksia yleisiin tuloksiin saattaa pelästyttää arvioijan, jolloin hän pyrkii

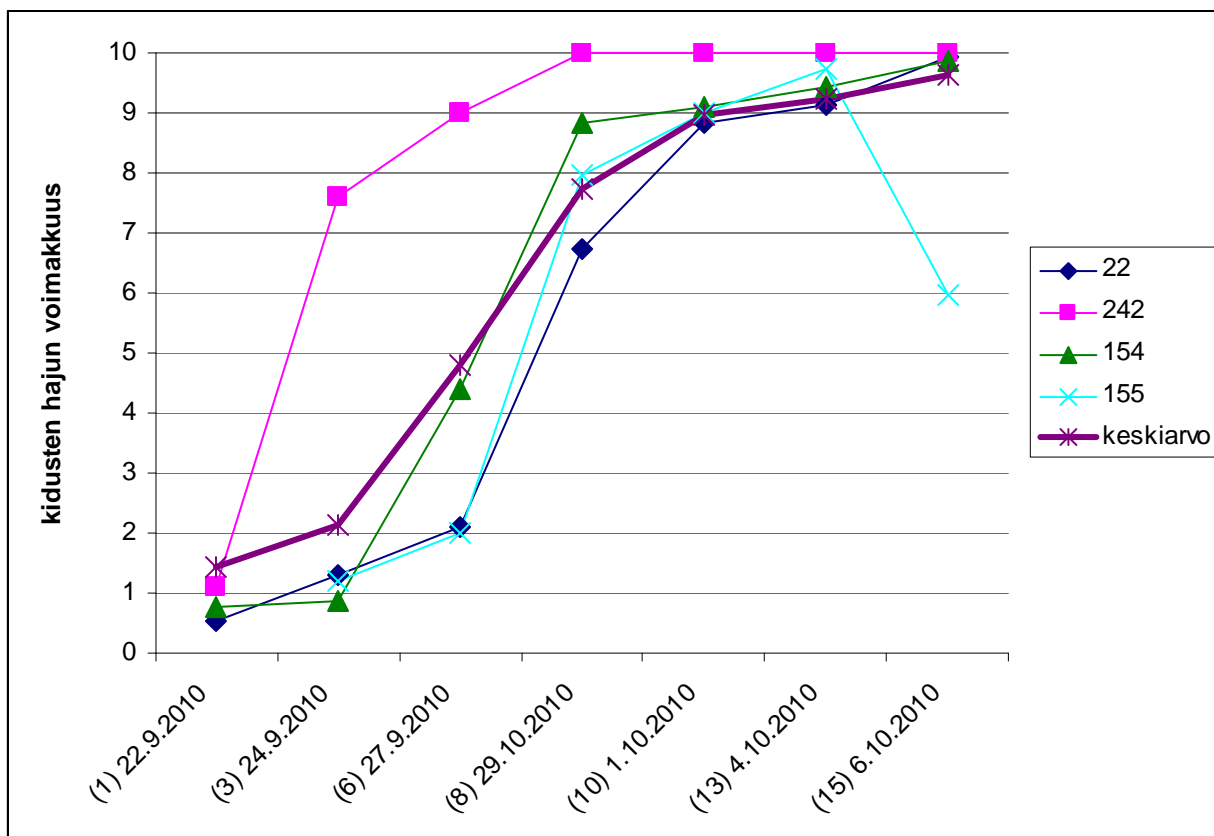
antamaan vain keskiarvotuloksia (5), jottei erottuisi muusta ryhmästä. Toiset arvioijat ovat myös luonnostaan keskihakuisia, eivätkä uskalla käyttää asteikon ääripäitä.

Niin kypsän kuin raa'anikin kalan profiilin osalta voitiin sanoa, että jokainen arvioitava ominaisuus ja sen keskiarvo arviointikerroittain kasvoi tai pieneni loogisesti riippuen, oliko mitattava ominaisuus tuoreutta vai pilaantumista kuvaava ominaisuus. Kuolonkankeus on tuoreen kalan ominaisuus, ja se pienenee kalan vanhetessa ja kidusten hajun voimakkuus kasvaa kalan vanhetessa. Kuten aiemmin jo todettiin, ulkopinnan limaa oli vaikea arvioida sen määrän vähyyden takia, joten ominaisuudet kasvoivat selvästi kahdeksanteen päivään asti, kunnes lima katosi ja sen arviointi vaikeutui. Kalan kankeuden väheneminen ensin kolmanteen päivään ja sitten lisääntyminen kuudenteen päivään ja taas väheneminen kahdeksanteen päivään on selitettävissä sillä, että kuudennen päivän kalat olivat eri laatikosta kuin kolmannen päivän kalat, joten säilytyksen ero (eri säilytyslaatikko) näkyy rakenteen muutoksissa. Kuitenkin voitiin nähdä, että lopulta kankeus oli kadonnut lähes kokonaan.

Mitä vanhemmaksi kala tuli, sitä vaikeampi arvioijan oli arvioida ja sitä suuremmiksi keskihajonnat kasvoivat. Yleisesti voidaan sanoa, että alle 2,5:n oleva keskihajonta on hyväksyttävä. Kun kalan pilaantuminen alkaa olla edennyt jo niin pitkälle, että se on ihmisravinnoksi kelpaamatonta, myös sen keskihajonta kasvaa yli 2,5:n. Ensimmäisen osion profiilin keskihajonnat niin kypsälle kuin raa'allekin kalalle on esitetty liitteessä 12.

Kuvalla 17 on pyritty selventämään sitä, kuinka yksittäinen arvioija voi arvioida tutkittavan ominaisuuden muuhun ryhmään verrattuna eri tavalla. Keskiarvoviiva on tummennettuna, ja kuvaan on otettu neljän arvioijan tulokset (arvioijia oli kahdeksan). Tähän tapaan käytiin läpi kaikki arvioijien tulokset ja niitä verrattiin keskiarvoon.





Kuva 17: Raa'an kalan kidusten hajun voimakkuuden arvioiminen neljän arvioijan osalta

#### 4.2.3 Profiili toisen QIM-arviointiosion tukena

##### Raaka

Liitteessä 13 ja 14 on esitetty raa'an kalan toisen arviointiosion tulokset. Tutkittaessa toisen arviointiosion ensimmäistä erää (A) (liite 13) raa'an kalan tuloksista nähdään, että melkein kaikki arvioidut ominaisuudet kuvaavat kalan pilaantumista tai tuoreutta loogisesti: tuoreimman kalan tulokset ja vanhimman kalan tulokset ovat ääripäitä.

Raa'an kalan toisen arviointiosion toista kalaerää (B) ei arvioitu kuin neljästi sen säilyvyyden aikana. Tuloksista voidaan erottaa (liite 14) myös selvästi ominaisuudet, jotka kertovat kalan tuoreudesta, ja ne ominaisuudet, jotka kertovat kalan pilaantumisesta. Tästä kalaerästä (B) ei kuitenkaan viimeisenä arviointiajankohtana saatu suurimpia pilaantumista kuvaavien ominaisuuksien tuloksia, vaan tämä erä sai 13 vuorokauden kuluttua kalan nostosta voimakkaammat pilaantumisen muutokset kuin 15 vuorokauden kuluttua saadut tulokset. Tämä johtuu siitä, että jäät, joissa toisen erän kalat olivat kylmiössä, pääsivät sulamaan 8 ja 11 vuorokauden välillä n, eikä sulanut vesi peittänyt kaloja kokonaan, vaan kalan pinta

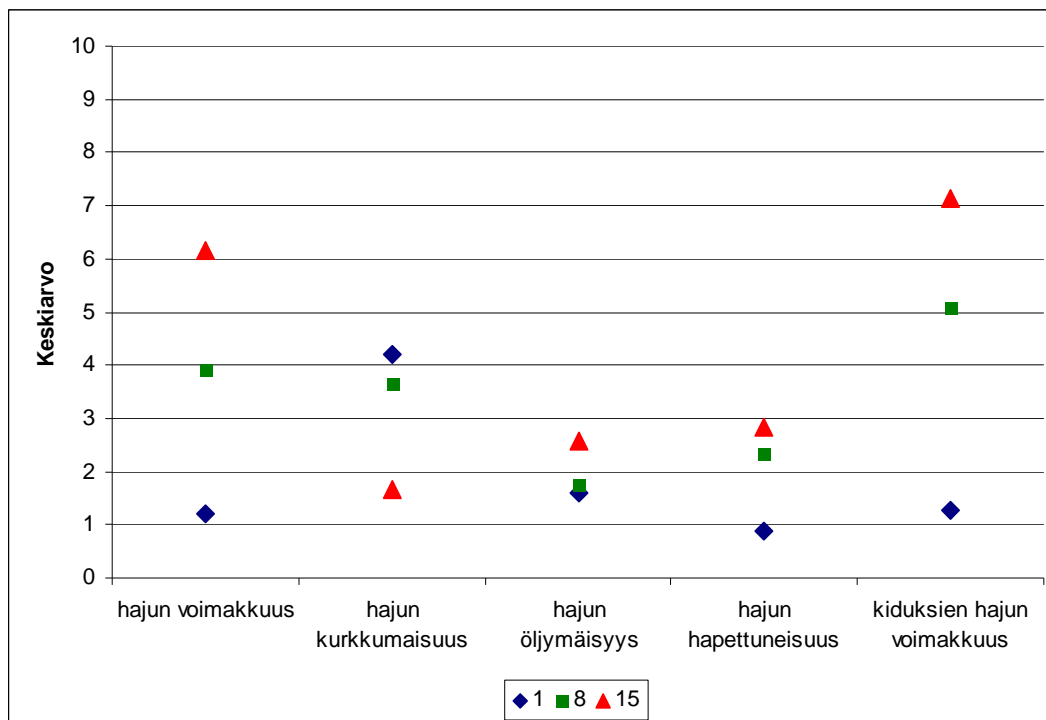
kuivui. Kalat jätettiin uudelleen heti ja säilytykseen jääneet kalat ”kastuivat ja kostuivat” uusien jäiden ansiosta.

#### 4.2.4 Profiilin yhteenveto: kolme eri profiilia kolmelle eri-ikäiselle meressä kasvatetulle siialle, niin raa’alle kuin kypsällekin kalalle

##### Raaka

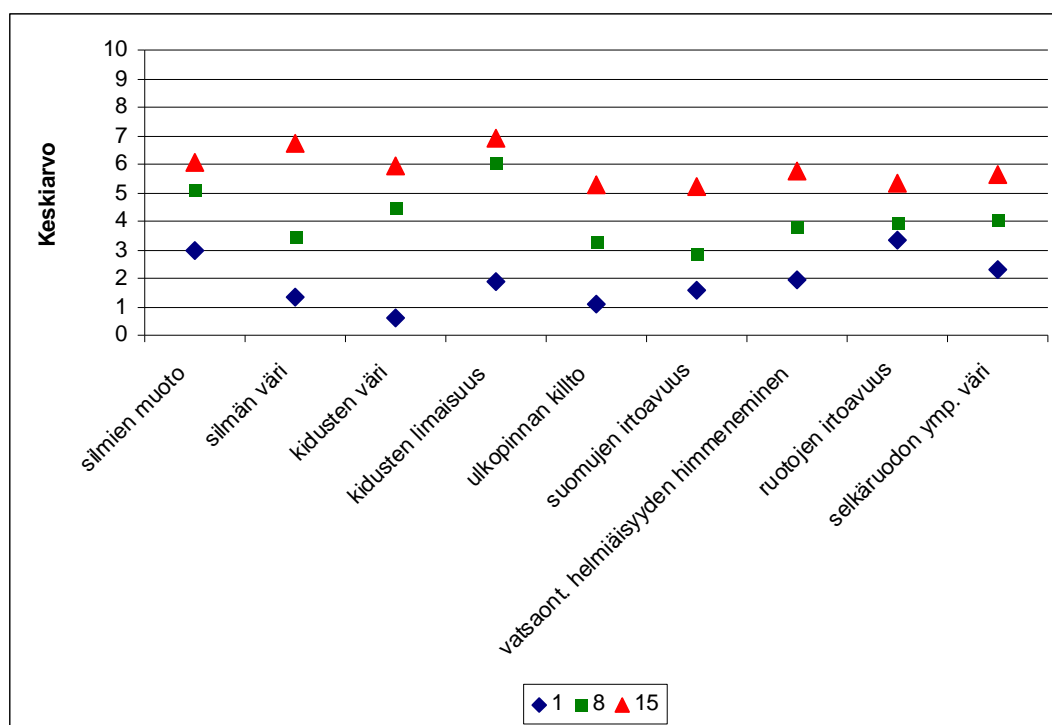
Kuviin 18 (haju), 19 (ulkonäkö) ja 20 (rakenne) on otettu kaikki raa’alle kalalle käytetyt ominaisuudet. Kuvien avulla pystytään hahmottamaan meressä kasvatetulle siialle kolme eri profiilia kalan tuoreuden mukaan: tuorein (1 vrk kalan nostosta), keski-ikäinen (8 vrk kalan nostosta) ja vanhin (15 vrk kalan nostosta). Profiiliin on valittu ne ominaisuudet, joiden tulokset menevät loogisesti järjestyksessä haju-, ulkonäkö- ja rakenneominaisuuksiensa osalta kalan iän mukaan. Vuorokauden ikäinen kala edustaa juuri nostetun kalan profiilia, kahdeksan vuorokauden ikäinen kala edustaa tilannetta, jossa kalan profiili luultavasti on, kun asiakas ostaa kalan kaupasta, ja viidentoista vuorokauden päästä kala edustaa jo tilaa, jollaista kalaa ei toivottavasti löydy enää kaupan kalatiskistä.

Kuvasta 18 näemme, että raa’an kalan hajusta oli tuoreena havaittavissa kurkkumaisuutta, joka hävisi kalan vanhetessa. Pilaantuessaan raa’an kalan hajussa erottui öljymäinen ja hapettunut haju. Säilytyksen aikana raa’an kalan hajun voimakkuus myös lisääntyi ja kidusten haju voimistui.

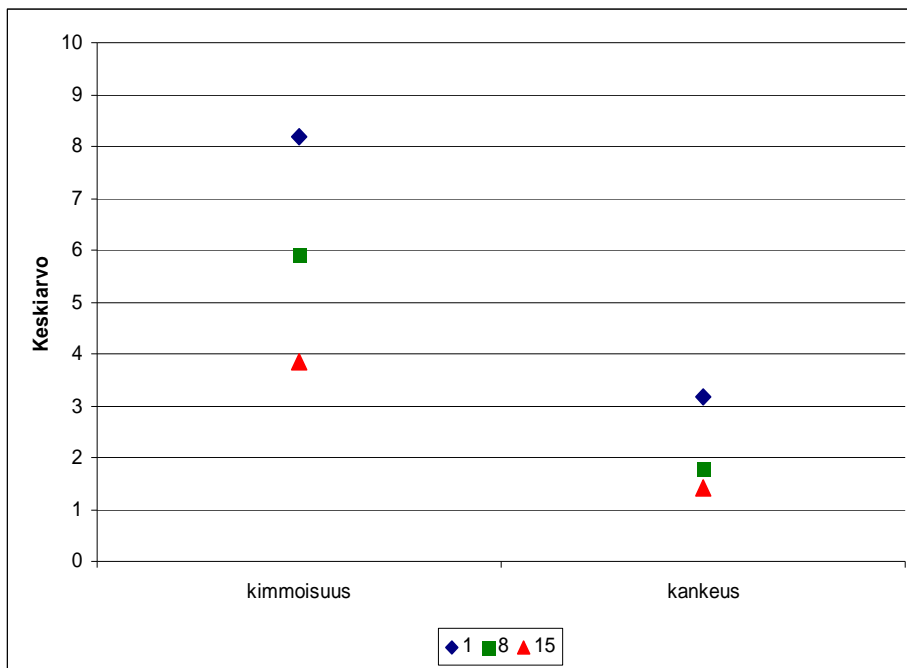


**Kuva 18.** Raa’an kalan hajun profiilit tuoreelle, vanhalle ja keski-ikäiselle kalanäytteelle

Raa'an kalan ulkonäön profiilit on kerätty kuvaan 19. Kuvasta voimme nähdä, että raa'an kalan ulkonäköä kuvaavat ominaisuudet kasvoivat kalan vanhetessa. Tässä tutkimuksessa käytettyjen ominaisuuksien ääripäätt olivat raa'an kalan ulkonäköominaisuuksia kuvattaessa asetettu niin, että pilaantuessa ominaisuuden arvo kasvaa. Silmän muoto muuttui kalan vanhetessa kuperasta koveraksi, silmän väri muuttui kirkkaasta sameaksi, kiduksen väri muuttui viininpunaisesta harmaan-ruskeaksi, kidusten limaisuus muuttui kirkkaasta limasta paksuksi sameaksi limaksi, ulkopinnan kiilto hävisi, suomuja irtosi, vatsaontelon helmiäisyys himmeni, ruodot alkoivat irrota ja selkäruodon ympäröksen väri muuttui vaaleasta tummaksi. Raa'an kalan rakenteessa (kuva 20) huomaa, kuinka tuoreen kalan ominaisuudet kimmoisuus ja kankeus häviävät kalan vanhetessa.



**Kuva 19:** Raa'an kalan ulkonäön profiilit tuoreelle, vanhalle ja "keski-ikäiselle" kalanäytteelle



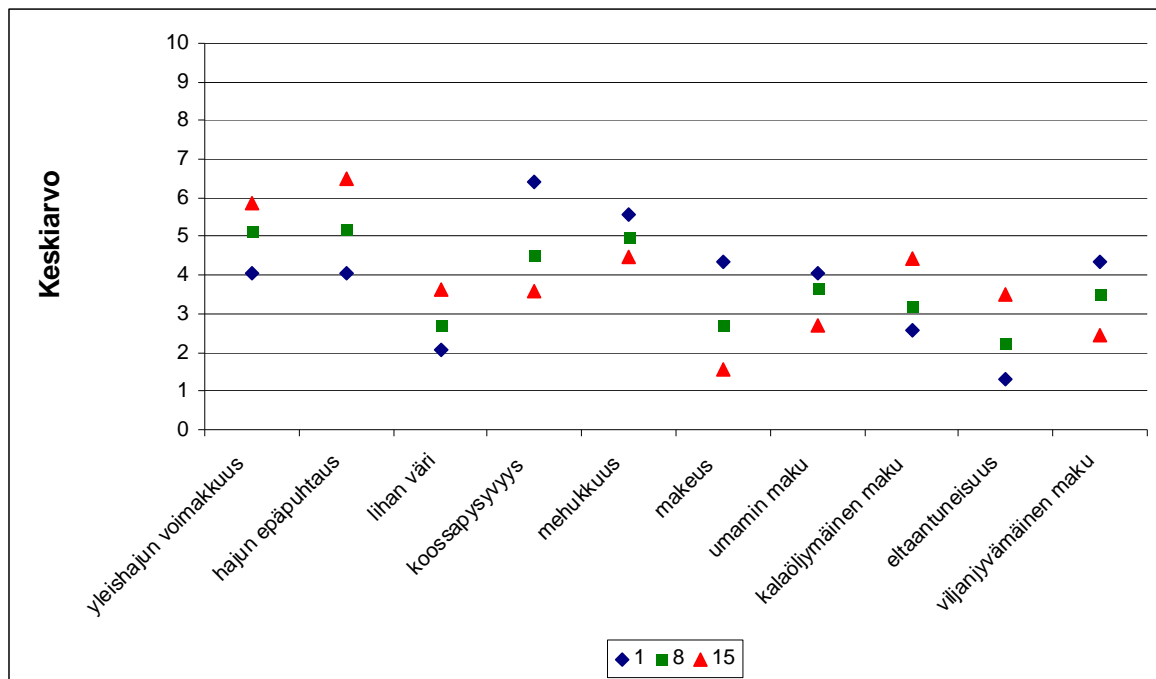
**Kuva 20:** Raa'an kalan rakenne profiilit tuoreelle, vanhalle ja keski-ikäiselle kalanäytteelle

### Kypsä

Toisen osion kypsän kalan tuloksista voitiin nähdä, ettei monikaan käytetty ominaisuus kertonut systemaattisesti oikeassa järjestyksessä kalan pilaantumisesta tai tuoreudesta. Esimerkiksi mehukkuus meni täysin samoihin niin ensimmäisenä kuin viimeisenä arviointiajankohtana. Profiilin toisen osion tulokset on esitetty liitteissä 15 ja 16.

Kypsällä kalalla kannattaisi ehkä käyttää vain kuvassa 21 esitettyjä ominaisuuksia. Kuvaan poimitut ominaisuudet valittiin niin, että ominaisuuksien tuloksista pystyttiin selvästi erottamaan tuorein ja vanhin kalanäyte. Lisäksi kuvaan on lisätty myös arvioinnin puolenvälin (8 vrk nostosta) tulokset. Näiden tulosten tuli sijoittua tuoreimpana (1 vrk nostosta) ja vanhimpana (15 vrk nostosta) arvioitujen näytteiden tulosten väliin.

Kypsän siian yleishaju oli tuoreellakin kalalla kohtalainen (4) ja yleishaju voimistui kalan vanhetessa (kuva 21). Kypsän kalan hajun epäpuhtaus lisääntyi kalan vanhetessa, ja lihan väri muuttui vaaleasta vaaleanruskean harmaaksi. Kypsän kalan koossapysyvyys heikkeni ja mehukkuus katosi (kala muuttuu kuivaksi). Kypsän kalan makeus ja umamin maku sekä viljanjyvämäinen maku heikkenivät. Kalaöljymäinen maku ja eltaantuneisuus voimistuivat kalan vanhetessa.



Kuva 21: Kypsän kalan kolme eri profiilia kolmelle eri-ikäiselle siialle

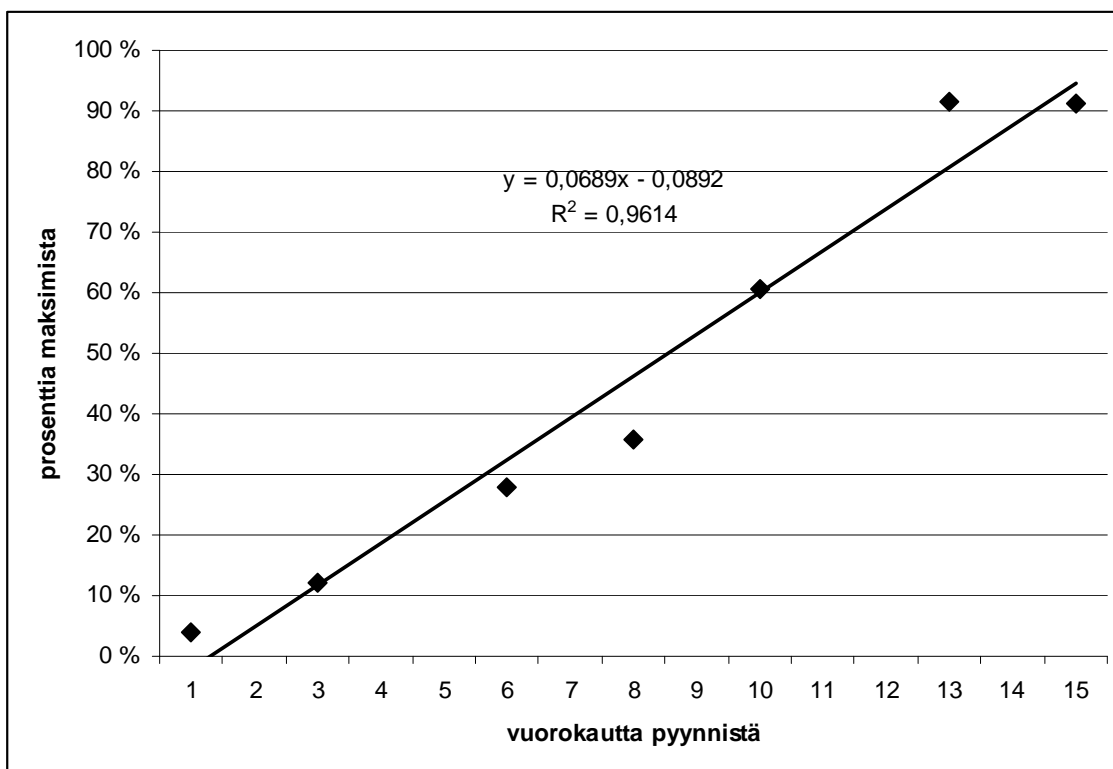
### 4.3 Kasvatetun siian QIM

Työn toteutus jaettiin kahteen eri osioon. Osittain siksi, että tutkimuksessa käytettyjen ka-laerien tutkiminen oli helpompi hallita, kun työ jaettiin osiin, toisaalta myös siksi, että tu-losten toistettavuutta voitiin arvioida vain lisäämällä toistoja. Toisaalta arvioijien harjaan-tuminen menetelmän käyttöön paranee jokaisella arviointikerralla, joten ensimmäiseen osioon ei otettu kuin yksi arvioitava erä, jotta arvioijat pystyivät hallitsemaan näytteiden määrän. Seuraavaan tutkimusosioon tutkittavien näytteiden määrää lisättiin. Niin ensim-mäisessä kuin toisessakin osiossa tutkittiin syyskalaa.

#### 4.3.1 Ensimmäinen osio

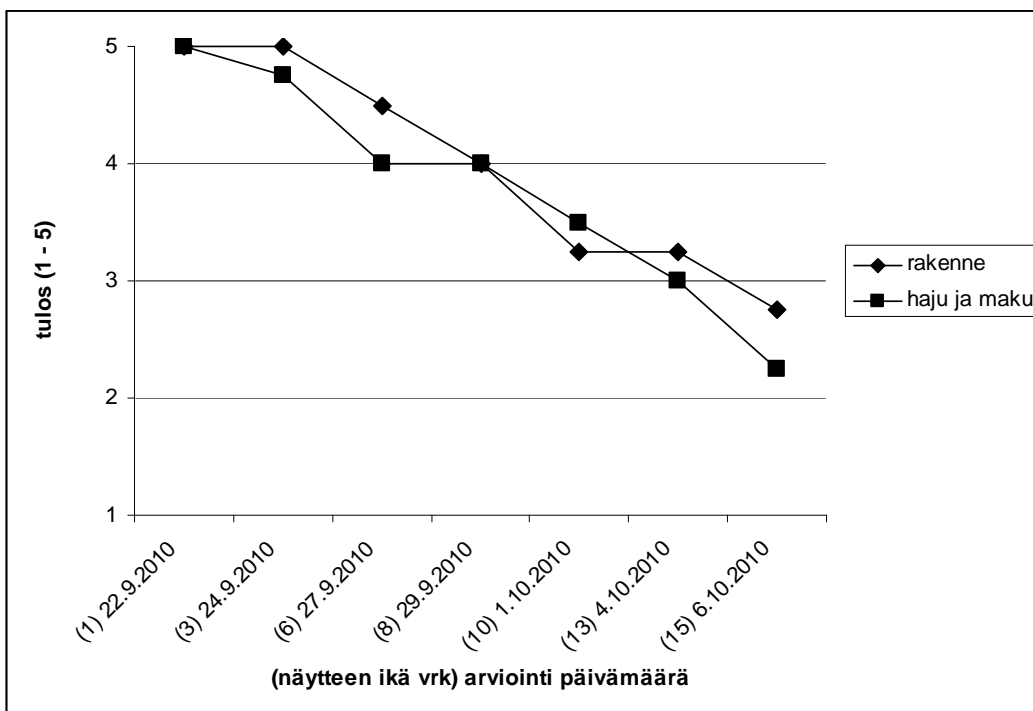
Ensimmäisen tutkimusosion suoritus, QIM-luonti sijoittui syykuuhun 2010. Ensimmäises-sä osiossa ei päästy alustavan QIM-luonnoksen käytössä 100 prosenttiin; ei käytetty suu-rinta mahdollista pistemäärää kaikkien tutkittujen ominaisuuksien kohdalla, eli tämän ko-keen perusteella näyte ei olisi ollut vielä 100-prosenttisesti pilaantunut. Kiduskansien vä-rissä ja kalan pinnan hajussa ei käytetty vielä suurinta pistemäärää. QIM-luonnoksen as-teikko ei siis vielä vastannut täysin siian pilaantumista. Seuraavaan arviointiosioon jäi mie-tittäväksi, tulisiko QIM-luonnosta muuttaa vielä näiden ominaisuuksien suhteen, jos siialla ei päästä edes pilaantumisen loppupuolella näillä ominaisuuksilla maksimipistemäärään. Kuvasta 22 nähdään, että QIM-luonnoksella saadut laatuindeksit (QI) kalan säilyvyysaika-

na sijoittuivat suhteellisen hyvin suoralle. Selitysaste ( $R^2$ ) oli 0,96. Tulos ei ollut vielä luotettava pienen otoksen takia, mutta näin luonnosvaiheessa se oli hyvä.



Kuva 22: QIM- luonnoksen pohjalta saatu laatuindeksi (arvioijia 5, arvioituja kaloja 4 kpl)

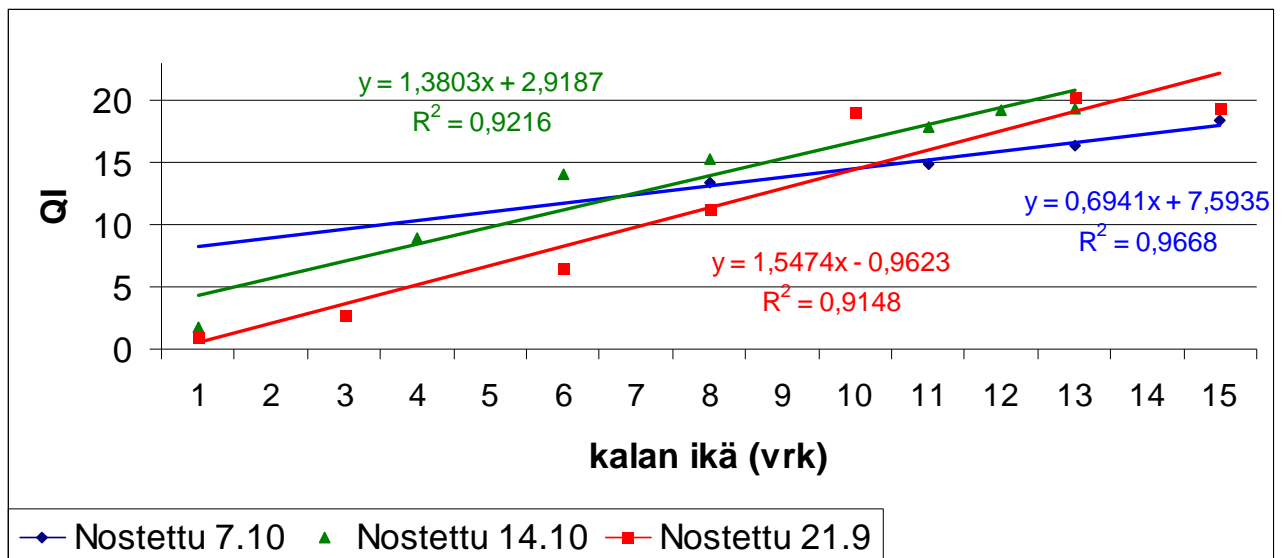
QIM:n varmentamisessa laatupistemenetelmällä (Evira 8001) käytettiin kypsennettyä kalaa. Kuvasta 23 nähdään, että kauppakelpoisuutta arvioitaessa näyte oli kauppakelvotonta (tulos alle 3) 15 päivän ikäisenä.



Kuva 23: Kauppakelpoisuuden määrittäminen kypsästä kalasta Evira 8001 (5 arvioijaa, 4 kalaa)

### 4.3.2 Toinen osio

Kuvasta 24 nähdään, että kun kaikkien erien QI-tulokset kerättiin yhteen kuvaan ja tarkasteltiin kunkin erän tulosten selityssastetta, voidaan sanoa, että selityssasteet 0,9216, 0,9148 ja 0,9668 ovat kaikki hyviä. 7.10.2010 nostetun erän selityssaste 0,9668 on jo tavoiteltavaa luokkaa. Yleisesti voidaan sanoa, jos selityssaste on yli 0,95, tulokset ovat tilastollisesti luotettavia. Muilla kalalajeille, joille QIM on tehty, lopullisen QIM:n selityssasteet ovat vaihdelleet kalalajeittain 0,7–0,9, yleisesti niin, että isommat kalalajit (painollisesti suuremmat) ovat saaneet paremman selityssasteen (kuten turska ja lohi) ja pienemmät (kuten kampelakalat ja katkat) pienemmän.



Kuva 24: Kolmen eri kalaerän QI

### 4.3.3 QIM-luonnos

Taulukossa 6 on kuvattu QIM-luonnoksen vaiheet ja vaiheiden muutokset on numeroitu ja selitetty taulukon alla. Taulukko 7 kuvaa viimeisintä versiota QIM-luonnoksesta.

#### Taulukon 6 selitykset:

- 1) lisätty 22.10.
- 2) siirretty 22.10. pisteeltä 1 pisteelle 0
- 3) punaiset – tarkennettu viininpunaiset 22.10.
- 4) korjattu 22.10, aiemmin lima kuvattu 1 pisteessä maitomainen, paakkuuntunut, venyvä, paksuuntunut lima
- 5) lisätty 1 pisteelle ruohomainen 22.10.
- 6) poistettu prosentit 27.9.
- 7) lisätty 27.9.
- 8) hajut siirretty kunkin arvioitavan kalan osan arvioinnin alkuun 29.9., jotta muita ominaisuuksia tarkasteltaessa, ei hajua hälvennetä
- 9) muutettu ”hapan” – ”hapantuneeksi” 1.10.
- 10) poistettiin nahan liman arviointi, sillä lima hävisi kalaa säilytettäessä – ehkä jäiden sulamisen ja vaihtamisen yhteydessä huuhtoutui pois 4.10.
- 11) tarkennettu prosentimerkinnät 15.10.
- 12) siirretty öljymäinen 3 pisteen riviltä 2 pisteen riville 15.10.
- 13) poistettu ”vähän”-sana 20.10.
- 14) lisätty suurimmaksiosaksi 20.10.  
poistettu ”pilaantunut”-sana 22.10.

**Taulukko 6.** QIM-luonnoksen vaiheet

Laatuun liittyvä ominaisuus		Kuvaus	Pisteytys
<b>Nahka</b>	Väri/ ulkonäkö	Helmiäisenhohtoinen pinta (intensiteetti) <sup>1</sup>	0
		Pinnan helmiäisenhohto <sup>13</sup> vähentynyt <sup>6</sup>	1
	Rakenne	Kuolinjäykkyä	0
		Sormenpainalluskohta häviää nopeasti	1
		Sormenpainalluskohta kestää yli 3 sekuntia	2
	Kiduskansien veren määrä <sup>7</sup>	Ei yhtään	0
		Jonkin verran (alle 30 %) <sup>11</sup>	1
		Paljon (yli 30 %) <sup>11</sup>	2
	Haju	Kurkkumainen <sup>2</sup> , tuore merilevä	0
		Metallinen, neutraali	1
		Kalamainen	2
		<sup>15</sup> Hapantunut <sup>9</sup>	3
	<b>Silmät</b>	Pupillit	Kirkkaat ja mustat, metallinkiiltoiset
Tummanharmaat			1
Mattapintaiset, harmaat, sameat			2
Muoto		Kuperat	0
		Tasaiset	1
		Painuneet (koverat)	2
<b>Kidukset</b>	Haju <sup>8</sup>	Tuore, merilevämäinen, kurkkumainen	0
		Metallimainen, ruohomainen <sup>5</sup>	1
		Hapantunut, öljymäinen	2
		Pilaantunut, käynyt	3
	Väri	Viinipunaaiset <sup>3</sup>	0
		Vaaleanpunaaiset, pinkit, vaaleanruskeat	1
		Harmaanruskeat, vihreät	2
	Lima	Läpinäkyvä, kirkas juokseva lima	0
		Paksuuntunut kirkas lima <sup>4</sup>	1
		Maitomainen, venyvä, paksuuntunut, samea lima	2
<b>Vatsa</b>	Haju <sup>8</sup>	Raikas, kurkku	0
		Neutraali	1
		Hapantunut, kalamainen, öljymäinen <sup>12</sup>	2
		Pilaantunut	3
	Veri vatsassa	Veri punaista tai sitä ei ole lainkaan	0
		Veri suurimmaksi osaksi <sup>14</sup> ruskehtavaa	1
<b>Laatuindeksi (Quality Index)</b>			0-23



Taulukko 7. Lopullinen versio QIM -luonnoksesta

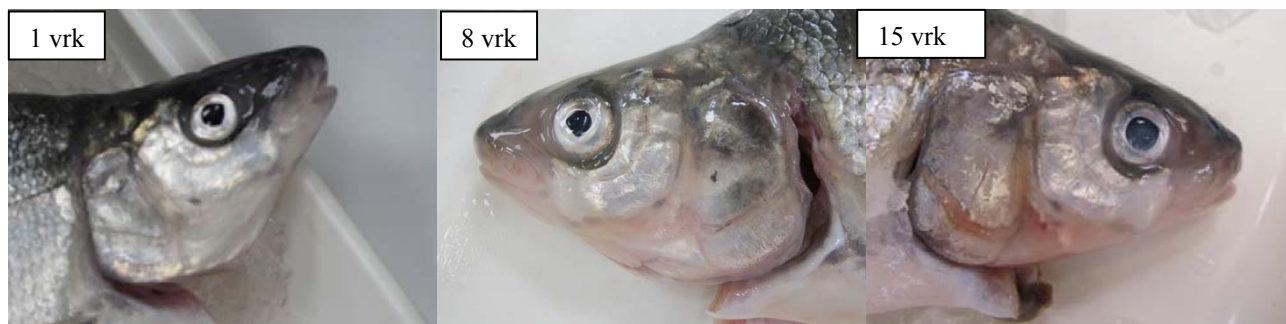
Laatuun liittyvä ominaisuus		Kuvaus	Pisteytys
Nahka	Väri/ ulkonäkö	Helmiäisenhohtoinen pinta (intensiteetti)	0
		Pinnan helmiäisenhohto vähentynyt	1
	Rakenne	Kuolinjäykkyä	0
		Sormenpainalluskohta häviää nopeasti	1
		Sormenpainalluskohta kestää yli 3 sekuntia	2
	Kiduskansien veren määrä	Ei yhtään	0
		Jonkin verran (alle 30 %)	1
		Paljon (yli 30 %)	2
	Haju	Kurkkumainen, tuore merilevä	0
		Metallinen, neutraali	1
		Kalamainen	2
		Hapantunut	3
	Silmät	Pupillit	Kirkkaat ja mustat, metallinkiiltoiset
Tummanharmaat			1
Mattapintaiset, harmaat, sameat			2
Muoto		Kuperat	0
		Tasaiset	1
		Painuneet (koverat)	2
Kidukset	Haju	Tuore, merilevämainen, kurkkumainen	0
		Metallimainen, ruohomainen	1
		Hapantunut, öljymäinen	2
		Pilaantunut, käynyt	3
	Väri	Viinipunaaiset	0
		Vaaleanpunaaiset, pinkit, vaaleanruskeat	1
		Harmaanruskeat, vihreät	2
	Lima	Läpinäkyvä, kirkas juokseva lima	0
		Paksuuntunut kirkas lima	1
		Maitomainen, venyvä, paksuuntunut, samea lima	2
Vatsa	Haju	Raikas, kurkku	0
		Neutraali	1
		Hapantunut, kalamainen, öljymäinen	2
		Pilaantunut	3
	Veri vatsassa	Veri punaista tai sitä ei ole lainkaan	0
		Veri suurimmaksi osaksi ruskehtavaa	1
Laatuindeksi (Quality Index)			0-23

### QIM:n kuvantaminen

Koska tärkeä osa QI-menetelmää on ominaisuuksien muutosten valokuvaus, myös tässä työssä valokuvattiin näytemateriaalia jokaisena arviointipäivänä. QIM:llä kuvataan kiduksia, silmiä ja koko kalaa. Kuvissa 25, 26 ja 27 on kuvattu muutoksia 1, 8 ja 15 vuorokauden kuluttua kalan nostosta. Kuvien ominaisuuksien muutoksia voi verrata taulukon 7 ominaisuuksien muutosten pisteytyksiin ja näin harjoitella menetelmän käyttöä.



**Kuva 25.** Kidusten muutoksia 1, 8 ja 15 vuorokauden kuluttua kalan nostosta (kuva: Anu Järvelä)



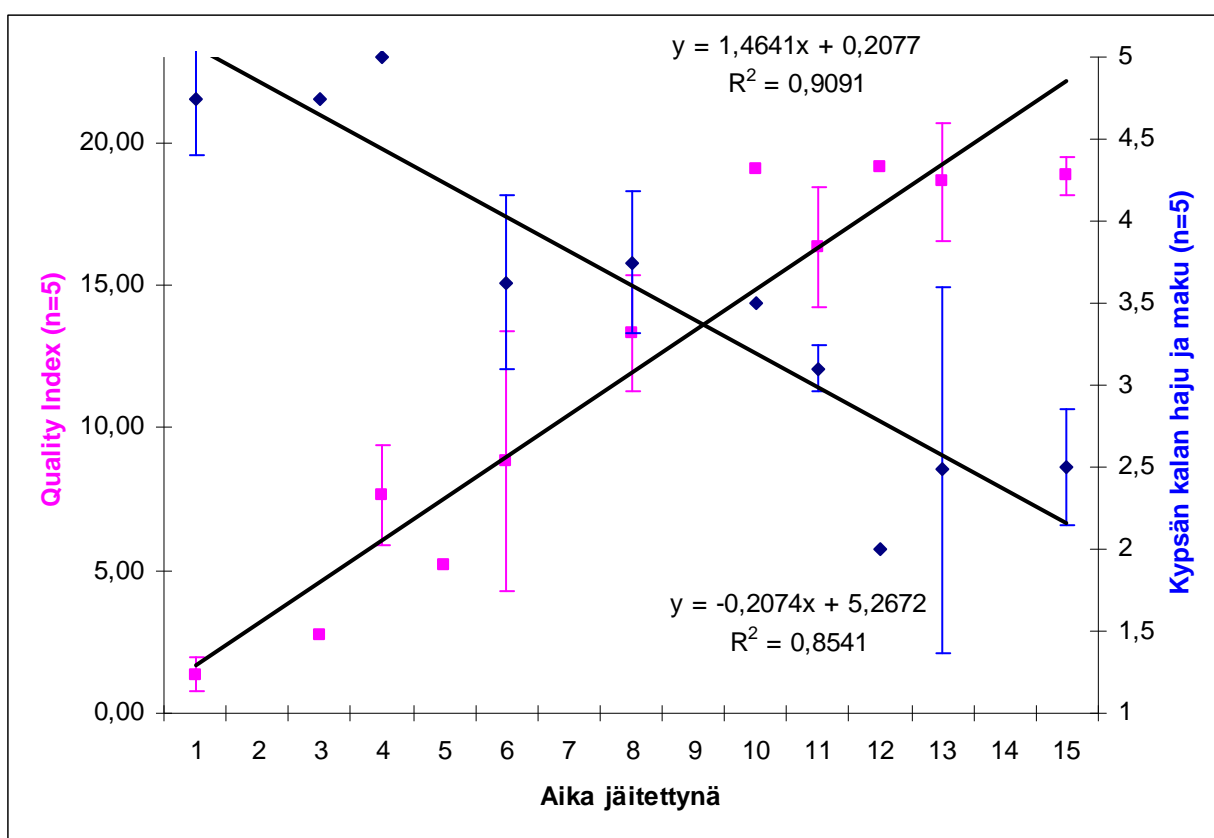
**Kuva 26.** Silmien ja kiduskansien muutoksia 1, 8 ja 15 vuorokauden kuluttua kalan nostosta (kuva: Anu Järvelä)



**Kuva 27.** Siian muutoksia 1, 8 ja 15 vuorokauden kuluttua kalan nostosta (kuva: Anu Järvelä)

## QIM-tulosten yhteenveto

Yleisesti, kun QIM-tuloksia esitetään, asetetaan erien keskiarvo QI-suoraksi. Samaan kuvaan tuodaan myös kypsän kalan arviointien tulokset (kuva 28), jolloin voidaan kerralla nähdä, minkä ikäisenä kypsästä kalasta havaitaan pilaantuminen ja kuinka suuri QI on ko. vaiheessa. Kuvasta 28 nähdään, että kypsä kala saavuttaa kauppakelpoisuuden rajan (alle 3) noin 11. päivän kohdalla, jolloin myös raa'an kalan QI saavuttaa tasaantumisen vaiheen. Raati ei siis käyttänyt arvioinnissa koko QI-asteikkoa, vaan suurin mahdollinen QI-tulos jäi käyttämättä. Tässä tutkimuksessa mikrobiologisenkin tutkimuksen tulokset tukevat QI-tulosta.

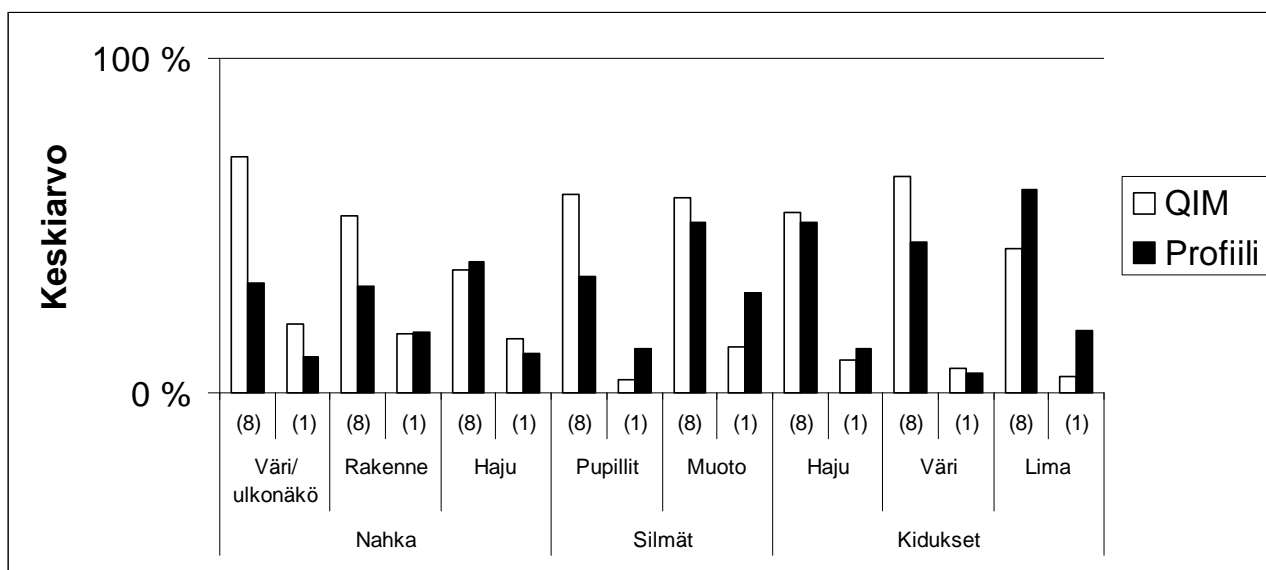


**Kuva 28.** Kaikkien arvioitujen kalaerien (n=4) QI ja kypsän kalan kauppakelpoisuus tulokset keskiarvot ja keskihajonnat (jos ko. päivänä arvioitu useampi erä)

#### 4.4 Profiilissa ja QIM:ssä käytettyjen ominaisuuksien tuloksien yhdenmukaisuus

Tässä työssä käytettiin samoille kalaerille useita eri menetelmiä arvioimaan kalan pilaantumista. Kahdella eri profiiliraadilla saatiin niin kypsälle kuin raa'allekin kalalle kolme eri profiilia riippuen kalan iästä. Saatiin myös muodostettua ja testattua QIM-luonnos. Kypsän kalan arviointi tehtiin laadunvarmistuksena profiiliraadille. Kypsällä kalalla käytettiin laatu-  
tupistemenetelmää (Evira 8001), jossa ei oltu ominaisuuskohtaisesti eroteltu arvioitavia ominaisuuksia, vain yleisesti hajun ja maun muutosta (asteikolla 1–5). Kuitenkin, jos verrataan raa'an kalan profiilin tuloksia (arvioijia keskimäärin arviointikerroilla 7 arvioijaa, arvioijia yhteensä 9 arvioijaa) ja QIM-raadin raa'an kalan tuloksia (arvioitu niin profiililla ja QIM:llä samoja ominaisuuksia), voimme havaita, että kaikkia ominaisuuksia ei ole eri menetelmillä arvioitu samalla tavoin. Kuvaan 29 on koottu ne ominaisuudet, jotka raa'alla kalalla tutkittiin niin profiili- kuin QIM-raadillakin. Tulokset muutettiin muotoon prosenttia maksimista: profiilin janan pituus oli 10 cm, eli suurin mahdollinen tulos oli 10, ja QIM:n suurin mahdollinen tulos vaihteli ominaisuusittain välillä 1–3. Näin ollen tuloksista saatiin vertailukelpoiset, kun kunkin ominaisuuden tulokset suhteutettiin maksimiin prosentteina.

Kuvasta 29 nähdään, että profiilin ja QIM:n tulokset eivät kulje kaikkien ominaisuuksien osalta samassa linjassa. Jonkin ominaisuuden osalta vanhemman kalan (8 vrk) tulokset saattavat olla lähekkäin niin QIM- kuin profiiliraadillakin, mutta tuoreella kalalla (1 vrk) ominaisuudet poikkeavat toisistaan. Parhaiten QIM- ja profiiliraadi noudattavat samaa linjaa kidusten hajun ja värin suhteen.



Kuva 29. Ominaisuuksien tulokset QIM (n=5)- ja profiili (n=7)-raadin tuloksia verraten

## 5 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa saatiin luotua QIM-luonnos meressä kasvatetulle siialle ja samalla saatiin tietoa siian aistittavista ominaisuuksista ja niiden muutoksista säilytyksen aikana. Normaaliin QIM- luontiprosessiin verrattuna saatiin samalla myös profiilit niin tuoreelle kuin myös ”keski-ikäiselle” (8 vrk) ja käyttöikänsä loppupäässä olevalle siialle. Profiilien kuvaaminen ei kuulunut tämän työn alkuperäisiin tavoitteisiin, mutta profiilit saatiin tehtyä tämän tutkimuksen ohessa.

Tutkimukseen toi haasteellisuutta se, että QIM:n luomiseksi piti toteuttaa ”itse” tutkimussuunnitelma, miten meressä kasvatetun siian QIM saadaan toteutettua. Koska QIM on jo olemassa oleva menetelmä, pidettiin tärkeänä, että tutkimussuunnitelma laaditaan jo olemassa olevan menetelmän mukaan, kuitenkin tarkkoja ohjeita menetelmän toteuttamiseksi ei löytynyt, tai ohjeet jotka löytyivät eivät olleet aukottomia, tai verrattavissa, ohjeissa esiintyi ristiriitoja. Kirjallisuudessa ei ollut kuitenkaan tarkkaan kuvattu QIM:n eri vaiheita. Eroja löytyi muunmuassa siitä, kuinka usein kalanäytteen tutkittiin niin kypsästä kuin raa’astakin kalasta, mutta myös profiilimenetelmää käytettiin vaihtelevasti QIM:n tukena. Ei löytynyt suoraan valmiita ohjeita toteutusta varten joita oltaisiin voitu seurata, vaan tarvittiin myös ohjeiden soveltamiskykyä. Välillä oltiin yhteydessä muihin tutkijoihin, jotka olivat luoneet QIM:n muulle kalalajille. Tämän tutkimuksen tutkimussuunnitelma lähetettiin vielä arvioitavaksi toisille tutkijoille, jotka tuntevat myös menetelmän..

Tässä tutkimuksessa oli tärkeää, että kasvatetun siian säilyvyysaika tutkittiin eri menetelmillä, jotta tutkimussuunnitelma pystyttiin laatimaan mahdollisimman täsmälliseksi, arviointiajankohdat olivat siian säilyvyyden kannalta oikeat. Seuraavan kalalajin QIM:ä luotaessa ei profiilia tarvitse tehdä tässä laajuudessa, vaan esimerkiksi ainoastaan QIM-luonnin alussa ja tulosten tarkennuksessa, mutta ei jokaisessa arviointikerrassa, toisaalta profiiliraadin tuloksista saadaan tukea laatuindeksille.

QIM-raadin tekemä kalan kauppakelpoisuuden arviointi (Evira 8001) kypsälle kalalla oli ns. ylimääräinen laadunvarmistus profiiliraadin tuloksille. QIM-raadin tuloksien tarkistamiseen tarvitaan aina eri raati, joka arvioi QIM:n toimivuuden Tässä työssä profiiliraati tarkasti QIM-tuloksen.

Koska samaa kalaerää arvioitiin kunakin arviointiajankohtana sekä QIM-luonnoksella, profiilimenetelmällä, että kypsän kalan kauppakelpoisuuden varmistamismenetelmällä, voidaan sanoa, että QIM-luonnosta on voitu kattavasti verrata muilla menetelmillä saatuihin tuloksiin. Esimerkiksi säilyvyysaika korreloi menetelmien välillä, ja on näin käyttökelpoinen tuoreuden indikaattori. Luonnoksen pohjalta voidaan siirsyhtyä QIM:n validointiin.

Kypsän siian tuoreuden arvioitiin heikentyneen yhtäläillä niin profiilimenetelmän kuin kypsän kalan kauppakelpoisuuden arviointimenetelmällä. Sinänsä näiden menetelmien tuloksia ei voida verrata täysin aukottomasti, sillä kypsän siian profiilille ei määritetty pilaantuneen siian rajaa, jolloin profiilista olisi voitu todeta siian pilaantuneen. Profiilista voidaan lähinnä nähdä, että arvioitujen ominaisuuksien osalta oli havaittavissa eroja tuoreimman ja vanhimman näytteen tuloksissa. Kauppakelpoisuuden arvioinnissa oli annettu selkeä pistemäärä, jolloin kala on kauppakelvoton. Kypsän siian profiilia voitaisiin kehittää edelleen ja määrittää myös tämä raja.

Luoma ja Latva-Kala (1998) tutkivat Suomelle merkittävien kalalajien aistinvaraisia profiileja. Heidän tutkimuksessaan siika erosi kurkkumaisen hajun suhteen muista ryhmän kaloista. Lisäksi hajua pidettiin selvästi raikkaana/merivesimäisenä ja heikosti leikatun ruohon hajuisena. Muiden hajuominaisuuksien voimakkuus oli heikko, kuten myös yleisvoimakkuus. Ra'alla kalalla oli hyvin mieto. Kypsän siian haju oli heikosti keitetyn maissin hajuinen ja havaittiin heikko keitetyn maksan tyyppinen haju, metallimainen, levämäinen, maamainen ja märän oljen tyyppinen haju. Makua kuvailtiin selvästi aromikkaaksi, viljanjyvämäiseksi ja heikosti maamaiseksi. Liha tarttui kypsänä hampaisiin purekseltaessa ja oli selvästi kiinteä (Luoma ja Latva-Kala 1998).

Tässä tutkimuksen siian aistinvarainen profiilista erottui myös tuoreen ra'an siian kurkkumainen haju. Öljymäinen ja hapettunut haju myös voimistui. Kypsän siian yleishajun havaittiin voimistuvan kalan vanhetessa, epäpuhdas haju lisääntyi. Kalan lihan väri muuttui harmahtavan vaaleanruskeaksi. Rakennemuutoksena huomattiin koossapysyvyyden heikkeneminen ja mehukkuuden katoaminen kalan vanhetessa. Siian makeus, umamin maku ja viljanjyvämäinen maku heikkenivät, kun taas kalaöljymäinen maku ja eltaantuneisuus voimistuivat kalan vanhetessa.

Tämän työn tuloksista havaittiin, että ra'an siian profiilin ja QI-menetelmän tulokset eivät ole yhtäläisiä kaikkien ominaisuuksien suhteen. Tähän voi vaikuttaa menetelmien erilaiset

arviointiasteikot. Profiiliraadin asteikko oli 10 cm pitkä jana, jolle arvioijan tuli sijoittaa tuloksensa. QIM-raadin asteikko oli numeerinen 0–2 tai 0–3. Näin ollen QIM-asteikossa arvioijan oli ehkä helpompi ymmärtää, että 0 kuvaa tuoreen kalan ominaisuuksia ja 0-arvosanan antaminen oli luontevampaa. Profiiliraadin asteikolla tulee helpommin annettua tulos, että myös tuoreella kalalla löytyy hieman ko. ominaisuutta – ei arvioida helposti ominaisuuden olevan täysin havainnoimaton, vaan käytetään skaalaa heti laajemmin.

QIM-arviointitilanteessa arvioitiin kaikki silmien ominaisuudet kerralla, kuten myös kidusten ominaisuudet. Jokainen arvioi ensin itsenäisesti kaikki näytteet sillä kertaa arvioinnissa olevan kalan osan suhteen, jonka jälkeen tuloksista keskusteltiin. Sen jälkeen käytiin yhdessä ominaisuus/ominaisuusryhmä (kuten silmät tai kidukset) läpi, jottei esim. kankeuden kokeilusta saatu vinkkejä helmiäisen arviointiin. Jatkossa olisi hyvä peittää edellisten ominaisuuksien tulokset, jotta aiemmat tulokset eivät vaikuta seuraavien ominaisuuksien arviointien tuloksiin.

Raa'an siian hajun arvioinnissa havaittiin, että kun QIM-raati käytti yhteisiä kaloja arviointiin, kalan nahan hajun arvioiminen hankaloitui, kun kalaa käännettiin ja kala joutui ilman kanssa kosketuksiin. Jääpuolelta kalan nahan haju oli voimakkaampi kuin ilmapuolelta. Haju myös heikkeni sitä enemmän, mitä useampi arvioija oli arvioinut näytteen, eli arviointijärjestys vaikutti kalan nahan hajun voimakkuuden arviointiin.

Todettiin myös, että arvioijien osaamisen tässä vaiheessa arvioijat eivät pystyneet arvioimaan kerralla kahdeksaa kalaa enempää. Tämä voi olla yksi syy, miksi ennen validointia QIM-luonnoksen toimivuutta tulisi vielä testata ennen varsinaisen validoinnin aloitusta, jotta arvioijien kykyä arvioida useampaa kalanäytettä voitaisiin kasvattaa tulosten luotettavuuden kärsimättä.

QIM-luonnoksen laatimisen aikana havaittiin myös, että kalan lihan oma väri vaikuttaa veren värin arvioimiseen. Tästä voi seurata tulokseen virhettä riippuen arvioitavien näytteiden luontaisista ominaisuuksista. Kalan rakennetta arvioitaessa pohdittiin myös, riittäisikö painalluksen pysyvyyden arvioinnissa pelkästään katsomalla arviointi, niin että näytettä ei kosketettaisi ollenkaan sormin.

Toisen arviointiosion aikana, jolloin näytteitä oli enemmän ja käytössä oli kaksi 0 °C:n kylmäkaappia, havaittiin, että toinen kylmäkaappi pystyi pitämään näytteet kylmempinä –

jäitä ei tarvinnut vaihtaa yhtä usein. Huomattiin myös, että tutkimuksen olosuhteiden luottettavan arvioinnin kannalta olisi hyvä, jos käytettäisiin kussakin kylmäkaapissa kussakin kalalaatikossa tai ainakin jokaisessa kaapissa tiedonkeruulaitetta joka kerää lämpötila arvot määritetyin ajanjaksoin (esim. 5 min välein), jotta voitaisiin verrata kalanäytteen säilytysolosuhteiden yhtäläisyyttä.

Kypsää kalaa arvioitaessa voidaan olettaa tämän tutkimuksen perusteella, että kohta, jota arvioija arvioi kalasta, vaikuttaa ominaisuuksien vahvuuteen. Kun arvioijille annettiin kalapalat satunnaisesti eri kalan kohdista (läheltä kiduksia tai pyrstöä), lähempänä kiduksia ollut kalapala arvioitiin usein huonommaksi kuin pala läheltä pyrstöä. Tämä havainto tehtiin vasta tutkimuksen loppuvaiheilla, joten havaintoa ei saatu vahvistettua. Kauppakelpoisuuden arvioinnin menetelmää voisi kehittää ja tutkia edelleen ottaen huomioon tämä hypoteesi ja selvittää, onko tällä suurta vaikutusta kalan pilaantumisen havainnoimisessa.

Helmiäisen hohto on vaikea arvioida. QIM-raati huomasi, että riippuen kalanäytteen käsittelystä (esim. kova kohtelu) kalan suomut olivat irtoilleet jo tuoreellakin kalalla ja suomuttomia kohtia esiintyi. Näin suomuttomat kohdat, kuten tummat laikut kalan nahassa, vaikuttivat kalan helmiäisyyden voimakkuuden havaitsemiseen. Päätettiin, että kalan helmiäisyyden voimakkuutta arvioidaan kohdasta, jossa suomut ovat tallella. Myös mahan kiillon arviointia harkittiin, mutta todettiin, että valaistus vaikuttaa liian voimakkaasti tulokseen, joten näissä olosuhteissa sitä ei voi arvioida. Mietittiin, onko selän tummuus olennaista arvioitaessa meressä kasvatettua siikaa, ja päädyttiin siihen, että luultavasti tummuus riippuu kasvatusympäristön värimaailmasta ja valon määrästä, joten se ei ole tutkittava ominaisuus. QIM-raati totesi, että meressä kasvatetun siian nahan väri ei kerro kalanäytteen iästä. Pohdittiin myös kylkiviivan esiintulon yhteyttä siian tuoreuteen, mutta ei löydetty yhteyttä.

Kalan kidusten väriin vaikuttaa jäittäminen ja verestys. Jää saattaa imeä kiduksista väriä, kun taas huono verestys pitää kidukset normaalia pidempään punaisina. Viranomainen saattaa kalanäytteen tuoreutta arvioidessaan päätellä tuoreuden ainoastaan kidusten väristä. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että pelkästä kidusten väristä ei kalan tuoreutta voi arvioida johtuen jäittämisen ja verestyksen vaikutuksista. Näin ollen on hyvä, että QIM antaa menetelmän arvioida tuoreutta laajemmin ottaen huomioon myös muut tuoreudesta kertovat ominaisuudet, painottamatta liikaa yhtä ominaisuutta ja toisaalta unohtamatta kuitenkin yhtään ominaisuutta (kuten kiduksia).



Profiiliraadin tuloksen luotettavuutta pohdittaessa voidaan pohtia aiheuttiko arvioitujen ominaisuuden suuri määrä arvioijien väsymystä. Toisaalta myös pilaantumista ilmentäviä ominaisuuksia on oltava riittävästi, kun määritetään kauppakelpoisuutta. Se, että on oltava niin tuoreutta kuin pilaantumistakin kuvaavia ominaisuuksia, selittää arvioitujen ominaisuuksien suuren määrän. Nyt saatiin kuitenkin kattava kuva siian profiilista niin tuoreelle, ”keski-ikäiselle” (8 vrk), kuin käyttöajan loppuvaiheelle samalla arviointimenetelmällä ja huomattiin, mitkä ominaisuudet ovat merkittäviä missäkin vaiheessa.

Arvioijien välisten tulosten eroihin voi vaikuttaa mm. arvioijan aistien toimintakyky, arvioijan ikä, kunkin ominaisuuden arvioinnin harjaantuneisuus, kunkin ominaisuuden arvioinnin haasteellisuus (vertailunäytteiden hallinta), vertailunäytteiden oikeellisuus, näytteiden homogeenisuus ja kysymysten asettelun selkeys

## 6 PÄÄTELMÄT

Meressä kasvatetun siian QIM-luonnos saatiin valmiiksi työn tavoitteiden mukaisesti. Säilyvyysajan arviointi, esikoe ja mikrobiologiset tutkimukset, antoivat pohjan tutkimussuunnitelmalle, jonka avulla työ toteutettiin. Tutkituista kalanäytteistä mitattiin myös pH, mutta mittaustuloksista ei saatu tukea siian säilyvyyden arviointiin. Meressä kasvatetulle siialle luotiin profiilit (3 kpl); tuoreelle, keski-ikäiselle ja säilyvyysajan lopussa olevalle siialle. QIM-luonnos saatiin tehtyä, arvioijat koulutettua ja luonnos testattua. Näyttemateriaali valokuvattiin, ja valokuvista ilmenee ominaisuuksien muutokset.

QIM-luonnos on toimiva pohja validoitaessa meressä kasvatetun siian QI-menetelmää. Voidaan myös todeta, että itse QIM soveltuu meressä kasvatetulle siialle ja profiilimenetelmä tukee QIM-tulosta, kuten myös Eviran kauppakelpoisuuden määrittämenetelmä (Evira 8001). Tutkimuksessa käytetty mikrobiologinen menetelmä korreloi QIM-tuloksen kanssa, kun taas pH-tuloksista ei saatu luotettavia mittaustuloksia, joihin QIM-tulosta olisi voitu verrata.

Kuten jo aiemmin tässä työssä pohdittiin, on siis selvää, että niin elintarvikealan toimijat kuin viranomaisetkin tarvitsevat toimivan aistinvaraisen menetelmän kalan tuoreuden arvioinnin yhdenmukaistamiseksi. Kun Euroopan parlamentti ja neuvosto asettaa (EY N:o 853/2004) kalastustuotteiden aistinvaraisen tutkimuksen elintarvikealan toimijoille pakolliseksi, QIM:n voidaan todeta tämän työn pohjalta vastaavan tähän tarpeeseen kotimaisen meressä kasvatetun siian osalta.

## 7 KIRJALLISUUS

Ackman RG, Shahidi F, Wiley J. 2005. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 6 p. Canada: Dalhousie University 3729 s

Airaksinen S. 2005. Siian tuotelaatu. Projekti: Siian laatu kalan tarjontaketjussa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Turun riistan- ja kalantutkimus. Saatavilla: [http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalousloppuraportit/5AKpnSJ7K/Siian\\_tuotelaatu\\_RKTL\\_liite1.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalousloppuraportit/5AKpnSJ7K/Siian_tuotelaatu_RKTL_liite1.pdf)/ Tulostettu 13.12.2009.

Airaksinen S. 2007. Kalankäsittelyn käytännöt ja tuotelaatu. Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Alasalvar CKDA, Taylor A, Oksuz T, Garthwaite MN, Alexis K. 2001. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. Food Chemistry 72:33–40.

[ASTM] American Society for Testing and Materials. 1996. Aroma and Flavor Lexicon for Sensory Evaluation: Terms, Definitions, References, and Examples. DS66. West Conshohocken, PA: ASTM.

Barbosa A, Vaz-Pires P. 2004. Quality index method (QIM): development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). Food Control 15:161-168.

Bonilla AC, Sveinsdottir K, Martinsdottir E. 2007. Development of Quality Index Method (QIM) scheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in shelf life study. Food Control 18:352-358.

Duran A, Erdemli U, Karakaya M, Yilmaz M. 2008. Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in- or post-rigor periods. Fisheries Science. 74:1146-1156.

Esaiassen M, Nilsen H, Joensen S, Skjerdal T, Carlehög M, Eilertsen G, Gundersen B, Elvoll E. 2004. Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). Lebensm-Wiss u- Technol 37:643-648.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/852/2004/EY>. Elintarvike-hygienia-asetus  
853/2004/EY Eläimistä saatavia elintarvikkeita koskevat erityiset hygieniasäädökset  
854/2004 EY Eläimistä saatavien elintarvikkeiden valvonta-asetus  
2073/2005/EY Mikrobikriteeriasetus  
2406/96/EY Neuvoston asetus tiettyjen kalastustuotteiden kaupan pitämistä koskevien yhteisten vaatimusten vahvistamisesta

Eviran julkaisuja 13/2009. Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat.

Eviran menetelmä (Evira 8001) Kalan aistinvarainen laadunarviointi

[Fineli] Elintarvikkeiden koostumustietopankki, terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Saatavilla: <http://www.fineli.fi/>. Tulostettu 20.4.2011.

Hattula T, Simola H. 1998. Pakasteesta sulatetun ja tuoreen suomukalan säilyvyys. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT Dnro 42/2/98: 1-42.

Huidobro A, Pastor A, Tejada M. 2000. Quality Index Method Developed for Raw Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). Journal of Food Science 65 (7): 1202-1205

Hyldig G, Bremner A, Martinsdottir E, Schelvis R. 2007. Quality Index Methods. Teoksessa Handbook of meat, poultry & seafood quality. 1. p. Australia: : Blackell Publishing: 529 – 547.

ISO International Organization for Standardization, International Standards for Business, Government and Society: <http://www.iso.org/iso/home.html> (työssä viitattut ISO standardit ovat Eviran käyttämiä ISO standardeja, Eviralla käyttöoikeudet).

ISO 8589:2007 Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms

ISO 8586-1	Assessors for sensory analysis. Guide to the selection, training and monitoring of selected assessors
ISO 11036	Sensory Analysis - Methodology - Texture Profile
ISO 13299	Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile

John M. 1999. The proteins of fish. Teoksessa: Principles of Food Chemistry. . 3. p USA: An Aspen Publication. s. 299

Jorgensen B. M. 2002. Multivariate spectrometric methods for determining quality attributes. Teoksessa: Safety and Quality Issues in Fish Processing. 1. p. Englanti: Woodhead Publishing s. 476.

Kiesvaara M, Hattula T, Karppinen S. 1990 Kalan laatuluokituksessa käytettävien menetelmien kehittäminen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 1193.

Koli L. 1991. Suomen Kalat. 1. p. Werner Söderström Osakeyhtiö: 357 s.

Korkeala H, Lahti P. 2007. Kala, muut kalastustuotteet ja kalavalmisteet. Teoksessa: Elintarvikehygieniä, ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia. Helsinki: WSOY. s. 210-218.

Korvonen P. 2007. Viljellyn kalan kauppakuntoon saattaminen. Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti. Seminar- Exhibition. Saint-Petersburg.: Development Of Aquaculture

Kuoppo M. 2003. Tuoreen kalan laatu. Elintarvike ja Terveys lehti 2/2003: 22 – 24.

Lapveteläinen A, Appelbye U. 2006. Aistinvarainen laaduntarkkailu. Teoksessa Tuorila H, Appelbye U. : Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. 2.p. Helsinki: Yliopistokirjapaino s. 126 - 127.

Lehtonen H. 2003. Iso kalakirja. Ahvenesta vimpaan. 1. p. WSOY. 280s.

Leisner J, Gram L. 2000. Spoilage of Fish. Teoksessa: Modern Food Microbiology 6. p. Las Vegas, Nevada:Springer – Verlag Copyright. s. 813 – 819.

Luoma T, Latva-Kala K. 1998. Suomelle merkittävien kalalajien aistinvaraisen profiilin määrittäminen. VTT Dnro 258/2/98

Luten JB. 2000. Summary report. Development and implementation of a computerised sensory system (QIM) for evaluation fish freshness. CRAFT FAIR CT97 9063. Final report for the period from 01-01-98 to 31-03-00. RIVO. Wageningen, The Netherlands: The Netherlands Institute for Fisheries Research.

Lougovois VP, Kyranas ER, Kyrana VR. 2003. Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*), Food Research International 36:551–560.

Lyon B.1996. ASTM Data Series Publication DS66, Aroma and Flavor lexicon for Sensory Evaluation. Terms, Definitions, References, and Examples. 100 Barr Harbor Drive. West Conshohocken, PA 19428-2959: 42 – 44.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus alkutuotannolle elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi asetettavista vaatimuksista 134/2006 Annettu Helsingissä 16 päivänä helmikuuta 2006.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus eräiden elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta 28/2009. Annettu Helsingissä 21. päivänä tammikuuta 2009.

Macagnano A., M. Careche, A. Herrero, R. Paolesse, E. Martinelli, G. Pennazza. 2005. A model to predict fish quality from instrumental features. Sensors and Actuators B: Chemical 111–112:293–298

Margeirsson S, Jonsson G. R, Arason S, Thorkelsson G. 2007. Influencing factors on yield, gaping, bruises and nematodes in cod (*Gadus morhua*) fillets. Journal of Food Engineering: 80:503-508.

Martinsdóttir E, Luten JB, Schelvis-Smit AAM, Hyldig G. 2003. Developments of QIM - past and future. Quality of Fish from Catch to Consumer. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands: s. 265-272.

- Di Natale C. 2003. Data fusion in MUSTEC: Towards the definition of the artificial quality index. Quality of Fish from Catch to Consumer. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands. s. 273-282
- Nielsen J, Hyldig G, Larsen E. 2002. Eating quality of fish - a review. Journal of Aquatic Food Product Technology 11: 125-141
- Nielsen D, Hyldig G. 2004. Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L.). Food Research International 37: 975-983
- Nielsen D, Hyldig G, Nielsen J, Nielsen H.H. 2005. Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) processed from raw material from commercial landings. Sci Food Agric 85:127-134.
- Nilsen H, Esaiassen M. 2005. Predicting sensory score of cod (*Gadus morhua*) from visible spectroscopy. LWT – Food Science and Technology 38:95–99
- Nielsen J, Dalgaard P, Nychas G-J, Nunes M, Magnussen M, Martinsdottir E, Borderias J, Careche M, Hattula T, Luoma T, Proctor M, Undeland I, Åkeson G, Ingrid U, Fleurence J, Etienne M, Sørensen N, Nilsen H, Luten J, Smelt A, Oehlenschläger J, Vaz-Pires P, Mackie I. 2007. FAIR programme of the EU. Evaluation of Fish Freshness.
- NMKL procedure No 21 (2008). Guide for sensory analysis of fish and shellfish. Aroma and Flavor lexicon for sensory evaluation. Terms, definitions, references and examples. Gail vonce ceville brenda 6. Lyon.
- NMKL procedure No 6 (1998). Yleisohjeet aistinvaraisten laboratorioden laadunvarmistukseen: 3 - 29
- Nyberg K. 2006. Kalojen biologiaa. Teoksessa: Kalavesillä. 1. p. Weilin & Göös. 34 – 39.
- [RKTL] [1] Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kokonais kalansaalis Suomessa 1980-2007. [http://www.rktl.fi/tilastot/kalastustilastot/kokonaissaalis\\_suomessa/](http://www.rktl.fi/tilastot/kalastustilastot/kokonaissaalis_suomessa/) tulostettu 15.6.2010
- [RKTL] [2] Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2008. Tulostavoiteraportti maa- ja metsätalousministeriölle. Kalakantojen tila vuonna 2007 sekä ennuste vuosille 2008 ja 2009.
- [RKTL] [3] Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2008. Vesiviljely. Riista- ja kalatalous – tilastoja 4/2009. Suomen virallinen tilasto. Maa-, metsä- ja kalatalous.
- Robinson R, Batt C, Patel D. 2000. Encyclopedia of Food Microbiology. India: Academic Press. 2372 s.
- Roininen K, Heiniö R-L ja Vehkalahti K. 2006. Kuvailevat menetelmät. Teoksessa Tuorila H, Appelbye U. *Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät*. 2. p. Helsinki: Yliopistokirjapaino. s. 93.
- Roth B, Birkeland S, Oyarzun F. 2009. Stunning, pre slaughter and filleting conditions of Atlantic salmon and subsequent effect on flesh quality on fresh and smoked fillets. Aquaculture. 289:350-356.
- Saarni K. 2008. Ympäristömerkitty kala Suomen markkinoilla. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Saatavilla: [www.wwf.fi/tiedotus/seminaarit](http://www.wwf.fi/tiedotus/seminaarit) Tulostettu 3.12.2009.
- Setälä J, Suvanto M, Saarni K. 2007. Elinkeinon arvioita kasvatetun siian markkinoista. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 5/2007.
- Setälä J. 2008. Riista- ja kalatalouden selvityksiä 9/2008. Siian jalostus ja tarjonta Suomessa. Saatavilla: [http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalousloppuraportit/5BVAsvBe/Selvityksia\\_9\\_2008\\_liite7.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalousloppuraportit/5BVAsvBe/Selvityksia_9_2008_liite7.pdf) f. Tulostettu 20.4.2011.
- Setälä J, Kankainen M, Norrdahl O. 2009. Varsinais-Suomen kalankasvattajien näkemyksiä vesiviljelyn uusista ympäristöohjauksen vaihtoehdoista. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 16/2009.
- Sveinsdottir K, Hyldig G, Martinsdottir E, Jorgensen B, Kristbergsson K. 2003. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). Food Quality and Preference 14: 237-245

Sveinsdottir K, Martinsdottir E, Hyldig G, Jorgensen B, Kristbergsson K. 2002. Application of Quality Index Method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Food Science 67 (4): 1570-1579

Taoukis P.S. 2001. Modelling the use of time-temperature indicators in distribution and stock rotation. Teok-sessa: Tijsskens L.M.M., Hertog M., Nicolai B. Food Process Modelling. 1. p. National Technical University of Athens.: s. 418.

Tuominen P, Pulkkinen J, Leimi A, Rahkio M. 2010. Kalajalosteiden turvallisuus ja säilyvyys. Maa- ja met-sätalousministeriö. Kalavalmisteiden turvallinen myyntiaika projekti 76/509/2008:s.91.

Tuorila & Karhunen. 2006. Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät, kappale II. Helsinki: Ylio-pistokirjapaino.

Triqui R, Bouchriti N. 2003. Freshness assessments of Moroccan sardine (*Sardina pilchardus*) comparison of overall sensory changes to instrumentally determined volatiles. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51:7540-7546

Venäläinen ER, Hallikainen A, Parmanne R, Vuorinen PJ. 2004. Kotimaisen järvi ja merikalan rakasmetalli-pitoisuudet. Elintarvikevirasto Helsinki.

Viljamaa- Dirks S. 2003. Kala ja kalavalmisteet. Tavallisimmat kalasairaudet. Elintarvike ja Terveys lehti 2/2003. s. 73-75.

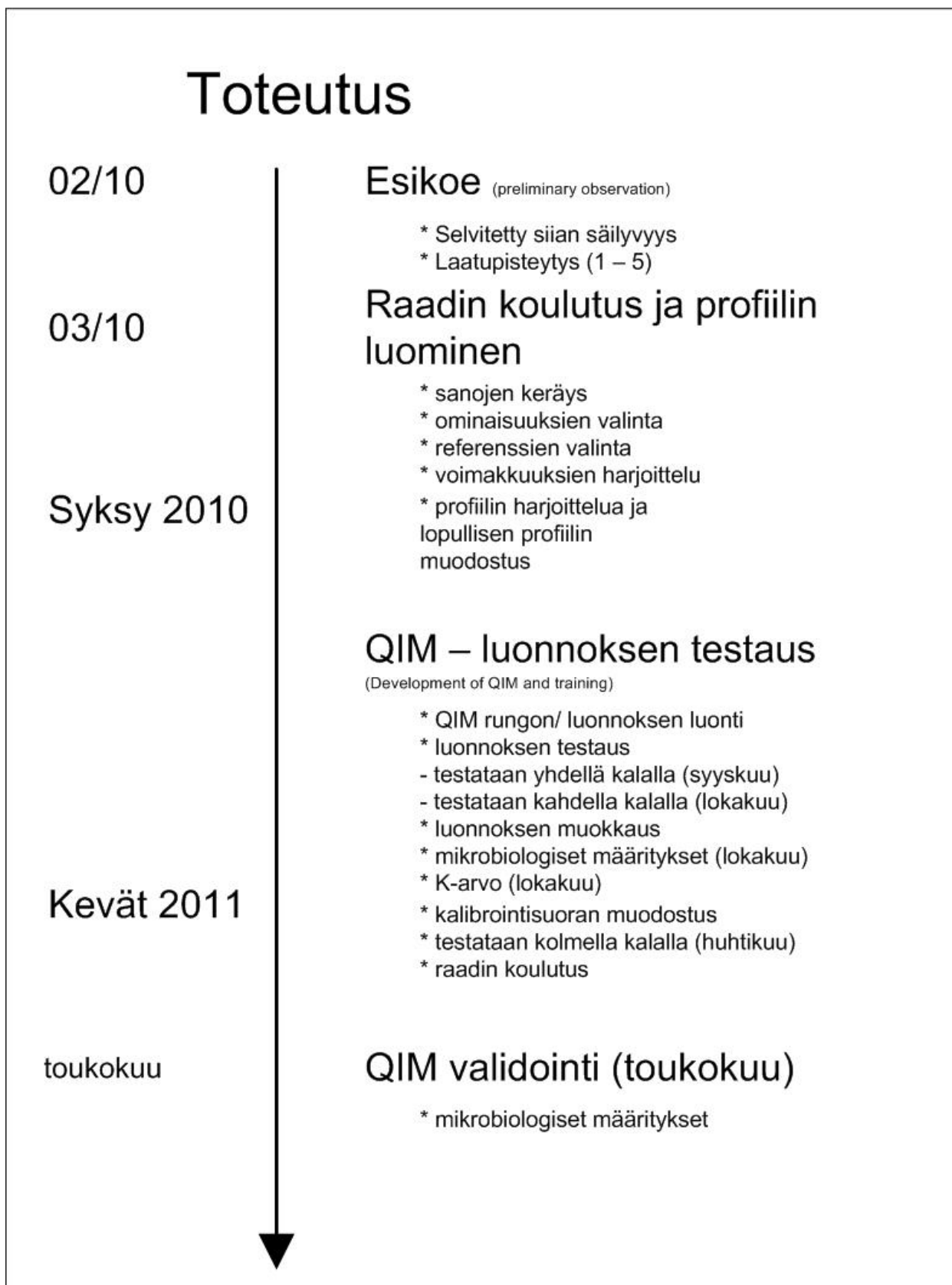
Warm K, Boknæs N, Nielsen J. 1998. Development of Quality Index Methods for Evaluation of Frozen Cod (*Gadus morhua*) and Cod Fillets. Journal of Aquatic Food Product Technology, 7 (1): 45-59

WWF. 2009. Meren Herkkuja. Kuluttajan kalaopas. Saatavilla: [http://www.wwf.fi/tiedotus/tiedotteet/tiedotteet\\_2009/uusi\\_kalaopas\\_ohjaa.html](http://www.wwf.fi/tiedotus/tiedotteet/tiedotteet_2009/uusi_kalaopas_ohjaa.html)

Özogul Y, Özogul F. 2004. Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). Eur Food Res Technol 219:211-216

## LIITTEET

### Liite 1. Toteutus



## Liite 2. Raa'an kalan kerätyt sanat

### Ulkonäkö

ei limainen  
ei painu kasaan  
elastinen lima  
evät ehjät  
harmaa 2  
helakat kidukset  
helmiäisyys 5  
hohtava  
hopean harmaa  
hopeinen 2  
jäntevyys 2  
keltainen vatsa  
keltaisen vihreä väri  
kidukset harmaan punaiset  
kidukset limoittuneet 2  
kidukset punaiset  
kidukset rihmamaiset  
kidus kiharainen  
kiduskannen väri  
kiduskansi punertava  
kiduskansi taipunut  
kidusten limaisuus  
kidusten rakenne  
kidusten ruskeus  
kidusten säikeiden erottuvuus  
kidusten väri 2  
kidusten väri harmahtavan punainen  
kiilto suomuissa  
kiiltävyys 5  
kimmoisa  
kirjava  
kirkas 5  
kirkassilmäinen 2  
kosteat silmät  
kylkien väri  
lihan kuultavuus  
lihan opaalimaisuus  
limainen (7)  
liman sameus  
läpikuultavuus  
maharasva läikiäs  
metallinen  
nahka ehjä  
niuukka limainen  
punaisuus  
punertava pyrstö  
punertavuus  
ruodot nousseet  
samea

samea silmä  
sateenkaarenvärinen 2  
selkä liha tummentunut  
sileä vatsakalvo  
silkinhohtoinen  
silmien kirkkaus 5  
silmien punertavuus  
silmiä lommo  
silmiä punainen viiva  
sisus helmimäinen  
sisältä ruskettuu  
sukkulamainen  
suomuja irronnut 4  
suora  
sädehtivä  
tahmea  
tumma  
tumma väri  
tumman harmaa  
tummat kidukset 2  
tuore  
vaalea väri 3  
vaaleanpunainen  
vaaleanpunainen sisus  
vaaleanpunaiset kidukset  
vatsan väri hieman kellertävä  
vatsassa keltaisuutta  
venyvä  
veren ruskeus  
verenpurkauma  
verestävä silmä  
veriset silmät  
verisyys  
vihertävä  
vähäinen limaisuus  
väri kiduskansissa  
väri läiskiä  
väri vähän himmentynyt  
värin tasaisuus 2  
vääntynyt  
limainen 2  
ruodot irtonaiset  
ruodot kiinni lihassa 3  
silmiä pulleus  
silmiä syvyys  
silmiä tasaisuus  
suomuttomia kohtia  
tiivit suomut 2

### Rakenne

ei kimmoisa 2  
ei palaudu painettaessa  
elastinen 2  
geelimäisyys  
joustamaton  
joustava 4  
jäntevyys  
jäykkyys 5  
kiinteytyminen 6  
kimmoisa 3  
kova 2  
kumimainen  
lötkö  
löysä 2  
painautuma palautuu 4  
pehmeys 6  
raukea  
selkäranka liha rakenne sisällä?  
tanakka  
tarttuva  
tiukka

### Haju

amiini 2  
ei niin tuoreen tuntuinen  
ei normaali kalan haju  
epäpuhtaus  
hajuton 2  
hieman levämäinen  
kaislan tuoksu kiduksissa  
kaislikko  
kaivo  
kalamainen 2  
kidusten haju ei yhtä raikas  
kurkkumaisuus 2  
levä  
maalimainen  
maamaisuus  
mauton mieto  
merimäinen  
meriruohon haju kiduksissa  
merivesimäisyys  
mieto  
muta  
märkä olki  
neutraali  
neutraali  
olkimainen  
pilaantunut  
pistävä  
raikas 10  
rantavesi  
roskishaju  
ruohomainen 2  
tunkkaisuus 3  
tuore  
vedellinen  
vernissamainen  
vihreän haju  
öljymäisyys



### Liite 3. Kypsän kalan kerätyt sanat

#### Ulkonäkö

ehjä  
ei puhdas  
harmaa 2  
hieman värimuutosta tumman lihan alla  
irtoaa nestettä  
keitinveden väri kirkkaus  
kellertävä keitinvesi 3  
keltaisuus  
kosteaa  
kuiva  
liemen väri  
liemi kirkas  
lihan vaaleus  
lihan väri vltkoinen punainen vihreä  
luonnon valkoinen  
mustat suonet  
nahkeus  
pehmeä  
reunoilta punertava  
samea  
samea  
siisti 2  
tasainen  
tasainen väri  
tummunut liha  
vaahtoa pinnalla  
vaalea  
vaalea liha 2  
vaalean ruskea 2  
valkea 2  
vetinen  
värin epätasaisuus

#### Haju

amiini  
aromikas  
hieman levämäinen  
hieman tunkkainen  
härskiintynyt  
jauhomainen?  
jonkinverran kalainen  
kaislikko  
kalakeittomainen  
kalamainen 6  
levä  
lihamainen  
maa  
maamainen  
merilevämäisyys  
mietous 3  
mutamainen 4  
neutraali  
pehmeä  
pistävä  
puhtaus  
raikas 2  
rantakaislikko  
rasvainen 3  
tunkkainen  
tuore  
tympeä  
täyteläinen  
vernissa  
vieno  
öljymäinen

#### Rakenne

geelimäisyys  
hajoava 5  
hampaisiin tarttuva 4  
hapero  
helposti hajoava  
hiutaleisuus  
irtoaa köntteinä  
irtoaa ruodoist  
kiinteä 4  
koossapysyvyys  
kuituisen tuntuinen suussa  
kuivahko 2  
kuivuus  
lievästi mureneva  
lohkeava  
mehukas 2  
muhjuinen  
murea 2  
muussimainen  
mössömäinen  
napakka  
narskuva  
natiseva  
palat tarttuvat yhteen  
pehmeä 9  
sitkeä 3  
tarttuva 2  
vetinen 3  
kiinteä  
löllö nahka

#### Maku

aluksi mieto maku  
amiinimaisuus  
ei jälkimakua  
ei rasvainen  
eltaantuneisuus  
hapettunut  
hieman karvas  
hieman muta  
jauhomainen  
jäkimaku mieto  
jälkimaku pistävä  
kalamainen 2  
kalanmaku  
kalaöljyn maku  
kuiva 2  
kumimainen  
kurkkumaisuus  
lihaisa  
liimamainen  
likaisuus  
lipeä  
maamaisuus  
mahan puolelta rasvaisempi  
makea  
maksamaisuus  
maukas  
maun puhtaus  
mauton 3  
metallinen  
miellyttävä  
mieto 7  
mudan maku 3  
pehmeä siian maku  
pistävä  
pistävä jälkimaku  
pliisu  
purkkamainen  
raikas  
rasvainen 3  
rauta  
ruohomainen 3  
suolaton  
tumma liha rasvainen  
umami  
ummehtunut  
vetinen  
öljymäinen  
öljymäinen 2

#### **Liite 4. Kypsän ja raa'an siian esikokeen sanalliset kuvaukset**

##### **Kypsä**

Joitakin esikokeessa kerättyjä sanallisia kuvauksia kunakin arviointipäivänä kypsän kalan ominaisuuksien muutoksista. Kuvaukset on kirjattu sellaisina kuin arvioijat ne ovat kirjanneet.

- (1) Aromikas ja puhdas
- (4) Ei enää niin raikas ja aromikas. Vatsaliha rasvainen.
- (6) Aromiton
- (8) Pehmeä geelimäinen rakenne. Mauton.
- (11) Lihasjaokkeet irtoavat. Hajoava ja pehmeä rakennne. Öljymäinen ja tunkkainen maku.
- (12) Rakenne pehmeä ja rakeinen. Maku öljymäinen ja tunkkainen.
- (13) Rakenne hajoava ja pehmeä. Epäpuhdas jälkimaku, tunkkainen, öljymäinen.
- (14) Koko liha harmaantunut. Rakenne pehmeä ja mureneva. Tumma liha huonomman makuista. Koko kala tunkkaisen makuinen ja löytyy kitkeryyttä ja öljymäisyyttä.
- (15) Ulkonäössä nähdään, että harmaa alue lisääntyy. Rakenne pehmeä. Maku pistävä, öljymäinen ja epäpuhdas.
- (18) Ulkonäössä lihan punaisuus lisääntynyt tumman lihan ympärillä. Rakenne pehmeä ja hajoava. Käynyt, öljymäinen, epäpuhdas, hapan, jogurttimainen.
- (19) Rakenne hajoava. Hapan käynyt, öljymäinen, vanha, pistävä, epäpuhdas.

##### **Raaka**

Joitakin esikokeessa kerättyjä sanallisia kuvauksia kunakin arviointipäivänä raa'an kalan ominaisuuksien muutoksista. Kuvaukset on kirjattu sellaisina kuin arvioijat ne ovat kirjanneet.

- (1) Kuolonkankeus jäljellä. Hajussa havaitaan lievä kurkkumainen haju, kuitenkin raikas.
- (4) Kuolonkankeutta ei enää havaittavissa. Kidukset ei enää helakan punaiset. Posket punoittaa.
- (6) Nähdään kiduksissa liman paakkuuntumista. Silmä on jo hieman kuopalla ja punertaa. Rakenne on jäykkä. Kurkkumaisuus hävinnyt.
- (8) Rintaevän ympärillä punertumista. Silmät verestävät ja ovat kuopalla. Kidukset ovat limottuneet ja vaalentuneet. Irtoavat lihassyyt. Vatsakalvo kiinni. Hopeanhohtoinen pinta. Ruodot kiinni. Haju muuten neutraali, mutta kiduksista erottuu maalimaista hajua.

(11) Kidukset limottuneet, kiduslamellit eivät irtoa toisistaan. Kidukset vaalenneet. Silmät ovat kuopalla. Suomut pysyvät kiinni. Punaisuutta kalan pinnalla. Pintalima on lisääntynyt. Rakenne on pehmentynyt ja painauma jää painettaessa. Kidusten haju on öljymäinen.

(12) Kidukset vihreän ruskeat ja limaiset, lamellit eivät irtoa toisistaan. Sisuksen helmiäinen tummentunut. Ruodot irtoamassa, ei kuitenkaan tule vielä vatsakalvon läpi. Silmät kuopalla, sameat ja punertavat. Posket punertaa. Kidusten haju sillimäinen ja mätä. Vatsaontelon haju on märän oljen hajuinen.

(13) Suomut irtoavat helposti, Kidukset ovat vihertävän väriset ja lamellit eivät erotu toisistaan, lima paakkuuntuu. Vatsaontelon verenväri on ruskea ja helmiäinen häviää vatsaruotojen kohdalta. Silmä ei ole samentunut edellisestä arviointipäivästä enempää. Vatsaontelon kalvo on pehmentynyt. Rakenne on pehmeä. Kidusten haju on mätä ja pilaantunut. Vatsaontelon haju on öljymäinen.

(14) Kidukset ovat limoittuneet, vihertävät ja väri on haalistunut harmaaksi, punainen väri on poistunut. Vatsaontelon väri on likaisen harmahtava ja helmiäinen on poistumassa – havaitaan enää yläreunassa. Kylkiruodot törröttävät hiukan ja vatsakalvo irtoaa helposti. Suomut irtoavat. Silmissä ei muutoksia edellisestä arvioinnista. Rakenne on pehmeä ja lihas jää kuopalle painettaessa. Haju on kiduksissa mätä ja vatsaontelossa öljymäinen, mätä.

(15) Kidusten lima on lisääntynyt. Silmät enemmän kuopalla ja ruodot irtoavat helposti. Vatsaontelossa tumma väri on lisääntynyt ja helmiäinen vähentynyt, vatsakalvo alkanut liukenemaan, ruodot eivät kuitenkaan tule vielä läpi. Rakenne on pehmeä. Kidusten hajun perusteella kala ei kelpaa ihmisravinnoksi. Vatsaontelon haju on mätä, öljymäinen ja oksennuksen hajuinen.

(18) Kidusten väri on likaisen vihreä, osassa tummanpunaista. Tumma alue vatsaontelossa lisääntynyt. Silmät menneet enemmän kuopalle. Vatsakalvo poimiintunut, ruodot eivät tule vielä vatsakalvon läpi. Rakenne on erittäin pehmeä ja haju mädän pistävä ja pilaantunut.

(19) Kidusten väri tarttunut kiduskansiin, kidukset ovat vaaleanvihreät. Vatsakalvo on liennut ja ruodot tulevat painettaessa vatsakalvon läpi. Vielä vähän helmiäistä jäljellä. Silmät selvästi lommolla, mutta sameudessa ei enää muutoksia. Vatsaontelon väri muuttuu vihertäväksi ja suomut irtoavat. Rakenne on pehmeä. Haju on mätä, pilaantunut, hapan ja käynyt.

(21) Vatsakalvo ei vielä puhki. Ruodot eivät tule vielä vatsakalvon läpi.

(22) Hiivakasvustoa vatsaontelossa. Vatsakalvo puhki ja ruodot tulevat läpi. Pinnassa on värimuutoksia. Rakenne on pehmeä. Haju on mätä ja hiivanhajuinen.

## Liite 5. Profiiliraadin käyttämä arviointilomake

### Arviointilomake 06.10.10

Arvioija\_\_\_\_\_

Saat arvioitavaksesi ensin raa'an kalanäytteen. Arvioituasi sen, voit siirtyä kypsään kala-näytteeseen. Arvioi ensin näytteiden hajuominaisuudet haistelemalla. Tämän jälkeen arvioi ulkonäköominaisuudet, ja laita näyte suuhun vasta tämän jälkeen ja arvioi rakenne- ja ma-kuominaisuudet. Arvioi näytteistä lomakkeessa esitetyt ominaisuudet. Merkitse lomakkeel-la olevalle janalle pystyviiva ja näytteen koodi siihen pisteeseen, joka mielestäsi parhaiten kuvaa näytteen ominaisuutta. Jos arvioitavana on vain yksi näyte, riittää pelkkä pystyviiva.

## Raakakala

HAJU

### Hajun voimakkuus

mieto

voimakas, pilaantunut, amiinimainen

\_\_\_\_\_

Yksilöi: \_\_\_\_\_

ei kurkkumaista hajua

kurkkumaisuus

\_\_\_\_\_

### Öljymäisyys

ei öljymäinen

kalaöljymäinen

\_\_\_\_\_

### Hapettuneisuus

ei metallimainen

metallimainen

\_\_\_\_\_

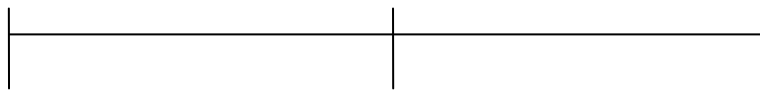
*kiduksen haju*

mieto

voimakas

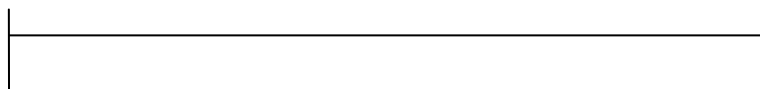
\_\_\_\_\_



**Sisäpuoli***helmiäismäisyys*helmiäinen kokonaan  
tallella25 % helmiäisestä  
kadonnutyli 50 % helmiäisestä  
kadonnut*ruotojen irtoavuus*ruodot kiinni  
lihassaruodot erottuvat  
vatsakalvon läpi  
selkeästiruotojen irtoaminen  
lihasta*selkäruodon ympäritys*

vaalea

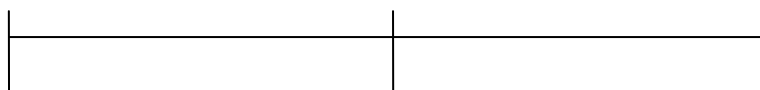
tumma

**RAKENNE**

palautumaton

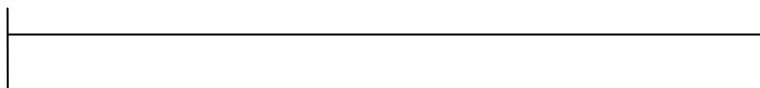
palautuu  
hitaasti

kimmoisa



veltto

kankea



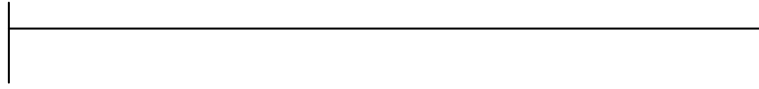
# Kypsä kala

## HAJU

*Yleishajun voimakkuus*

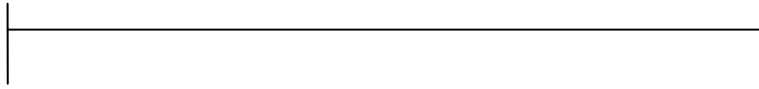
heikko

vahva



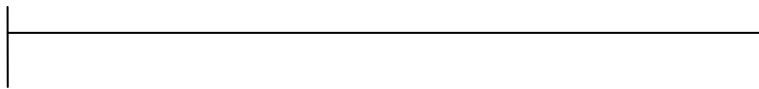
ei maissimaista hajua

maissimainen haju



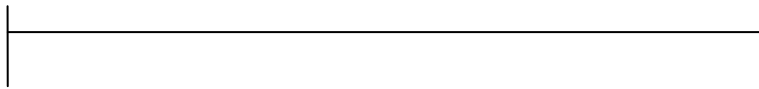
ei metallimaista hajua

metallimainen haju



raikas

tunkkainen, maamainen

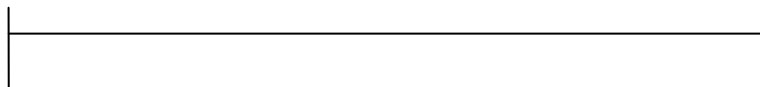


## ULKONÄKÖ

*Kalanlihan väri*

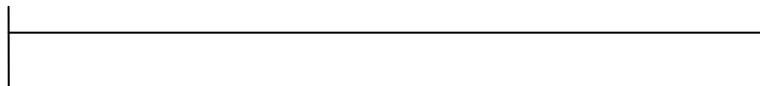
vaalea

vaaleanruskean harmaa

*Keitinliemen väri*

väritön

ruskean keltainen

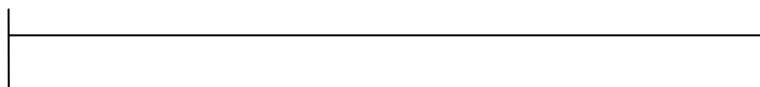


## RAKENNE

*Koossapysyvyys*

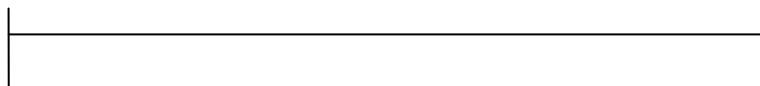
hajoava, hiutaleinen

kiinteä

*Mehukkuus*

kuiva

kosteä



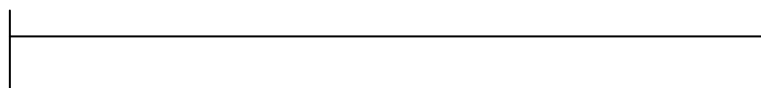


**MAKU***Yleismaun voimakkuus*

mieto

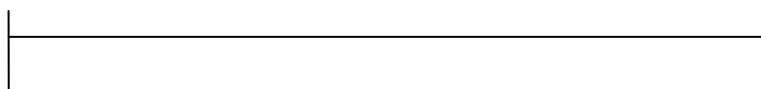
voimakas

Yksilöi: \_\_\_\_\_

*Jälkimaun pysyvyys*

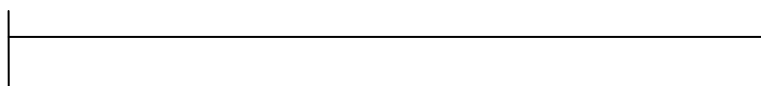
mieto

voimakas

*Happamuus*

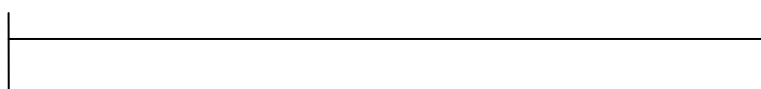
ei happamuutta

hapan (0,5 % etikkahappo)/ pistävä

*Metallisuus*

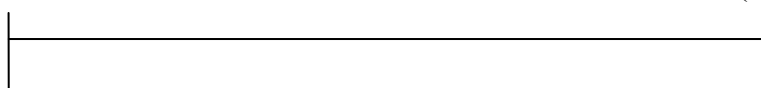
ei metallista makua

metallimainen maku

*Makeus*

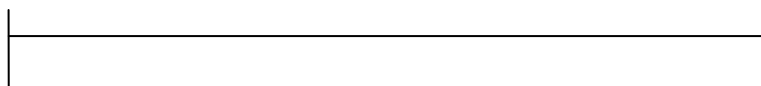
ei makeutta

makea (0,8 %)

*Merilevämäisyys*

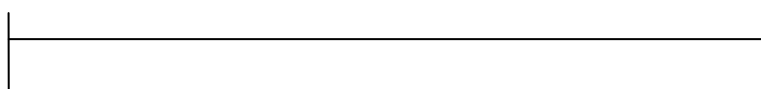
ei merilevämäistä makua

merilevämäinen maku

*Umami*

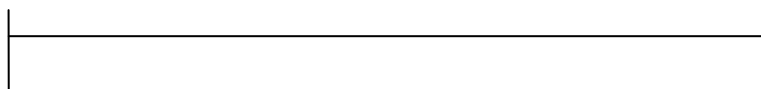
ei umamin makua

umamimainen maku

*Kalaöljymäinen maku*

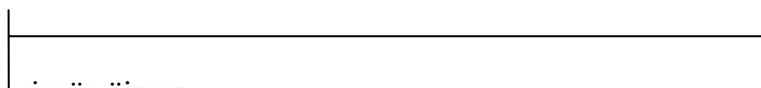
ei kalaöljymäinen

kalaöljymäinen

*Eltaantuneisuus*

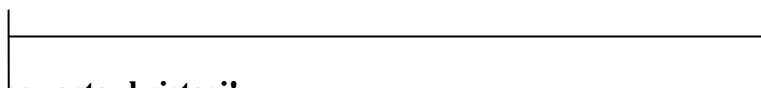
ei eltaantunut

eltaantunut

*Viljanjyvämäisyys*

ei viljanjyvämäinen maku

viljanjyvämäinen maku

**Kiitos vastauksistasi!**

## Liite 6. Profiliraadin käyttämät arviointiohjeet

## Arviointiohjeet

29.9.10

## Raaka kala

Ominaisuus	Asteikon ääripäät	Vertailunäytteet
<b>Haju</b>		
voimakkuus	mieto/ voimakas, pilaantunut, amiinimainen	joditon suolaliuos/kalajauho
kurkkumaisuus	ei kurkkumainen / kurkkumainen haju	kuorittu tuore kurkku
öljymäisyys	ei öljymäinen / vahvempi kuin kalanmaksäöljymäinen haju	hajuton hyvä rypsiöljy/ vahvempi kuin kalanmaksäöljy
hapettuneisuus	ei metallimainen/ metallimainen	raha (kolikko)
kiduksen haju	mieto/ voimakas	merilevä/TMA
kidusten hajun voimakkuus	mieto/voimakas	joditon suolaliuos/TMA?
<b>Silmän ulkonäkö</b>		
silmän muoto	kuperuus/ tasaisuus/ koveruus	kuva
silmän väri	kirkas/ samea	kirkas muovi/ samea muovi
<b>kidusten ulkonäkö</b>		
kidusten väri	viininpunainen/ harmaan ruskea, vihreä	NCS-värikortit: A/ C
kidusten limaisuus	kirkas juokseva lima/ lima edelleen kirkasta, mutta paksuuntunut/ samea venyvä lima	vesi - perunajauhokiisselin kokkareet

<b>Ulkopinnan ulkonäkö</b>		
kiiltävyys	kiiltävä/ kiilto hävinnyt	
suomut	0% suomuista irtoaa/ 25 % suomuista irtoaa/ 50 % suomuista irtoaa	
<b>Sisäpuolen (sisuksen) ulkonäkö</b>		
helmiäismäisyys	helmiäinen kokonaan tallella/ 25 % helmiäisestä kadonnut /yli 50 % helmiäisestä kadonnut	helmiäisnapit
ruotojen irtoavuus	ruodot kiinni lihassa/ ruodot erottuu vatsakalvon läpi selkeästi/ ruotojen irtoaminen lihasta	kuva
selkäruodon ympäryys	vaalea/ tumma	kuva
<b>Kalan rakenne</b>		
palautuvuus (kimmoisuus)	palautumaton/ palautuu hitaasti/ kimmoisa	suklaasuukko/ tempur/ suklaasuukko
kankeus	veltto/ kankea	valokuva

**Kypsä kala**

<b>Ominaisuus</b>	<b>Asteikon ääripäät</b>	<b>Vertailunäytteet</b>
<b>Haju</b>		
yleishajun voimakkuus	heikko/ vahva	joditon suolaliuos/TMA
maissimaisuus	ei maissimainen/ maissi- mainen haju	kypsennetty maissi
metallimaisuus	ei metallimainen/ metal- limainen	raha (kolikko)
tunkkaisuus/maamaisuus	raikas/ tunkkainen, maa- maisuus	multa, vanhat kirjat
<b>Ulkonäkö</b>		
kalan lihan väri	vaalea/ vaaleanruskean harmaa	NCS-värikortit:F/E
keitinliemen väri	väritön/ ruskean keltainen	NCS-värikortti: G
<b>Rakenne</b>		
koossapysyvyys	hajoava, hiutaleinen/ kiin- teä	tonnikalasäilyke hiutaleina/ ton- nikalasäilyke palana (savustettu pallas pala)/ keitetty munan val- kuainen
mehukkuus	kuiva/ mehukas	voileipäkeksi/ viinirypäle
<b>Maku</b>		
yleismaun voimakkuus	mieto/ voimakas	
jälkimaun pysyvyys	mieto/ voimakas	alle 10 s/ yli 1 min
happamuus	neutraali/ hapnan, pistävä	etikahapolla laimennettu liuos (väkiviinaetikka 0,5 %)
metallimaisuus	ei metallimaista makua/ metallimainen maku	liuos <b>0,05 %</b> FeSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O
makeus	ei makeutta/ makea	0,8 % sakkaroosiliuos
merilevämäisyys	ei merilevämäistä makua/ merilevämäinen maku	merilevätabletti
umami	ei umamimaista makua/ umamimainen maku	0,010 % liuos seos (50% Na-glutamaatti, 25 %, 5'-guanyylihappo, 25 % 5'- inosiinihappo)
kalaöljymäisyys	ei kalaöljymäinen/ kalaöl- jymäinen	tavallinen rypsiöljy ja kalanmak- saöljy
eltaantuneisuus	ei eltaantunut/ eltaantunut	eltaantunut juusto
viljanjyvämäisyys	ei viljanjyvämäinen/ vil- janjyvämäinen	vehnäjyvät

**Kommentteja :**

## Liite 7. Profiliraadin käyttämät arviointiohjeet

### Arviointiohjeet

13.10.10

#### Raaka kala

*Miten säilytetään? Jäissä? Lämpötila? Aika/ kesto?*

**Hajun voimakkuuden arviointi** suoritetaan haistamalla raakaa. Haistetaan kalaa sisältä ja päältä.

**Hajun kurkkumaisuutta** arvioitaessa kalaa haistetaan ja arvioidaan esiintyykö kurkku-  
mainen haju vai ei. Haistetaan kalaa sisältä ja päältä.

**Hajun öljymäisyyttä** arvioidaan haistamalla kalaa ja arvioidaan esiintyykö öljymäistä  
hajua vai ei. Haistetaan kalaa sisältä ja päältä.

**Hajun hapettuneisuutta** arvioidaan haistamalla kalaa ja arvioimalla esiintyykö metalli-  
maista hajua vai ei. Haistetaan kalaa sisältä ja päältä.

**Kidusten hajua** arvioidaan raottamalla kalan kiduskantta ja haistamalla kiduksia kummal-  
takin puolelta ja arvioimalla onko haju mieto vai voimakas.

**Silmän muotoa** arvioidaan katsomalla kalan kumpaakin silmää vaakatasosta ja arvioimalla  
koko silmän kuperuutta/ koveruutta.



**Silmän väriä** arvioidaan katsomalla kalan silmää ja arvioimalla kirkkautta/ sameutta.

**Kiduksien väriä** arvioidaan nostamalla kiduskantta ja katsomalla kidusten väriä kummal-  
takin puolelta, onko väri viinipunainen vai jo harmaan ruskea, vihreä.

**Kidusten limaisuus** arvioidaan kidusten liman juoksevuutta ja kirkkautta nostamalla ki-  
duskantta ja katsomalla limaa.

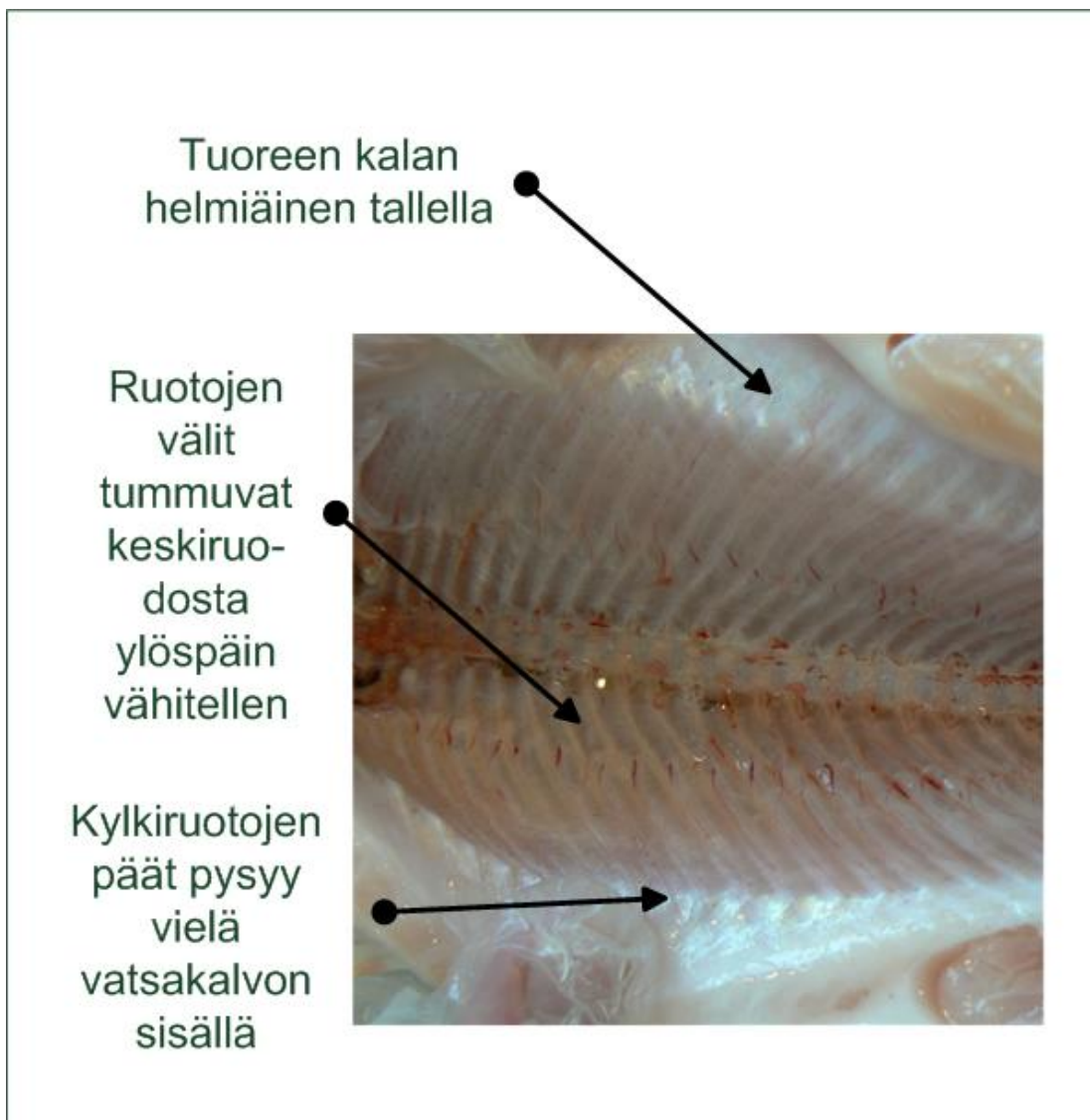
**Ulkopinnan kiiltoa** arvioidaan katsomalla ja arvioimalla onko kiilto vielä tallella, vai onko  
kiilto jo lähtenyt.

**Suomujen irtoamista** arvioidaan katsomalla kalaa ja arvioimalla kuinka paljon päälim-  
mäisenä olevan kalan kyljen suomuista on irronnut.

**Kalan sisäpuolen helmiäismäisyys** arvioidaan raottamalla kalaa ja katsomalla kuinka suuri osa helmiäisestä on jo lähtenyt, vai onko helmiäinen vielä kokonaan tallella.

**Kalan ruotojen irtoavuutta** arvioidaan avaamalla kalaa ja taivuttamalla lihaa niin että ruotojen irtoamisaste saadaan näkyviin.

**Kalan selkäruodon ympäröivän helmiäisyyden vaihtumista rusehtavan punaiseen** arvioidaan avaamalla kalaa ja katsomalla.



**Kalan rakenteen palautuvuutta** arvioidaan painamalla kalan ulkopintaa sormella ja arvioimalla palautuuko painettu painauma heti, hitaasti, vai palautuuko ollenkaan.

**Kalan jäykkyyttä** arvioidaan nostamalla kala ja arvioimalla onko kala edelleen kuollonkankea vai veltto.



## Kypsä kala

**Hajun voimakkuutta** arvioidaan haistamalla (koskematta) kypsää kalaa pussissa.

**Hajun maissimaisuutta** arvioidaan haistamalla kypsää kalaa pussissa (koskematta) ja arvioimalla esiintyykö maissimaista hajua vai ei.

**Hajun metallimaisuutta** arvioidaan haistamalla kypsää kalaa pussista (koskematta) ja arvioimalla esiintyykö metallimaista hajua vai ei.

**Hajun raikkautta** arvioidaan haistamalla kypsää kalaa pussista (koskematta) ja arvioimalla esiintyykö tunkkaista maamaista hajua vai ei.

**Kalan lihan väriä** arvioidaan katsomalla poikkileikkauspintaa (koskematta) onko kalan liha (ei arvioida tummaa lihasta) lähempänä vaaleaa vai vaalean ruskean harmaata.

**Kalan keitinliemen väriä** arvioidaan katsomalla keitinlientä ja arvioimalla onko liemen väri lähempänä väritöntä vai ruskean keltaista. Jos huomaat keitinliemen samentuneen, kommentoi siitä kommenttiriville. Keitinliemen värin näet paremmin, jos kallistat pussia niin, että liemi penee pussin kulmaan.

**Rakenteen koossapysyvyyttä** arvioidaan tunnustelemalla haarukalla onko rakenne hajoavan hiutaleinen vai kiinteä.

**Mehukkuutta** arvioidaan kalaa suussa tunnustellen ja arvioiden onko se mehukkaan kostea vai kuiva. Kun aloitat mehukkuuden arvioinnin, ota suuhun uusi pala näytettä.

*Kun maistat kypsää kalaa ota näytettä aina kerralla edustavasti; niin vaaleaa kuin tummaa lihasta, vatsaa kuin selkääkin*

**Maun yleisvoimakkuutta** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko maku lähempänä mietoa vai voimakasta. Siian yleismaku on mieto. Arvioidaan kaikki maut.

**Maun jälkimaun pysyvyyttä** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla pysyykö jälkimaku alle 10 s vai yli minuutin. Jälkimakua arvioitaessa otetaan suuhun vaaleaa ja tummaa lihasta.

**Maun happamuutta** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko maku neutraali vai hapan.

**Maun metallisuutta** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko metallimaista makua vai ei.

**Maun makeutta** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko kalassa makeutta vai ei.

**Maun merilevämäisyyttä** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko kalassa merilevämäistä makua vai ei. *Merilevämäisyys koetaan yleisesti tuoreen kalan ominaisuudeksi.*

**Umamimaista makua** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko umamimaista makua vai ei.

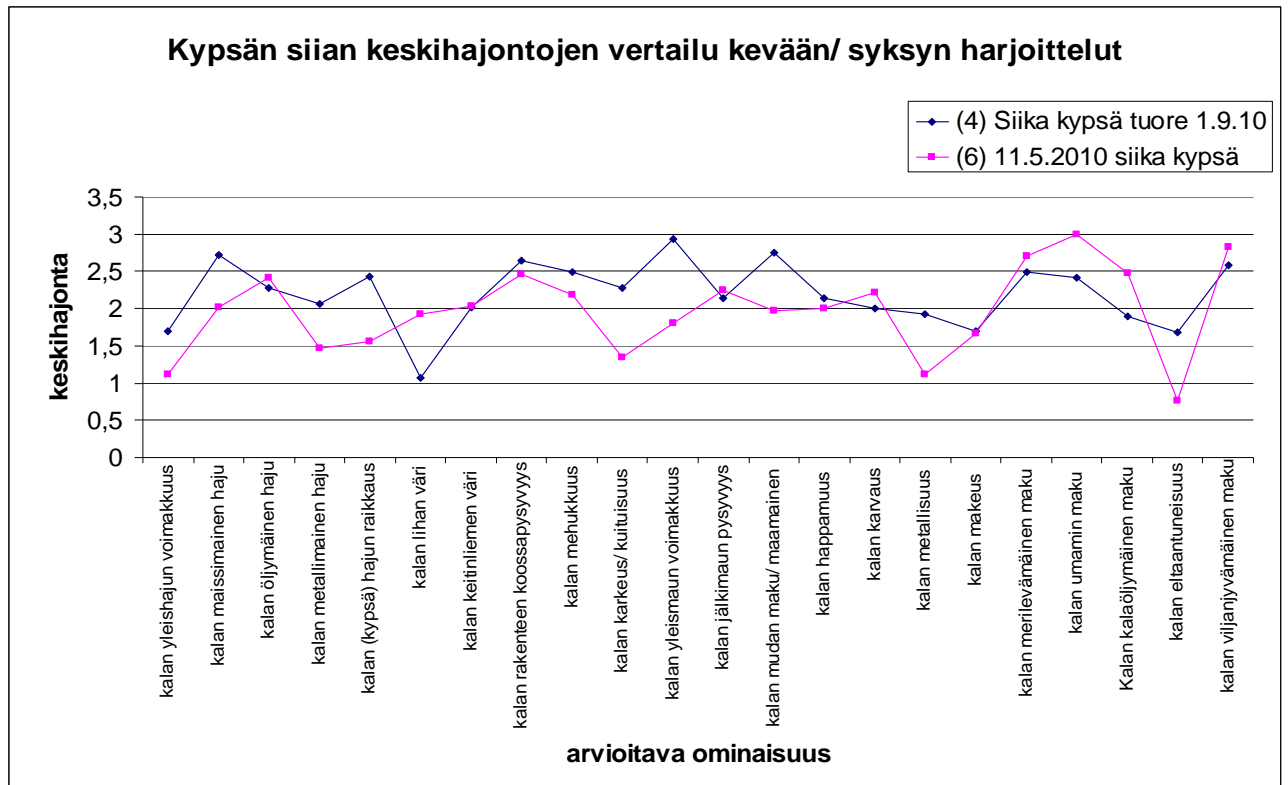
**Maun kalaöljymäisyyttä** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko kalaöljymäistä makua vai ei. Jos kalaöljymäinen maku on voimakas kommentoi onko maku pilaantunut.

**Maun eltaantuneisuutta** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko se eltaantunut vai ei.

**Maun viljanjyvämäisyyttä** arvioidaan maistamalla kalaa ja arvioimalla onko siinä viljanjyvämäisyyttä vai ei.

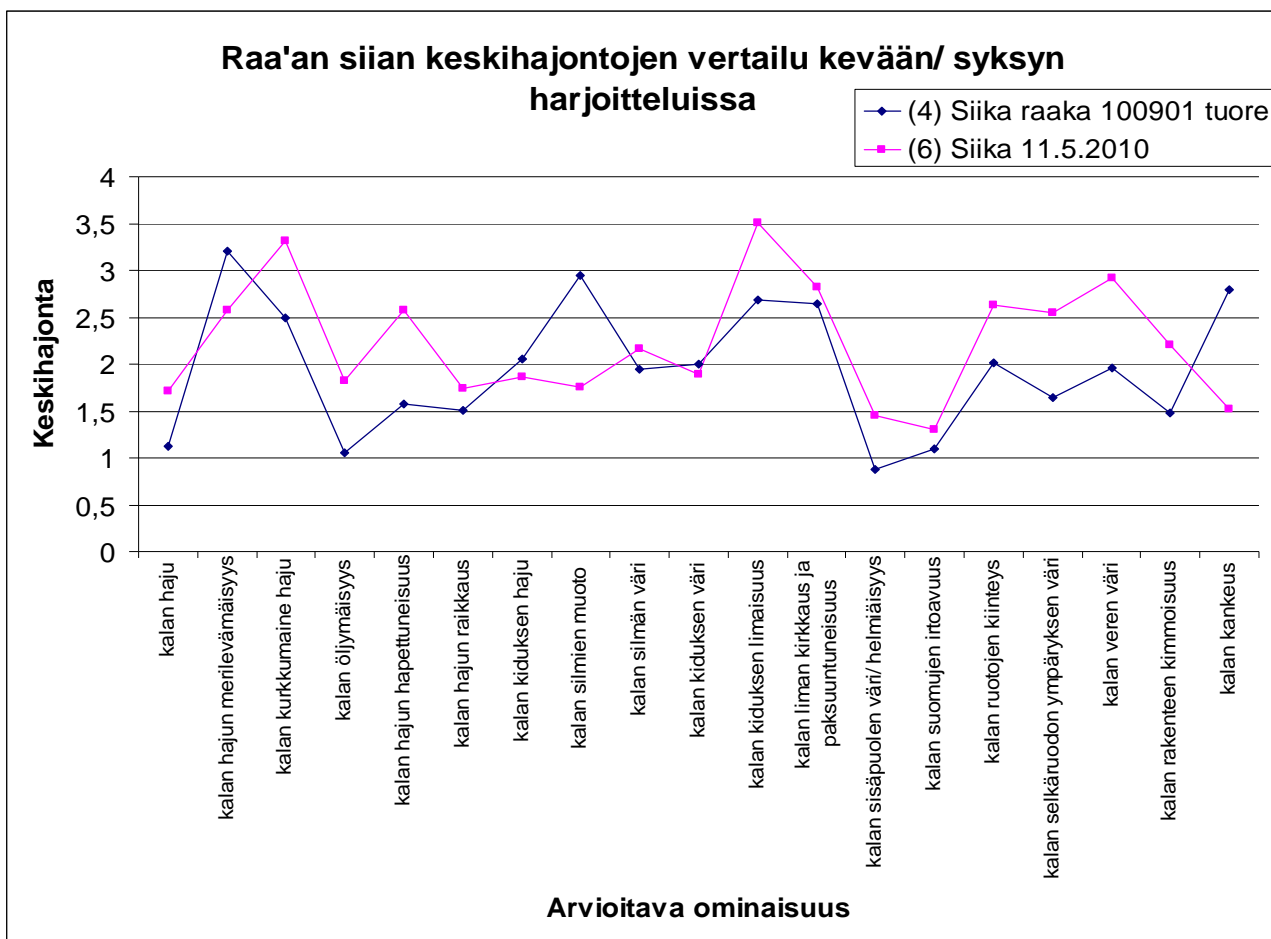


## Liite 8. Kypsän siian keskihajontojen vertailu



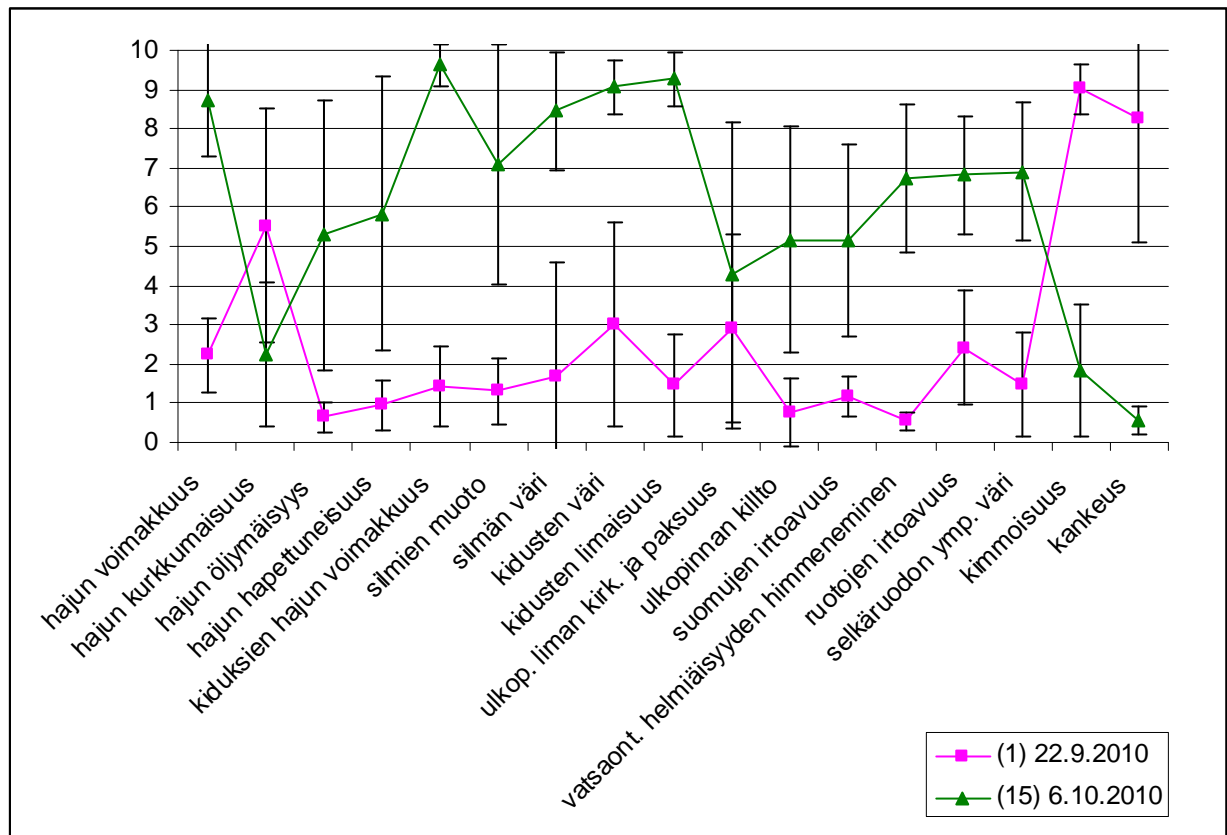
Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää suluissa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

### Liite 9. Raa'an siian arviointien keskihajonnat kevään ja syksyn harjoitteluissa



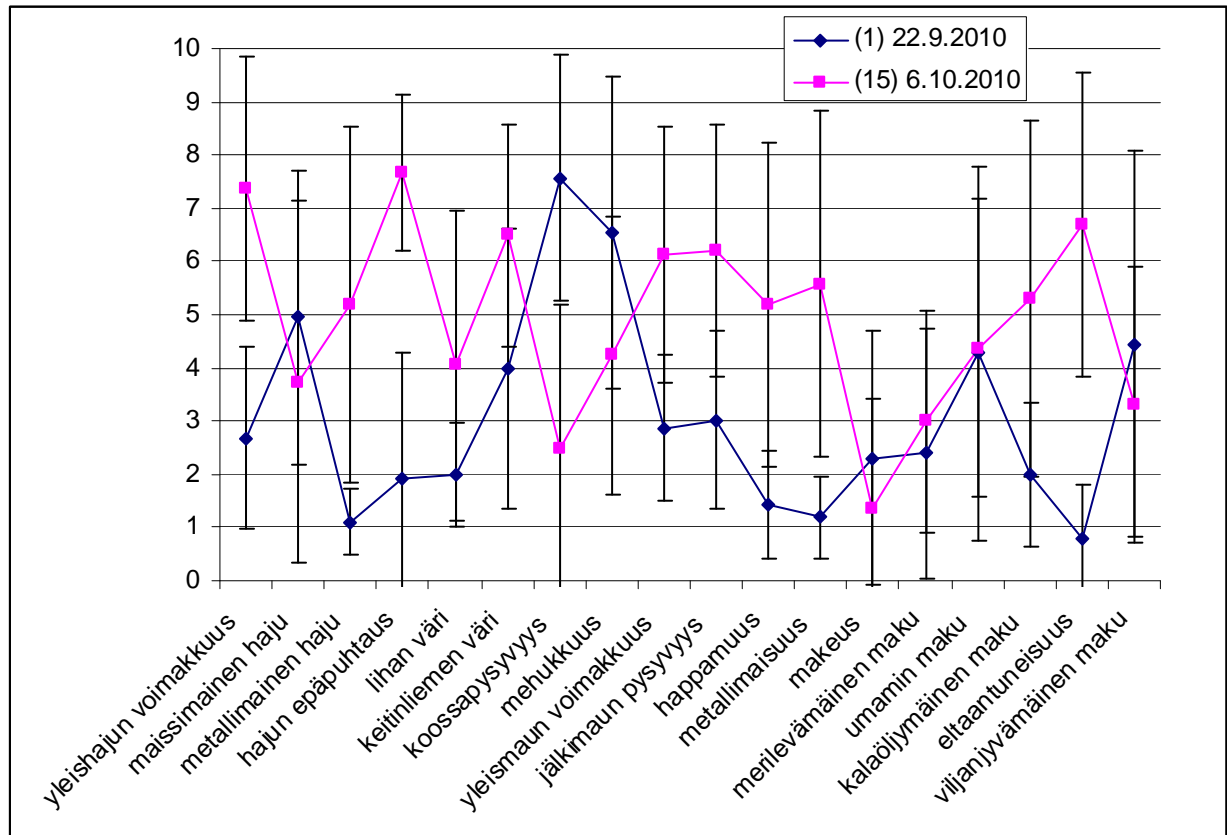
Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää sulussa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

**Liite 10. Raa'an kalan ensimmäisen ja viimeisen arviointipäivän tulosten keskiarvot ja keskihajonnat ominaisuuksittain**



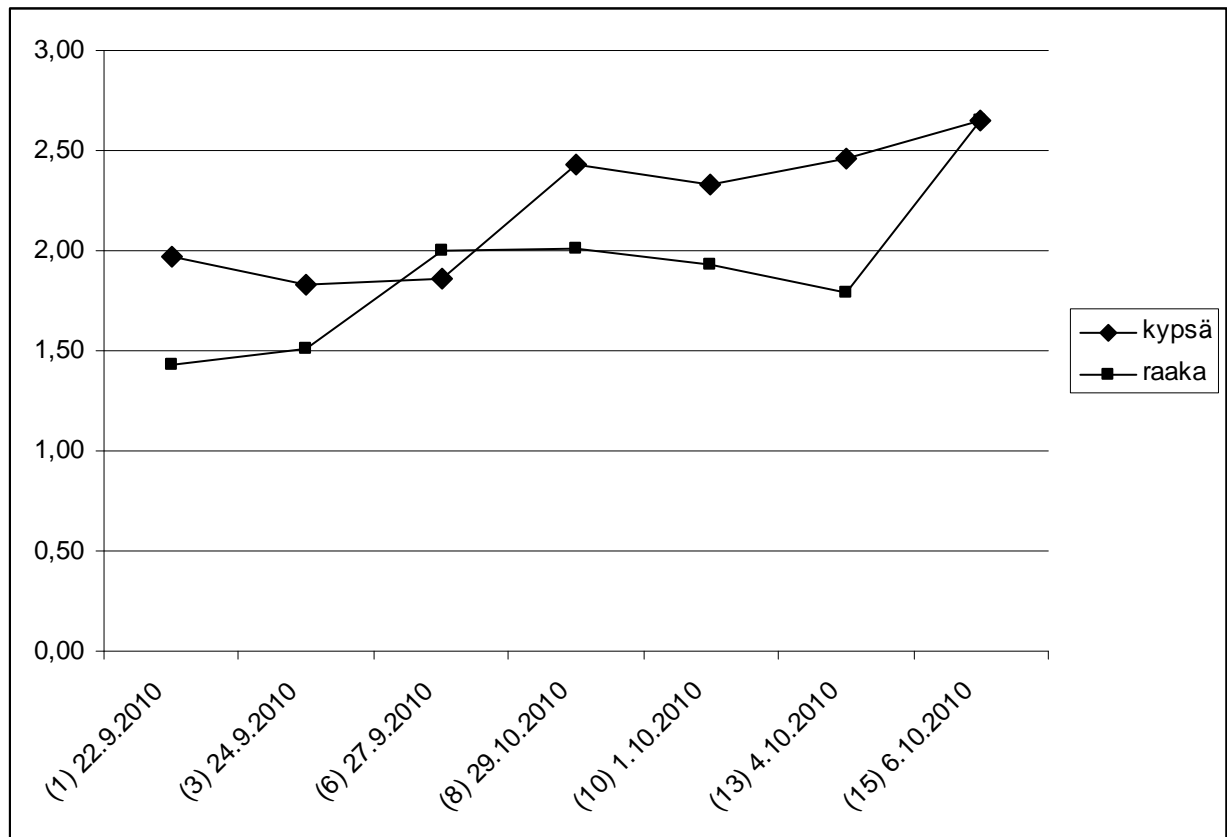
Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää suluissa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

**Liite 11. Kypsän kalan ensimmäisen ja viimeisen arviointipäivän tulosten keskiarvot ja keskihajonnat ominaisuuksittain**



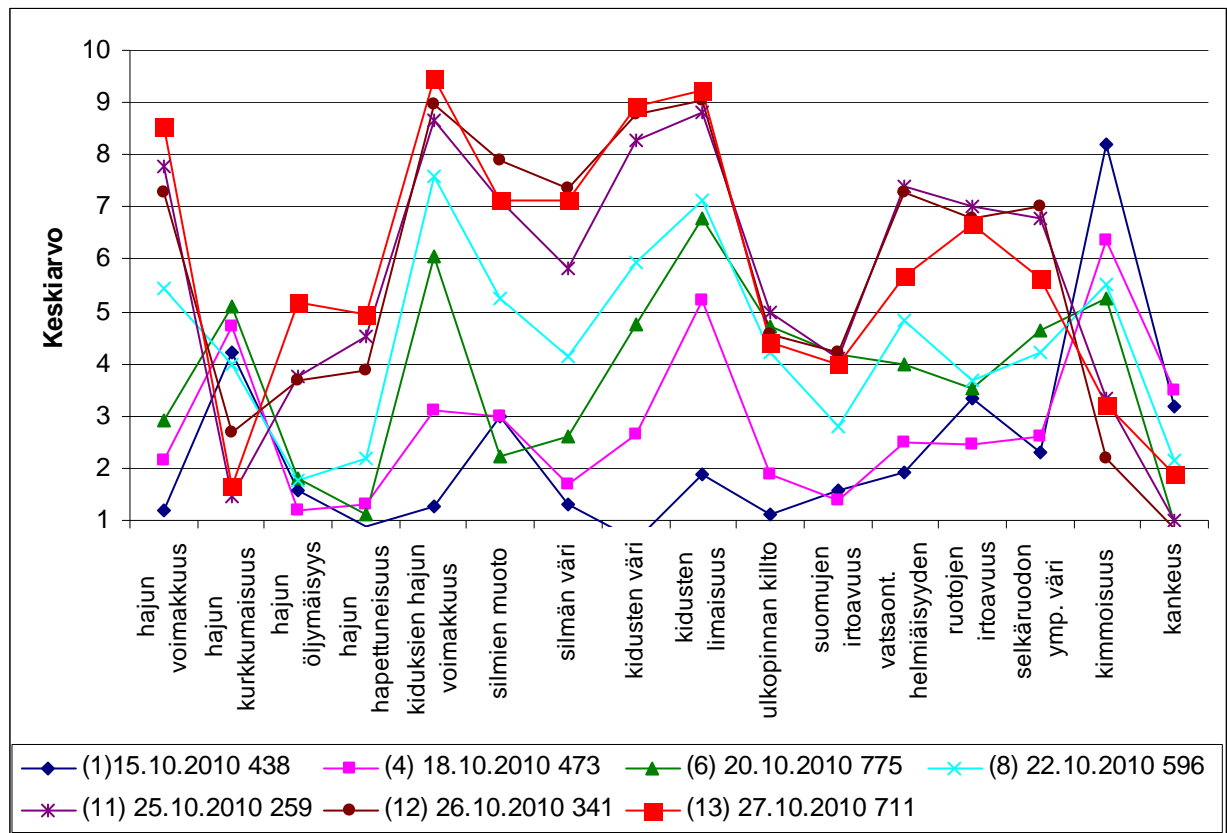
Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää sulussa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

**Liite 12. Profilissa arvioitujen ominaisuuksien keskihajontojen keskiarvot arviointipäivittäin**



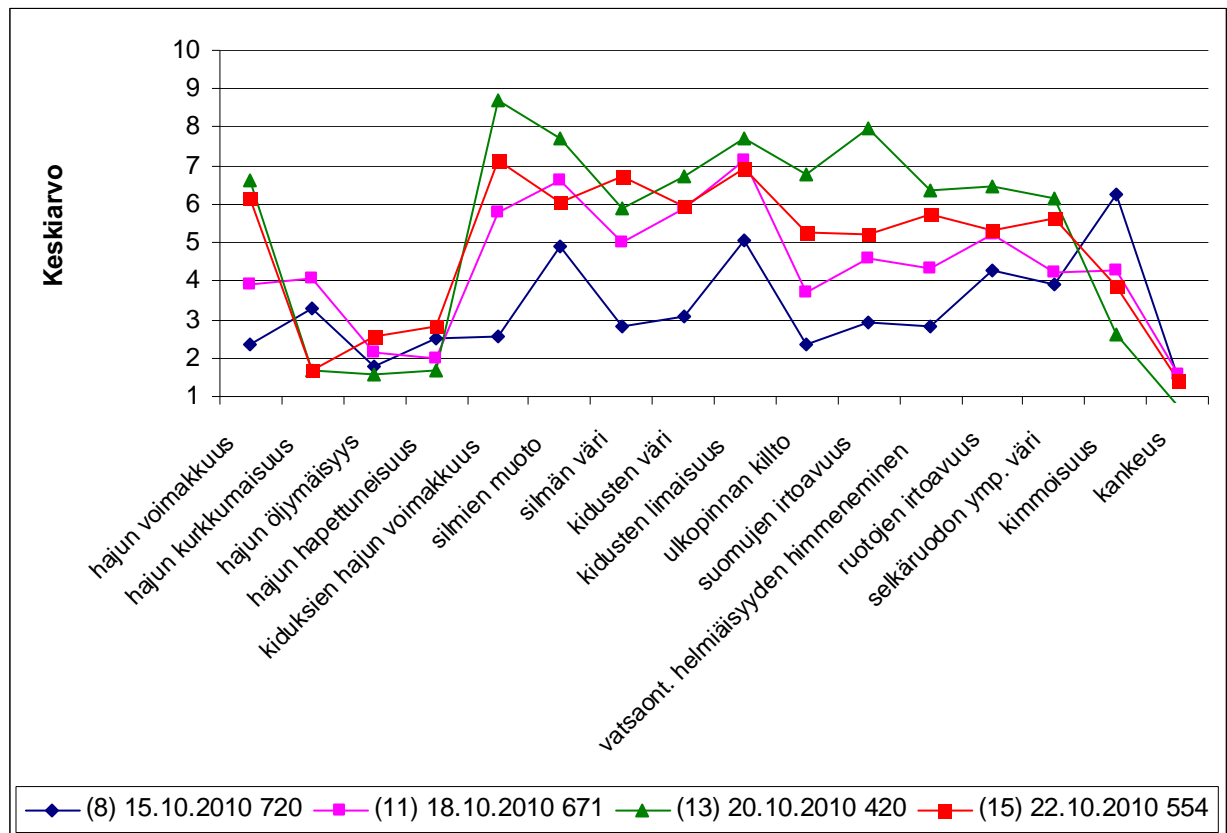
Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää suluissa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

**Liite 13. Toisessa tutkimusosiossa vanhemman (erä A) tutkitun raa'an kalaerän arviointipäivien tulosten keskiarvot**



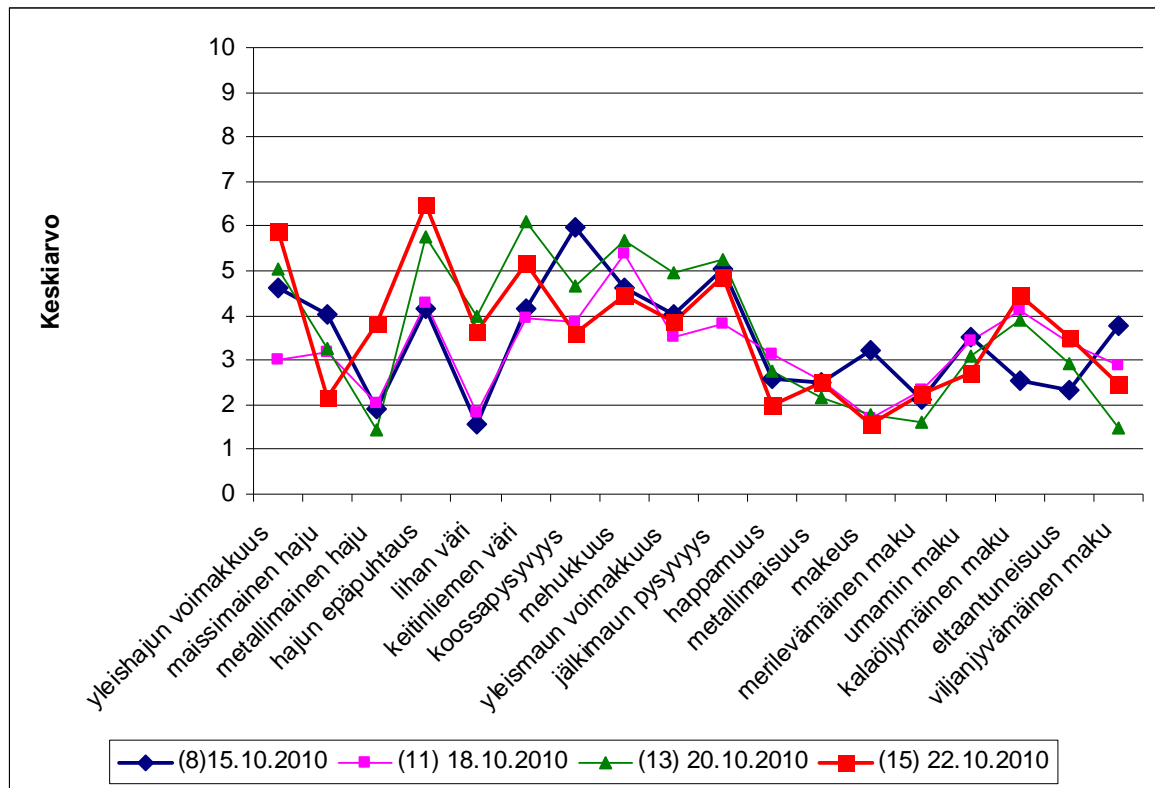
Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää suluissa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

**Liite 14. Toisessa tutkimusosiossa tuoreemman (erä B) tutkitun raa'an kalaerän arviointipäivien tulosten keskiarvot**



Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää suluissa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.

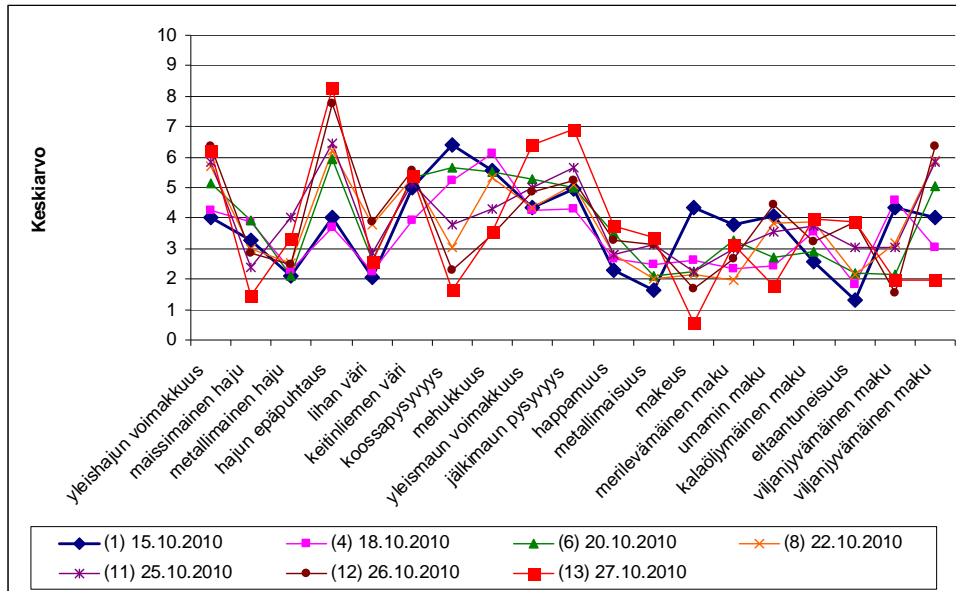
**Liite 15. Toisessa arviointiosiossa vanhemman käytetyn kypsän kalaerän (A) arviointipäivien tulosten keskiarvot**



Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää sulussa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.



**Liite 16. Toisessa arviointiosiossa tuoreemman käytetyn kypsän kalaerän (B) arviointipäivien tulosten keskiarvot**



Kuvassa esitetyt käyrät kuvaavat eri arviointipäivinä ominaisuuksien arviointien tuloksia, ennen arviointipäivää suluissa oleva luku kuvaa aikaa vuorokausina kalan nostosta.