

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 348

*Juha Koskela
Jari Setälä
Kaija Saarni
Markus Kankainen*

Esiselvitys kuhan kasvatuksen mahdollisuuksista

Helsinki 2005

Juha Koskela, Jari Setälä, Kaija Saarni ja Markus Kankainen

Esiselvitys kuhan kasvatuksen mahdollisuuksista

Raportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Vesiviljelyn monipuolistaminen (312060)

Suomen liittyminen Euroopan unioniin avasi kalamarkkinoitamme kansainväliselle kilpailulle, mikä on näkynyt norjalaisten lohikalojen tuonin voimakkaana kasvuna. Kuhaa arvostetaan ruokakalana ja kiinnostus lajin kasvatukseen on lisääntynyt lohimarkkinoiden kiristyneen kilpailun myötä. Tämän esiselvityksen tarkoituksena on arvioida kuhan ruokakalakasvatuksen mahdollisuuksia biologian, markkinoiden ja talouden näkökulmista. Selvityksessä mallinnettiin uusimman saatavilla olevan tiedon ja aineistojen avulla kuhan kasvua ja tuotantovaihtoehtojen kannattavuutta.

Valkoliiaiselle kuhalle on Suomessa kysyntää. Kalamarkkinat ovat kuitenkin nyt paljon avoimemmat kansainväliselle kilpailulle kuin aikoinaan kirjolohen kasvatusta aloitettaessa. Virosta ja Venäjältä tuotu kuha sekä muiden korvaavien tuotteiden tuonti ja tuotanto määrittelevät kasvatetun kuhan kysyntää Suomessa. Markkinoilla ei ole vielä voitu hyödyntää viljelyn tuomia mahdollisuuksia, kuten vuodenaajasta riippumatonta ja laadukasta tarjontaa. Tämän vuoksi kuhalla voi tuotannon alkuvaiheessa olla hyvät markkinamahdollisuudet.

Luonnonlämpötiloissa kuhan kasvu on hidasta, koska parhaan kasvun alue on selvästi lämpimämmässä kuin korkeimmat keskilämpötilat Suomessa. Koska kuha kasvaa vain yli 8 asteisessa vedessä, kasvukausi jää lyhyeksi. Saaristomerellä kasvukausi on keskimäärin 24 viikkoa. Suomessa ei voida luonnon lämpötiloissa täysin hyödyntää kuhan kasvupotentiaalia. Tuotanto olisi kilpailukykyisempää, jos kasvatukseen löydettäisiin kylmään veteen sopeutunut kuhakanta. Toinen vaihtoehto on kehittää lämmintä vettä hyödyntäviä kasvatusteknologioita.

Kuhan kasvatusta ei laskennan oletusarvoin osoittautunut luonnonlämpötiloissa kannattavaksi. Kuhan lämpötilaominaisuuksilla oli suuri merkitys tuotannon kannattavuudelle. Kuhan kasvatusta voisi olla kolmen vuoden kierrolla kannattavaa, jos kasvatukseen voitaisiin käyttää kuhakantaa, jonka kasvun optimi- ja alarajalämpötila olisivat kaksi tai kolme astetta matalampi kuin keskisuomalaisen kuhan. Kuhan kasvukautta voidaan myös pidentää ja kasvua nopeuttaa kasvatusvettä lämmittämällä. Jälkimmäisen tuotantotavan kannattavuutta ei tässä selvityksessä vielä arvioitu.

kalamarkkinat, kalanviljely, kannattavuus, kasvu, kuha, *Sander Lucioperca*, L.

Kala- ja riistaraportteja 348

951-776-488-X

1238-3325

19 s. + 1 liite

suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukimäenaukio 4
PL 6
00721 HelsinkiRiista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukimäenaukio 4
PL 6
00721 Helsinki

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. KUHAN MARKKINAT	2
2.1 Kansainvälinen tarjonta	2
2.2 Euroopan markkinat	2
2.3 Kotimarkkinat.....	3
2.3.1 Tarjonnan määrä	3
2.3.2 Tarjonnan ajoittuminen.....	4
2.3.3 Hintakehitys.....	5
2.3.4 Markkinasegmentit ja laatuvaatimukset	6
3. KUHAN KASVUPOTENTIAALIN ARVIOINTI	7
3.1 Alkumateriaalin tuotanto	7
3.2 Jatkokasvatus	7
3.3 Kasvun arvioinnin lähtökohdat.....	7
3.4 Tuotantokierrot luonnonlämpötilassa	8
3.5 Kylmän veden kuhakannan kasvu	9
3.6 Tuotantokierto lämminvesikasvatuksessa	11
4. KUHAN KASVATUKSEN TALOUDELLINEN ARVIOINTI	12
4.1 Taloudellisen laskennan lähtökohdat ja oletukset	12
4.2 Tuotantokiertojen kannattavuus luonnonlämpötilassa	12
4.3 Kylmän veden kuhakannan tuotannon kannattavuus	13
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	16
5.1 Mahdollisuudet markkinoilla.....	16
5.2 Taloudelliset edellytykset kasvatukseen.....	17
5.3 Yhteenveto.....	17
6. KIRJALLISUUS	18

1. Johdanto

Suomalainen ruokakalankasvatus perustuu lähes yksinomaan kirjoloheen, minkä vuoksi kirjolohen kysynnän muutokset vaikuttavat voimakkaasti koko elinkeinon. Suomen liittyminen Euroopan unioniin avasi kalamarkkinoitamme kansainväliselle kilpailulle, mikä on näkynyt norjalaisten lohikalojen tuonnin voimakkaana kasvuna. Kotimaisen kirjolohen tuotanto on vähentynyt ja kasvatuksen kannattavuus heikentynyt. Vuonna 2003 Suomeen tuotiin noin 17 miljoonaa kiloa lohta ja kirjolohta, mikä on yli puolitoistakertainen kotimaiseen tuotantoon nähden.

Uudet viljelylajit on maailmanlaajuisesti nähty mahdollisuudeksi, jonka avulla kalatalouselinkeinot voivat tulevaisuudessa menestyä. Tämä kehitys näkyy myös perinteisissä lohenkasvatusmaissa kuten Norjassa, jossa viime vuosien aikana on panostettu voimakkaasti kylmänveden merilajien kasvatukseen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa käynnistettiin vuonna 1996 laaja tutkimushanke, jonka tavoitteena on edistää uusien ruokakalan tuotantoon sopivien lajien pääsyä kalamarkkinoille. Hankkeessa on tähän mennessä kehitetty siian ruokakalaviljelyä sekä selvitetty ahvenen viljelyn taloudellisia mahdollisuuksia. Aikaisempien selvityksiemme perusteella kuhan markkinamahdollisuudet olivat hyvät, mutta viljelyn edellytykset heikot (Koskela ym. 1998, Saarni ym. 1998).

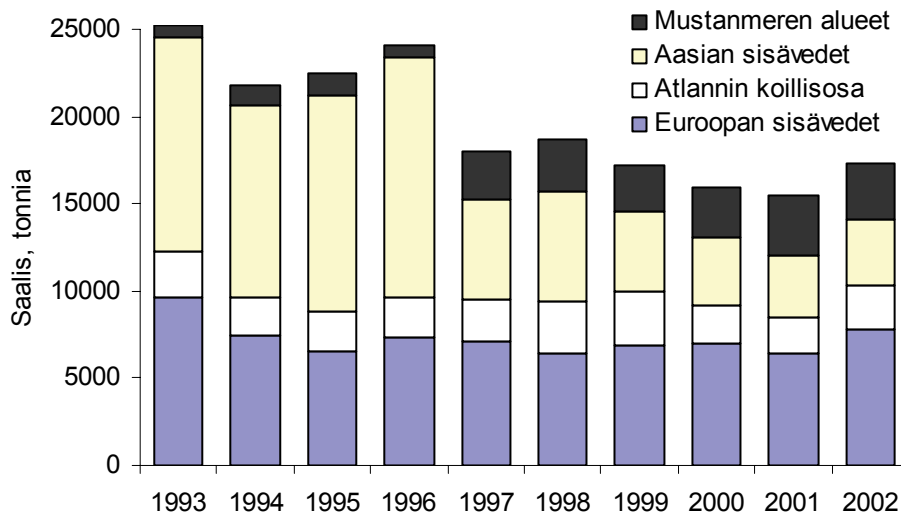
Kuhaa arvostetaan ruokakalana ja kiinnostus lajin kasvatukseen on lisääntynyt markkinoiden kasvun myötä. Tuotantoteknologiset valmiudet ruokakalakasvatukseen ovat kuitenkin heikommät kuin aikoinaan lohikaloilla, koska monet lajin ruokintaan, ravitsemukseen ja hyvinvointiin liittyvät tekijät tunnetaan huonosti. Muun muassa syömään opettelevan poikasen pieni koko, kannibalismi sekä lajin valonarkuus ja lämpötilavaatimukset vaativat uusia viljelytekniikoita. Tämän vuoksi lajin kannattava kasvatusta vaatiikin todennäköisesti huomattavan tuotekehityspanostuksen.

Tämän esiselvityksen tarkoituksena on arvioida kuhan ruokakalakasvatuksen mahdollisuuksia biologian, markkinoiden ja talouden näkökulmista. Selvityksessä mallinnettiin uusimman saatavilla olevan tiedon ja aineistojen avulla kuhan kasvua ja tuotantovaihtoehtojen kannattavuutta. Kasvu- ja kannattavuuslaskelmat on tehty sillä oletuksella, että edellä mainitut tuotantobiologiset ongelmat on pääosin ratkaistu.

2. Kuhan markkinat

2.1 Kansainvälinen tarjonta

Kuhan (*Sander Lucioperca, L.*) kokonaistarjonta on noin 16 miljoonaa kiloa. Runsaat 7 miljoonaa kiloa kalastetaan Euroopan sisävesillä, missä tärkeimmät tuottajamaat ovat Venäjä, Eesti, Suomi, ja Ruotsi. Aasian sisävesiltä ja Mustanmeren alueelta Venäjältä, Turkista, Kazakstanista ja Ukrainasta pyydetään yhteensä noin 7 miljoonaa kiloa. Itämeren (Atlantin koillisosa) kuhasaaliit ovat noin 2 miljoonaa kiloa (kuva 1, FAO 2004).



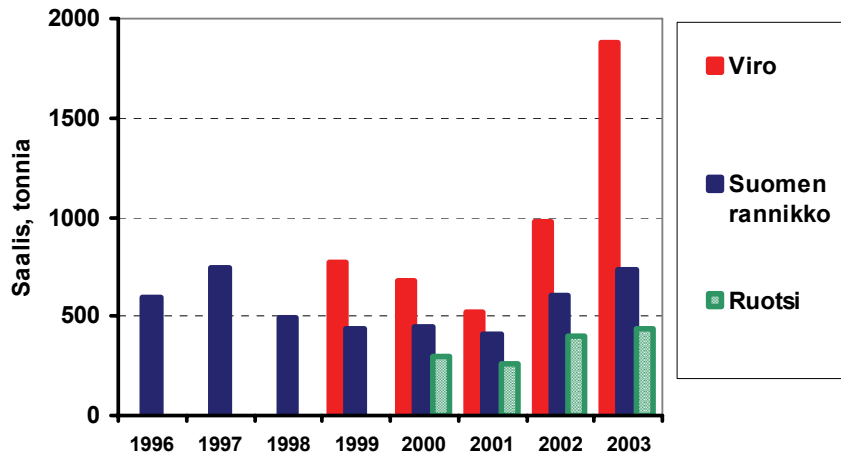
Kuva 1. Kuhasaaliit vuosina 1993-2002 (FAO 2004).

Valkosilmäkuha (*Sander vitreum* M.) on pohjoisamerikkalainen kuhalaji, joka vastaa ulkonäöltään ja kauppaominaisuuksiltaan eurooppalaista kuhaa. Valkosilmäkuhan merkittävin tuottajamaa on Kanada, jonka saalis on noin 7- 8 miljoonaa kiloa (FAO 2004).

Kuhan kasvatusta on vähäistä. Sitä viljeltiin vuonna 2001 noin 360 tonnia. Ranska oli tärkein tuottajamaa noin 200 tonnin tuotannolla. Kuhaa tuotettiin myös Tunisiassa, Romaniassa, Unkarissa ja Tšekissä (FAO 2004).

2.2 Euroopan markkinat

Euroopassa kuha on arvostettu valkealihainen sisävesilaji. Sen tärkeimmät markkina-alueet ovat Keski-Euroopassa, muun muassa Saksassa ja Ranskassa. Maiden oma tarjonta ei riitä tyydyttämään kysyntää. Pohjoisen Itämeren maat ovat huomattavia kuhan tuottajia ja saaliit ovat viime vuosina olleet nousussa (kuva 2). Suomen, Ruotsin ja Viron kokonaissaalis on runsas 3 miljoonaa kiloa, josta Viron osuus on kaksi kolmasosaa. Viron saaliista pääosa kalastettiin Peipsijärvestä, josta myös venäläiset pyytävät yli miljoona kiloa kuhaa.



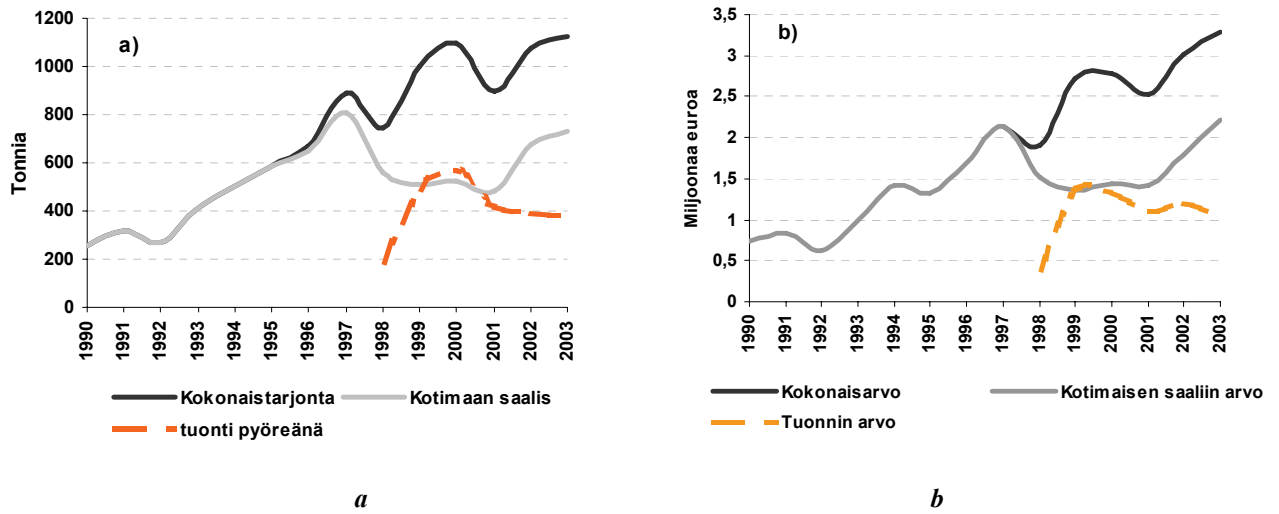
Kuva 2. Suomen, Ruotsin ja Viron saaliskehitys vuosina 1996-2003. (RKTL:n, SCB:n ja Eestin maatalousministeriön saalistilastot).

Virolaiset tuovat paljon kuhaa Venäjältä, Kazakstanista ja Ukrainasta. Suomen ja Ruotsin kuha käytetään pääosin kotimaassa, kun taas Viron saalis menee lähes kokonaan vientiin. Virolaiset vievät kuhaa muun muassa Hollantiin, Tanskaan, Saksaan, USA:han, Suomeen ja Ruotsiin (Setälä ym. 2005). Myös venäläiset vievät kuhaa entistä enemmän Keski-Eurooppaan. Lisäksi Pohjois-Amerikasta tuodaan ajoittain valkosilmäkuhaa Eurooppaan.

2.3 Kotimarkkinat

2.3.1 Tarjonnan määrä

Suomessa kuhan kokonaismarkkinat olivat yli miljoonaa kiloa ja saaliin tuottaja-arvo runsas kolme miljoonaa euroa vuonna 2003 (kuvat 3 a ja b). Markkinat ovat kasvaneet kotimaan tarjonnan ja tuonnin lisääntymisen seurauksena.



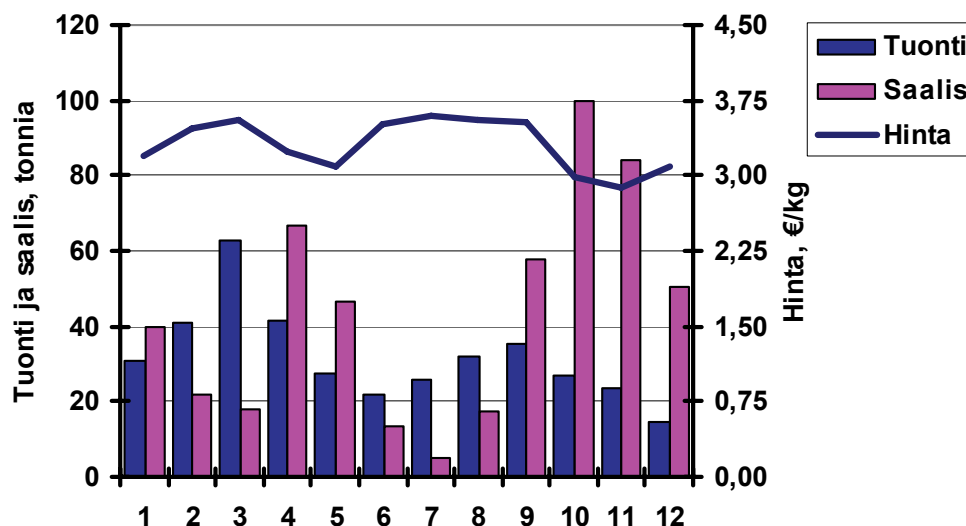
Kuva 3. Kuhan tarjonnan (a) ja reaaliarvon (b) kehitys kotimarkkinoilla 1990-2004. (RKTL:n saalis ja hintatilastot, Tullihallituksen tuontitilasto).

Viimeisen viiden vuoden aikana tuodun kuhan osuus on ollut 30-50 % kuhan kokonaismarkkinoista. Kotimaiset saaliit ovat yli kaksinkertaistuneet 1990-luvun alusta. Kuhan kokonaistarjonta on samassa ajassa nelinkertaistunut ja reaaliarvo kolminkertaistunut.

2.3.2 Tarjonnan ajoittuminen

Kotimaista kuhaa pyydetään eniten keväällä ja syksyllä, minkä seurauksena tuottajahinnat laskevat (kuva 4). Saalis on talvella ja kesällä vähäinen. Vuonna 1997 kalatuille tehdyn kyselyn mukaan kasvatetulle kuhalle olisi erityisesti keskitalven kuukausina paljon markkinapotentiaalia (Saarni ym. 1998).

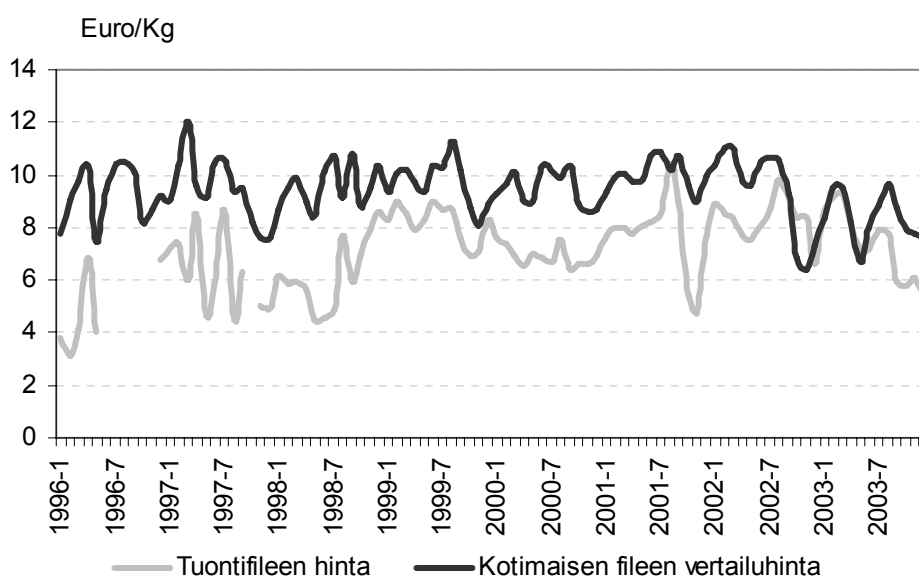
Kuhan tuonti on kyselyajankohdan jälkeen merkittävästi tasannut tarjontaa. Kuhaa tuodaan nyt ympäri vuoden, mutta erityisesti talvikuukausina. Tuonti vähenee kun kotimaan tarjonta lisääntyy. Tuontikuhan osuus on maaliskuussa ja heinäkuussa noin 80 % kokonaismarkkinoista. Kotimaisen kuhan osuus on puolestaan loka-joulukuussa yhtä suuri.



Kuva 4. Kuukausittainen rannikon kuhasaalis, kuhan tuontimäärät ja kotimaiset tuottajahinnat vuosien 1998-2003 keskiarvona (RKTL:n saalis ja hintatilastot, Tullihallituksen tuontitilastot).

2.3.3 Hintakehitys

Kotimaisen kuhan reaali hinnat ovat pysyneet viime vuosiin asti vakaina (kuva 5). Vuosien 2002 ja 2003 aikana hinnat laskivat edellisvuosia alemmalle tasolle. Tuodun kuhafileen hinta on viime vuosiin asti ollut nousussa. Vuonna 2003 tuontihinnat laskivat, koska Peipsijärven kuhasaalis oli hyvin suuri. Tuodun kuhafileen reaali hinta on pysynyt satunnaisia kotimaan saalishuippuja lukuun ottamatta edullisempänä kuin kotimaisesta raaka-aineesta valmistettu filee.



Kuva 5. Kotimaisen ja tuodun kuhafileen hintakehitys vuosina 1996-2003. Kotimaisen fileen hinta on laskettu kokonaisen kuhan tuottajahinnasta. (RKTL:n hintatilasto ja tullihallituksen tuontitilasto).

Vuonna 1997 suurin osa kuhasta kiinnostuneista yrityksistä ei osannut arvioida viljelyn kuhan mahdollista hintatasoa (Saarni ym. 1998). Useissa yrityksissä kuhan sen hetkistä hintaa pidettiin korkeana, ja viljelyn kuhan toivottiin parantavan menekkiä nykyistä alhaisemman hinnan ansiosta.

2.3.4 Markkinasegmentit ja laatuvaatimukset

Kotimainen kuhasaalis myydään pääosin suurtalouksiin ja tuontikala vähittäiskauppaan (Setälä ym. 2003). Saaristomeren kalatukkujen mukaan suurtaloudet toivovat 120-170 gramman annosfilettä, mitä saadaan 600-800 gramman kuhasta (Setälä ym. 2003). Vähittäiskaupamarkkinoille sopii isompikin 800-1000 gramman kuha. Kuhan päämarkkina-alue on Etelä-Suomessa (Honkanen ym. 1998).

Vuonna 1997 tehdyn kalatukkukauppioiden haastattelun mukaan viljelyn kuhan toivottiin vastaavan laadultaan kalastettua kuhaa. Viljelty kuha markkinoitaisiin pääasiassa fileinä suurkeittiöihin tai vähittäismyyntiin. Myös pyöreän kalan myynti kiinnosti joitakin yrityksiä. Viidennes yrityksistä toivoi kasvatettua kuhaa vientiä varten. Parhaimmat markkinat olisivat 0,4-1,1 kilon kuhasta tehdyille tuoreelle fileellä.

3. Kuhan kasvupotentiaalin arviointi

3.1 Alkumateriaalin tuotanto

Kuhan kasvatusta myytäväksi ruokakalaksi voi toteutua monella tavalla. Viljelykehityksen nykyvaiheessa tuotannon alkumateriaalina voidaan hyödyntää luonnonravintolammikkopoikasia. Poikaset totutetaan kasvatuslaitoksessa rehuuokintaan ja otetaan tämän jälkeen intensiiviseen kasvatukseen.

Kehitteillä oleva vaihtoehto on vastakuoriutuneiden poikasten starttaus esimerkiksi artemia äyriäisen avulla ja kalojen vähittäinen totuttaminen kuivarehulle. Menetelmä mahdollistaa lämpimän veden käytön pienpoikasesta alkaen, mutta asettaa samalla suuremmat vaatimukset viljelyteknologiselle osaamiselle. Kasvatusprosessia voidaan edelleen kehittää siirtämällä emokalojen kutuajankohta tuotantokierron kannalta soveliaampaan ajankohtaan. Esimerkiksi kuhan kudettaminen jo alkuvuodesta yhdistettynä intensiiviseen alkukasvatukseen ja poikasvaiheen lämminvesikasvatukseen nopeuttavat huomattavasti ensimmäisen viljelyvuoden tuotantoa ja kuhan kasvatusta ruokakalaksi.

3.2 Jatkokasvatus

Poikasvaiheen jälkeen kuha voidaan kasvattaa myyntikokoon kolmen tuotantoprosessin avulla. Kasvatus voidaan tehdä luonnonlämpötiloissa tai kuhan kannalta suotuisammassa olosuhteissa vettä lämmittämällä. Lämminvesiviljely voi perustua läpivirtauslaitokseen, jossa hyödynnetään teollisten prosessien lauhdevesilämpöä tai kierrätetään lämpöä kasvatusprosessin sisällä.

Tällä hetkellä tuotantoteknologiset valmiudet kuhan ruokakalakasvatukseen ovat heikot. Monet lajin ruokintaan, ravitsemukseen ja hyvinvointiin liittyvät tekijät tunnetaan vielä huonosti. Muun muassa syömään opettelevan poikasen pieni koko, kannibalismi sekä lajin valonarkuus ja lämpötilavaatimukset vaativat uutta viljelyteknologiaa, johon ei ole totuttu perinteisessä lohikalojen kasvatuksessa.

Viimeaikainen kansallinen ja kansainvälinen tutkimus on kuitenkin tuonut ratkaisuja kasvatuksen ongelmakohtiin. Lupaavia tuloksia on saatu lajin starttikasvatuksesta ja lämpimään veteen perustuvasta jatkokasvatuksesta. Vaikkakin viljelytekniset ongelmat saataisiin ratkaistua lajin lämpötilavaatimukset vaikuttavat paljon tuotantotulokseen. Tämän vuoksi tässä esiselvityksessä keskitytään tarkastelemaan kasvatuslämpötilojen ja kuhan lämpötilaominaisuuksien vaikutusta kuhan kasvuun.

3.3 Kasvun arvioinnin lähtökohdat

Tuotantomahdollisuuksien arvioimista varten kuhan kasvua simuloitiin erilaisissa tuotantoprosesseissa ja lämpötiloissa. Kuhalla on tehty niukasti tutkimuksia, joiden pohjalta voitaisiin laatia kalan kasvua kuvaava malli tai kasvutaulukko. Vehanen ym. (1998) ovat käyttäneet luonnonkuhan kasvun arvioimiseen Kitchellin ym. (1977) laatimaa bioenergeettistä mallia. Willemsen (1978) ja Hilge (1990) ovat tehneet eurooppalaisella kuhalla kasvatuskokeita vakio- ja lämpötiloissa. Edellä mainitun mallin ja aineistojen perusteella keskieuropalaisen kuhan maksimikasvu saavutetaan vasta 26-30 asteen lämpötilassa ja kasvu pysähtyy 12-14 asteen alarajalämpötilassa.

Pohjoismaisen kuhan kasvua ovat lämpötilaltaan vakioituissa koeolosuhteissa tiittävästi tutkineet vain Keskinen ym. (2005). Heidän kokeessaan noin 100g painoisia Keski-Suomesta pyydettyjä kuhia ruokittiin kalapaloilla 10, 14, 18 ja 22 asteen lämpö-

tiloissa 4 viikon ajan. Tämän aineiston pohjalta mallinsimme lämpötilan vaikutuksen kasvuun. Malliin lisättiin termi, joka ottaa huomioon kalan koon vaikutuksen kasvuun (esim. Brett ym. 1979). Lopuksi mallin antamat arvot skaalattiin vastaamaan mahdollisimman hyvin aineiston mukaisia kalojen kasvuja.

Mallilla lasketut kuhan kasvuprosentit on esitetty taulukossa 1. Mallin mukaan 40–600 g kalan kasvavat 10 asteessa 0,2-0,1% vrk⁻¹ ja 22 asteessa 2,1-0,9 % vrk⁻¹. Kuhan kasvun alarajalämpötila on noin 8 astetta, mikä on selvästi alempi kuin kirjallisuudessa esitetty keskieuropalaisen kuhan kasvun alarajalämpötila.

Taulukko 1. Veden lämpötilan ja kalan painon vaikutus kuhan kasvuun (% vrk⁻¹). Arvot on laskettu Keskinen ym. (2005) aineistosta laaditun mallin perusteella.

Lämpötila °C	Kalan paino				
	40 g	80 g	160 g	300 g	600 g
10	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
12	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2
14	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3
16	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
18	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5
20	1,5	1,3	1,0	0,8	0,7
22	2,1	1,7	1,4	1,1	0,9

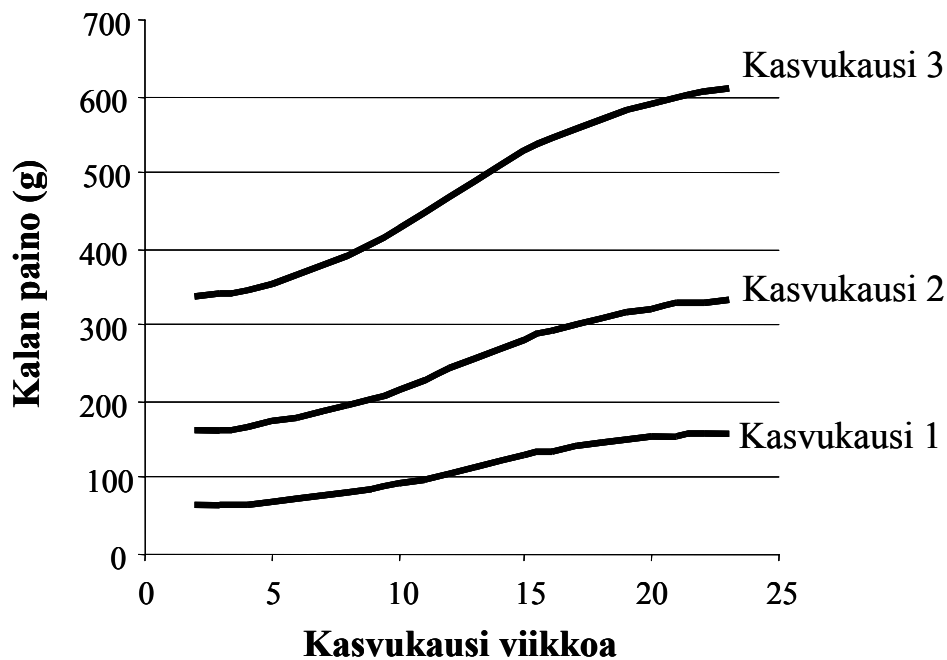
Kuhan kasvunopeus on 10-20 asteen lämpötiloissa hitaampi kuin siian (Koskela ym. 2002). Sitä vastoin 22 asteen lämpötilassa kuha kasvaa yhtä nopeasti tai jopa nopeammin kuin siika. Kuhan maksimikasvu on todennäköisesti suurempi kuin siian, koska kasvu vielä nopeutuu lämpötilan noustessa yli 22 asteen ja maksimikasvunopeus saavutetaan tätä korkeammassa lämpötilassa. Kuhan kasvupotentiaali on siten vähintään samansuuruinen kuin siian, mutta parhaan kasvun alue sijoittuu 4-8 astetta korkeammalle.

3.4 Tuotantokierrot luonnonlämpötilassa

Kuhan kasvua ennustettiin yhden, kahden ja kolmen kasvatuskauden pituisissa tuotantokierroissa. Jokaisessa tuotantokierrossa kuhan loppupainoksi asetettiin markkinoiden toivoma 600g:a. Veden lämpötilatietojen ja kasvumallin avulla arvioitiin tähän loppupainoon tarvittavan poikasen paino tuotantokierron alussa.

Laskelmissa käytettiin Turun saariston Hämmärönsalmesta kerättyjä veden lämpötilatietoja. Vuosien 1993-2003 vuorokausikeskiarvoista laskettiin viikkokeskiarvot, joita käytettiin kasvun ennustamisessa.

Kasvukauden keskimääräinen pituus on merialueella 24 viikkoa. Tänä aikana veden lämpötila on yli 8 astetta. Kasvukausi alkaa kesäkuun alussa ja päättyy lokakuun loppuun. Kasvusimulointien perusteella mereen siirrettävien poikasten painon on oltava noin 63g, jotta kalat ovat kolmen kasvukauden jälkeen 600g painoisia (kuva 6).



Kuva 6. Kasvatetun kuhan arvioitu kasvu ensimmäisen, toisen ja kolmannen kasvukauden aikana Turun saariston lämpötiloissa.

Kahden kasvukauden tuotantokierrossa mereen siirrettävien kalojen tulee olla 160g painoisia ja yhden kasvukauden tuotantokierrossa 330g painoisia, jotta kalojen paino kasvatuksen päättyessä on 600g. Kasvukerroin (loppupaino/alkupaino) on ensimmäisellä kasvukaudella 2,6, toisella kasvukaudella 2,1 ja kolmannella kasvukaudella 1,8.

3.5 Kylmän veden kuhakannan kasvu

Kuha kasvaa hitaasti, koska nopean kasvun alue on selvästi lämpimämmässä kuin korkeimmat keskilämpötilat Suomessa. Kasvun nopeutuminen edellyttäisi luonnonlämpötiloja lämpimämpää vettä. Toinen mahdollisuus nopeuttaa tuotantokiertoa on käyttää kasvatuksessa sellaista kuhakantaa, joka on sopeutunut erityisen viileään kasvuympäristöön.

Kasvumallin ja kirjallisuustietojen perusteella keskisuomalaisen kuhan kasvun alalämpötilaraja oli alempi kuin Keski-Euroopan kuhalla. Tämä viittaa siihen, että suomalainen kuha on paremmin sopeutunut lyhyempään ja viileämpään kasvukauteen. Erilaisissa ympäristöoloissa on kantojen välille muodostunut evoluution vaikutuksesta geneettisiä eroja. Luonnonvalinta on pohjoisemmilla alueilla suosinut yksilöitä, jotka ovat viileämmässä vedessä ja lyhyemmässä ajassa pystyneet kasvamaan ensimmäisen kasvukauden aikana riittävän suureen talvehtimiskokoon (Conover 1990). Myös muilla lajeilla kuten Atlantin hopeakyljellä (*Menidia menidia*), juovabassilla (*Morone saxatilis*) ja piikkikampelalla (*Scophthalmus maximus*) on lajin pohjoisten ja eteläisten kantojen välillä havaittu kasvueroja (Billerbeck ym. 2000; Conover & Present 1990; Conover ym. 1997; Brown ym. 1998, Imsland ym. 2001).

Suomen pohjoisimpien kuhakantojen kuten esimerkiksi Kemijärven kannan voidaan olettaa sopeutuneen keskisuomalaistakin kuhaa viileämpään elinympäristöön. Tällainen kuha saattaisi kasvaa vielä alle 8 asteisessakin vedessä. Kylmän veden kannan käytön vaikutuksia kasvuun simuloitiin siten, että kuhan kasvua siirrettiin 1, 2 tai 3 as-

tetta viileämpään. Samalla kasvun alarajalämpötila siirtyy 7, 6 ja 5 asteeseen. Lisäksi kylmän veden kantojen kasvu nopeutuu kaikissa kasvuoptimin alittavissa lämpötiloissa. Esimerkiksi kuhakannan, jonka kasvun alarajalämpötila on 6°C, oletetaan kasvavan 12 asteessa yhtä nopeasti kuin keskisuomalainen kuha 14 asteen lämpötilassa (taulukko 1). Muutoin kantojen kasvu pidetään taulukon 1 mukaisena.

Kylmän veden kuhakantoja käytettäessä keskimääräinen kasvukausi pitenee Saaristomeren lämpötilaoloissa kaksi viikkoa, kun kasvun alarajalämpötila laskee yhden asteen. Kun keskisuomalaisen kannan kasvukausi on 24 viikkoa niin kuhakannalla, jonka kasvun alarajalämpötila on 7 °C, kasvukauden pituus on 26 viikkoa. Vastaavasti kannoilla, joilla alarajalämpötila on 6°C ja 5°C kasvukauden pituus on 28 ja 30 viikkoa.

Taloudellinen hyöty kylmän veden kuhakannan nopeammasta kasvusta voidaan saada kahdella tavalla. Kylmän veden kuhalla 600g myyntikokoon päästään pienempi kokosilla ja edullisemmilla poikasilla (taulukko 2). Sopiva poikasten koko on kuhakannasta riippuen yhden vuoden tuotantokierrossa 210-290g, kahden vuoden tuotantokierrossa 40-110g ja kolmen vuoden tuotantokierrossa 2-30g.

Taulukko 2. Kylmän veden kuhakannan ja tuotantokierron pituuden vaikutus viljelyyn otettavan kalan alkupainoon kun kala kasvatetaan 600g myyntikokoon.

Kuhakanta	1 vuoden kierto	2 vuoden kierto	3 vuoden kierto
	Alkupaino g	Alkupaino g	Alkupaino g
Kasvun alarajalämpötila 8°C	330	160	63
Kasvun alarajalämpötila 7°C	290	110	30
Kasvun alarajalämpötila 6°C	250	75	10
Kasvun alarajalämpötila 5°C	210	40	2

Toinen mahdollisuus hyödyntää kylmän veden kuhakantojen parempi kasvupotentiaali on antaa kalojen kasvaa suuremmiksi. Tällöin yrityksen kokonaistuotanto voidaan tuottaa pienemmällä poikasmäärällä. Kuhakannasta riippuen yhden vuoden tuotantokierrolla päästäisiin 600-860g, kahden vuoden tuotantokierrossa 600-1200g ja kolmen vuoden tuotantokierrossa 600-1600g myyntikokoon (taulukko 3).

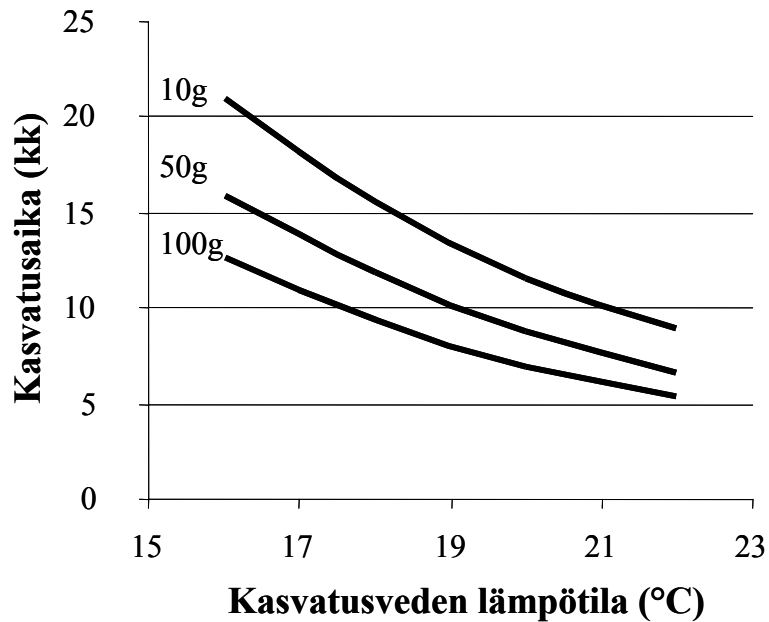
Taulukko 3. Kylmän veden kuhakannan ja tuotantokierron pituuden vaikutus viljelyyn otettavan kalan loppupainoon. Kala alkupaino on 1 vuoden kierrossa 330g, 2 vuoden kierrossa 160g ja 3 vuoden kierrossa 63g.

Kuhakanta	1 vuoden kierto	2 vuoden kierto	3 vuoden kierto
	Loppupaino g	Loppupaino g	Loppupaino g
Kasvun alarajalämpötila 8°C	600	600	600
Kasvun alarajalämpötila 7°C	670	750	830
Kasvun alarajalämpötila 6°C	760	950	1150
Kasvun alarajalämpötila 5°C	860	1200	1600

Kokonaistuotantoon tarvittava poikasmäärä pienenee samassa suhteessa kuin kalojen kasvu nopeutuu. Yhden vuoden tuotantokierrossa sama vuosituotanto saavutettaisiin kuhakannasta riippuen 11-30%, kahden vuoden tuotantokierrossa 20-50% ja kolmen vuoden kierrossa 28-63% pienemmällä poikasmäärällä kuin keskisuomalaisella kuhakannalla.

3.6 Tuotantokierto lämminvesikasvatuksessa

Kuhan tuotantoa voidaan tehostaa teollisuusprosessin hukkalämpöä hyödyntämällä tai kierrättämällä prosessiveden lämpöä tai lämmintä prosessivettä. Kuvassa 7 on esitetty arvio tuotantokierron pituudesta eri vakiolämpötilaoloissa.



Kuva 7. Kasvatusveden lämpötilan vaikutus kuhan tuotantokierron pituuteen (kuukausia), kun alkupainoltaan 10g, 50g tai 100g painoisia kaloja kasvatetaan 600g kokoon asti.

Kalan alkupaino ja veden lämpötila vaikuttavat lämminvesiviljelyssä tuotantokierron pituuteen (kuva 7). 100 g painoisella kuhalla kasvatus 600g kokoon kestää 16-22 asteessa arviolta 6-12 kuukautta. Vastaavasti 10 g ja 50g painoisilla kaloilla tuotantokierron pituus olisi noin 7-16 kuukautta ja 9-21 kuukautta.

4. Kuhan kasvatuksen taloudellinen arviointi

4.1 Taloudellisen laskennan lähtökohdat ja oletukset

Taloudellisissa laskelmissa simuloitiin jatkuvan tuotannon prosessia, jossa kasvattaja myy joka vuosi 60 tonnia kuhaa. Kasvatuksen kannattavuus laskettiin yhden, kahden ja kolmen merikasvatuskauden tuotantokierroille siten, että kasvatuskauden lopussa marraskuussa myytävän kuhan koko on vähintään 600 grammaa. Myös kylmän veden kuhan käytön vaikutukset tuotannon kannattavuuteen laskettiin.

Kuhan myyntimäärä sekä kustannukset pidettiin laskelmissa poikaskustannusta lukuun ottamatta vakioina. Peratun kuhan myyntihintana käytettiin neljää euroa. Kuhan kasvu ja kasvukauden pituus laskettiin aiemmin esitettyjen tietojen perusteella (katso luku 3.2.2). Muut tiedot kuten poikasen hinnat, rehukulut, rehukertoimet, kuolleisuus, työkulut ja puolikiinteät kulut arvioitiin pääasiassa siiankasvatuksesta kerättyjen tietojen mukaan (Liite 1). Muut muuttuvat kulut on määritelty kirjallisuuden ja kalankasvattajien haastattelujen perusteella vastaamaan tuotannoltaan samansuuruisen kasvatusyrityksen kustannusrakennetta. Kiinteät kulut huomioitiin poistomenettelyn mukaan vuositaisiksi kuluiksi. Pääomakulut laskettiin sekä sidotulle pitkäaikaiselle että lyhytaikaiselle pääomalle.

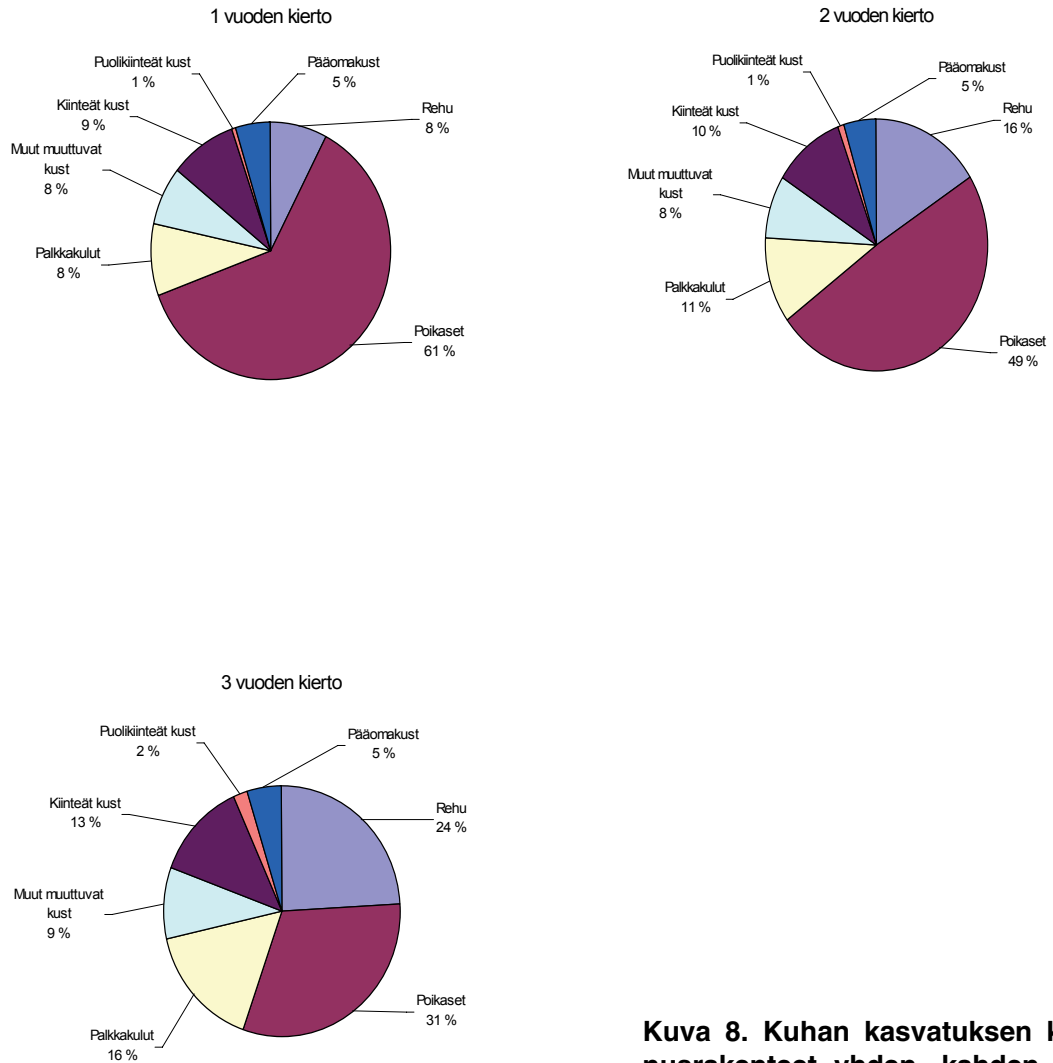
4.2 Tuotantokiertojen kannattavuus luonnonlämpötilassa

Kuhan kasvatusta oli laskennan oletuksin kaikilla tuotantokierroilla tappiollista (taulukko 4). Tuotantokiertojen taloudelliset tulokset poikkesivat kuitenkin selvästi toisistaan. Kolmivuotisen kierron tulos oli parempi kuin lyhyempien kasvatuskiertojen tulos.

Taulukko 4. Tuotantokierron pituuden vaikutus tuotannon taloudelliseen tulokseen. Muuttujan kriittisellä arvolla saavutetaan nollatulos.

	1 vuoden kierto	2 vuoden kierto	3 vuoden kierto
Kannattavuus, €	-131083	-83650	-34981
Kannattavuuden muutos, %	0	36	73
Liike voitto, %	-67	-43	-18
Pääoman tuotto, %	-40	-30	-15
Kriittinen myyntihinta, €/kg	6,66	5,70	4,71
Kriittinen poikasen hinta, €/kg	2,43	3,53	5,58

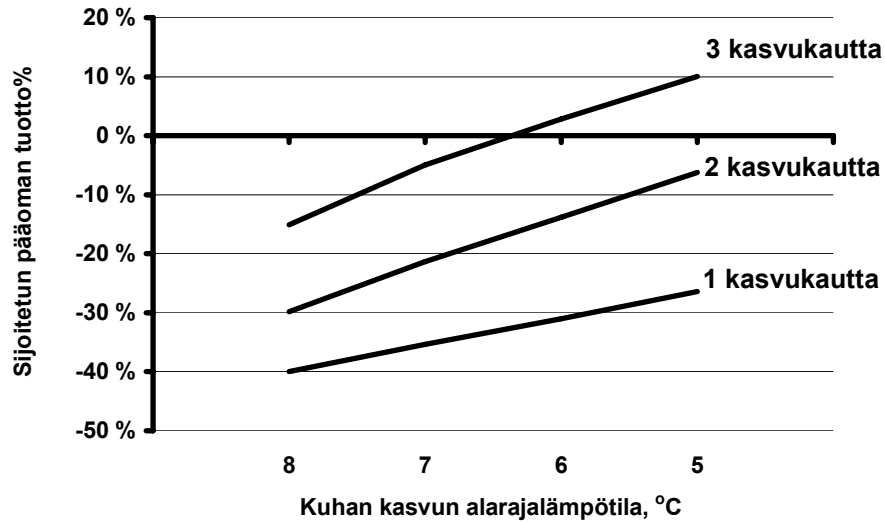
Kuhan myyntihinta vaikuttaa paljon tulokseen. Kolmen vuoden kierrolla vajaan viiden euron hinnalla päästään kannattavaan tuotantoon. Yhden vuoden kierrolla hinnan tulisi olla yli 6,5 €/kg. Poikasten hankintakustannus on kaikissa tuotantotavoissa suurin yksittäinen kustannuserä (Kuva 8). Poikaskustannuksen tulisi kolmen vuoden kierrossa laskea kymmenestä eurosta 5,58 €/kg, jotta päästäisiin kannattavaan tuotantoon.



Kuva 8. Kuhan kasvatuksen kustannusrakenteet yhden, kahden ja kolmen vuoden tuotantokierroissa.

4.3 Kylmän veden kuhakannan tuotannon kannattavuus

Kasvatuksen kannattavuutta simuloitiin yhden, kahden ja kolmen vuoden kasvatuskierroille silloin kun kuhan kasvun alarajalämpötila laskee 8 asteesta yksi, kaksi tai kolme astetta (Kuva 9).



Kuva 9. Kuhankasvatuksen tuotantokierron pituuden ja kylmän veden kuhakannan vaikutus sijoitetun pääoman tuottoon

Taloudellinen tulos paranee optimilämpötilan laskiessa. Kolmen kasvukauden kierrolla päästään voitolle, jos kannan optimikasvulämpötila olisi kaksi astetta pienempi kuin keski-suomalaisen kuhan. Lyhyemmät kierrot pysyvät kylmän veden kannoillakin tappiollisina.

Kuhan myyntihinta ja poikaskustannus vaikuttivat taloudelliseen tulokseen eniten. Taulukossa 5 esitetään millä myyntihinnoilla ja poikasen ostohinnoilla eri tuotantovaihtoehdoissa päästäisiin nollatulokseen.

Taulukko 5. Tuotantokierron pituuden ja kylmän veden kuhakantojen vaikutus myyntihinnan tai poikashinnan kriittiseen pisteeseen. Kriittisessä pisteessä saavutetaan nollatulos.

1 vuoden kierto	Myyntihinta€/kg	Poikashinta€/kg
Kasvun alarajalämpötila 8 °C	6,66	2,43
Kasvun alarajalämpötila 7 °C	6,18	2,72
Kasvun alarajalämpötila 6 °C	5,80	2,96
Kasvun alarajalämpötila 5 °C	5,40	3,26
2 vuoden kierto	Myyntihinta€/kg	Poikashinta€/kg
Kasvun alarajalämpötila 8 °C	5,70	3,53
Kasvun alarajalämpötila 7 °C	5,09	4,43
Kasvun alarajalämpötila 6 °C	4,64	5,36
Kasvun alarajalämpötila 5 °C	4,27	6,61
3 vuoden kierto	Myyntihinta€/kg	Poikashinta€/kg
Kasvun alarajalämpötila 8 °C	4,71	5,58
Kasvun alarajalämpötila 7 °C	4,21	8,21
Kasvun alarajalämpötila 6 °C	3,89	11,31
Kasvun alarajalämpötila 5 °C	3,63	16,03

Kannattavan kasvatuksen edellyttämä myyntihinta vaihtelee tuotantokierrosta ja kuhakannasta riippuen 3,6-6,7 €/kg välillä. 330 gramman poikanen saa yhden kasvukauden tuotantokierrossa maksaa kuhakannasta riippuen noin 2,5-3,3 €/kg, 160 gramman poikanen kahden kasvukauden tuotantokierrossa noin 3,5-6,6 €/kg ja 60 gramman poikanen kolmen kasvukauden tuotantokierrossa noin 5,5-16 €/kg.

5. Johtopäätökset

5.1 Mahdollisuudet markkinoilla

Suomessa lohikalojen kulutus on tasaisesti kasvanut viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Kasvatetut lohikalat ylläpitävät kalamarkkinoita ympäri vuoden. Punalihaisten kalojen rinnalle on jo pitkään kaivattu vaalealihaista tasaisesti tarjolla olevaa vaihtoehtoa. Nykyisin tärkeimpien tuoreena myytävien vaalealihaisten kalalajien tarjonta on vajaa 10 prosenttia lohimarkkinoiden koosta. Vuonna 2003 kotimaista siikaa oli tarjolla yhtä paljon kuin kuhaa, eli runsas miljoona kiloa. Tästä määrästä kolmannes oli kasvatettua.

Kasvatetun siian tarjonta on viime vuosina hiljalleen lisääntynyt. Kasvatus on tasannut tarjontaa ja vakauttanut markkinoita. Kasvatettu siika on myyty markkinoille pääsääntöisesti kalastuskausien ulkopuolella, minkä ansiosta sen hinta on pysynyt korkeana. Myös kuhan tuonti vähenee, kun kotimaista saalista tulee runsaasti markkinoille. Vuonna 1997 kotimaisen kuhan korkeaa hintaa pidettiin markkinoiden kasvun esteenä. Tämän jälkeen edullinen tuontifilee on mahdollistanut markkinoiden kasvua vähittäiskaupassa.

Kasvatetun kuhan hinnan ennakoitiin on vaikeaa, koska moni tekijä vaikuttaa hintakehitykseen. Kasvatetun kalan tarjontaa ja laatua voidaan hallita, mikä vakauttaa hintoja. Toisaalta tuotu kuha kilpailee jo markkinoilla kysynnän kannalta otollisimpana aikana. Tuodun kuhan hinta määräytyy pääosin Keski-Euroopan markkinatilanteen mukaan. Myös kotimaiset saalishuiput vaikuttavat merkittävästi hintaan. Saaliit näyttävät Virossa, Suomessa ja Ruotsissa muuttuvan samanlaisesti (ks. kuva 2), mikä vahvistaa tarjonnan ja hintojen muutoksia.

Viron kilpailukyky kuhamarkkinoilla on vahva. Virossa sisävesien tuottavuus ja kuhasaalis ovat suuret. Lisäksi Venäjältä, Kazakstanista ja Ukrainasta tuotu kuha täydentää merkittävästi Viron raaka-ainetarjontaa. Viron lisäksi myös Venäjä on investoinut sisävesikaloja jalostavaan teollisuuteen ja vie entistä enemmän kuhaa Euroopan markkinoille. Venäjän tarjonta todennäköisesti lisääntyy ja kiristää kilpailua. Tarjonnan lisääntyminen ei kuitenkaan välttämättä romauta hintoja, koska valkolihaisten kalojen kysyntä on Suomen tapaan muuallakin Euroopassa kasvussa. (Setälä ym. 2005). Maailman kuhasaalis on Euroopan markkinoiden kokoon nähden pieni. 16 miljoonan kilon kuhasaalis kulutetaan EU:n markkinoilla, jos joka kahdestoista EU:n kansalainen nauttisi yhden ravintola-annoksen kuhaa vuodessa.

Kuhan maailmanmarkkinat ovat kuitenkin moninkertaiset Suomen markkinoihin verrattuna. Vienti voi tarjota uusia liiketoimintamahdollisuuksia, jos kasvatetun kuhan tarjonnan hallittavuus luo kilpailuetua kalastettuun tuotteeseen nähden. Samalla on pidettävä mielessä, että kilpailijat ovat tuotantomääriensä ja -kustannustensa sekä kokeumuksensa vuoksi vientimarkkinoilla etulyöntiasemassa. Lisäksi maailmalla kasvatetaan jo nyt muun muassa meribassia, merilahnaa, tilapiaa ja turskalajeja, jotka kilpailevat valkolihaisten lajien markkinoilla. Kuhan kasvatusosaaminen saattaa myös nopeasti siirtyä maihin, joilla Suomea paremmat tuotantoedellytykset.

Kaiken kaikkiaan kasvatetun kuhan markkinaedellytykset ovat edellisen vuonna 1997 tehdyn markkinaselvityksen ajoista muuttuneet. Valkelihaiselle kalalle on edelleen kasvavaa kysyntää, mutta sen tarjonta kotimarkkinoille on tuonnin ja kasvatuksen kautta tasaantunut ja lisääntynyt. Tämän vuoksi markkinoilla ei ole samanlaista selvästi tyydyttämätöntä kysyntää kuin aikaisemmin. Markkinoiden kansainvälistyminen vaikeuttaa markkinoiden ennustettavuutta.

5.2 Taloudelliset edellytykset kasvatukseen

Kuhan kasvatusta ei laskennan oletusarvoin osoittautunut luonnonlämpötiloissa kannattavaksi. Kuhan lämpötilaominaisuuksilla oli suuri merkitys tuotannon kannattavuudelle. Kuhan kasvatusta voisi olla kolmen vuoden kierrolla kannattavaa, jos kasvatukseen voitaisiin käyttää kuhakantaa, jonka kasvun optimi- ja alarajalämpötila olisivat kaksi tai kolme astetta matalampi kuin keski-suomalaisen kuhan. Kuhan kasvukautta voidaan myös pidentää ja kasvua nopeuttaa kasvatusvettä lämmittämällä. Jälkimmäisen tuotantotavan kannattavuutta ei vielä tässä selvityksessä arvioitu.

Kannattavuus laskettiin 60 tonnin laitokselle. Suuremmalla tuotantomäärällä päästään suuruusluokan etujen kautta parempaan taloudelliseen tulokseen. Laskennassa oletettiin, että monet tuotantobiologiset ongelmat kuten kuhan kannibalismi ja valonarkuus on ratkaistu. Käytännössä tämä edellyttää vielä paljon tuotantotekniikan kehittämistä. Laskelmissa käytettiin pääosin kirjolohen tai siian tuotannosta saatuja tietoja, koska kuhan kasvatuksesta ei ole Suomen oloissa juurikaan kokemusta. Muuttajien arvioihin sisältyy täten paljon epävarmuutta, jota voidaan vähentää jatkokatkimusten avulla.

Kuhan poikaskustannus oli merkittävin yksittäinen kustannustekijä kasvatuksessa, minkä vuoksi poikastuotannon tehostamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kolme vuoden kierto antoi parhaimman taloudellisen tuloksen, koska silloin voitiin käyttää pienempiä ja edullisempia poikasia. Pidemmässä kierrossa kasvatuksen riskejä siirtyy poikastuottajalta jatkokasvattajalle, minkä vuoksi tuloksen onkin parannuttava.

Kuha myyntihinta vaikutti merkittävästi tulokseen. Laskelmissa oletettiin, että kasvatetun kuhan myyntihinta olisi kalastettua kuhaa korkeampi. Siian kasvattajat saavat tuotteestaan tällä hetkellä lähes kaksi kertaa enemmän kuin kalastajat, koska kasvatetun kalan laatu on tasaisen korkea ja sitä voidaan myydä kysynnän mukaan. Kasvatetun siian tarjonta on myös kasvanut samalla kun kalastetun siian tarjonta on merkittävästi vähentynyt. Kuhan kokonaistarjonta on puolestaan kasvanut ja edullinen tuontikuha täydentää tarjontaa jo nyt silloin kuin kotimaisesta on puutetta. Kasvatetun kuhan hinta ei siten mahdollisista laatueroista huolimatta todennäköisesti nousisi kovin paljon kotimaisen kalastetun kuhan hintaa korkeammaksi.

5.3 Yhteenveto

Valkolihaiselle kuhalle on Suomessa kysyntää. Kalamarkkinat ovat kuitenkin nyt paljon avoimempia kansainväliselle kilpailulle kuin aikoinaan kirjolohen kasvatusta aloitettaessa. Virosta ja Venäjältä tuotu kuha sekä muiden korvaavien tuotteiden tuonti ja tuotanto määrittelevät kasvatetun kuhan kysyntää Suomessa. Markkinoilla ei ole vielä voitu hyödyntää viljelyn tuomia mahdollisuuksia kuten vuodenajasta riippumatonta ja laadukasta tarjontaa. Tämän vuoksi kuhalla voi tuotannon alkuvaiheessa olla hyvät markkinamahdollisuudet.

Vaikkakin kuhan kasvatusteknologia on kehittynyt vuonna 1998 tekemämme arvion jälkeen on se vielä heikosti kehittyntä ja lajia kasvatetaan vain pieniä määriä ruokakalamarkkinoille. Kannattava kasvatusta vaatiikin vielä pitkäaikaisen ja taloudellisesti huomattavan tuotekehityspanostuksen.

Suomessa ei voida luonnon lämpötiloissa täysin hyödyntää kuhan kasvupotentiaalia. Tuotanto olisi kilpailukykyisempää, jos kasvatukseen löydettäisiin kylmään veteen sopeutunut kuhakanta. Toinen vaihtoehto on kehittää lämmintä vettä hyödyntäviä kasvatusteknologioita.

6. Kirjallisuus

- Billerbeck, J. M., Schultz, E. T. & Conover, D. O. 2000. Adaptive variation in energy acquisition and allocation among latitudinal populations of the Atlantic silverside. *Oecologia*, 122: 210-219.
- Bjorndal, T. & Aarland K. 1998. Salmon aquaculture in Chile. Stiftelsen for samfunns- og naringslivforskning. Working paper NO. 47. Foundation for research in economics and business administration. Bergen.
- Brett, J.R. & Groves, T.D.D. 1979. Environmental factors and growth. In: Fish Physiology Vol. VIII. W.S. Hoar and D.J. Randall (Eds.). Academic Press, London, 599-675.
- Brown, J. J., Ehtisham, A. & Conover, D. O. 1998. Variation in larval growth rate among striped bass stocks from different latitudes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 127: 598-610.
- Conover, D. O. & Present, T. M. C. 1990. Countergradient variation in growth rate: compensation for length of the growing season among Atlantic silversides from different latitudes, *Oecologia* 83: 316-324.
- Conover, D. O. & Present, T. M. C. 1990. Countergradient variation in growth rate: compensation for length of the growing season among Atlantic silversides from different latitudes, *Oecologia* 83: 316-324.
- Conover, D. O., Brown, J. J. & Ehtisham, A. 1997. Countergradient variation in growth of young striped bass (*Morone saxatilis*) from different latitudes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 2401-2409.
- FAO 2004. <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp#General>
- Hilge, V. 1990. Beobachtungen zur Aufzucht von Zandern (*Stizostedion lucioperca* L.) im Labor. *FischWiss.* 40:167-173.
- Hilge, V. & Steffens, W. 1996. Aquaculture of fry and fingerling of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) – a short review. *J. Appl. Ichthyol.* 12:167-170.
- Honkanen, A., Eerola, E & Setälä, J. 1998. Kalan käyttö eri väestöryhmissä - kotitalouksien haastattelututkimuksen satoa. *Kalatutkimuksia* 141.
- Imsland, A.K., Foss, A. & Stefansson, S.O. 2001. Variation in food intake, food conversion efficiency and growth of juvenile turbot from different geographic strains. *Journal of Fish Biology*, 59: 449-454.
- Keskinen, T., Jääskeläinen, J., Matilainen, T. & Karjalainen, J: 2005 Validation of bioenergetics for pikeperch. manuscript.
- Kitchell, J.F., Stewart, D.J. & Weininger, D. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J. Fish. Res. Board Can.* 34:1922-1935.
- Koskela, J., Setälä, J. & Honkanen, A. 1998. Viljelyn monipuolistaminen uusien lajien avulla. Lajien taloudelliset ja tekniset mahdollisuudet ruokaviljelyyn. Kala- ja riistaportteja nro 111.
- Koskela, J., Määttä, V., Vielma, J., Rahkonen, R., Forsman, L., Setälä, J. & Honkanen, A. 2002. Siian kasvatus ruokakalaksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, 48 s.
- Saarni, K., Setälä, J. & Honkanen, A. 1998. Kalakaupan ja jalostuksen odotukset kalaviljelyn monipuolistamiseksi. *Kalatutkimuksia* 143.

Setälä, J., Heikinheimo, O., Saarni, K. & J. Raitaniemi. 2003. Verkon solmuvälin suurentamisen vaikutus Saaristomeren ammattikalastuksen kuha- ja ahvensaaliin arvoon. Kala- ja riistaraportteja 297.

Setälä, J., Saarni, K., Honkanen, A. ja Virtanen, J. 2005. Suomukalojen kauppa ja markkinat. Kala- ja riistaraportteja 343.

Vehanen, T., Hyvärinen, P. & Huusko, A. 1998. Food consumption and prey orientation of piscivorous brown trout (*Salmo trutta*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in a large regulated lake. J. Appl. Ichthyol. 14:15-22.

Willemsen, J. 1978. Influence of temperature on feeding, growth and mortality of pikeperch and perch. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:2127-2133.

Liite 1.

Laskentamallissa käytettyjen muuttujien arvot.

Muuttuvat kustannukset	Hinta/määrä	Lähde
Kalanpoikanen, 330g,€/kg	6	Arvio
Kalanpoikanen, 160g, €/kg	8	Arvio
Kalanpoikanen, 63g, €/kg	10	Arvio
Rehu, €/kg	0,94	Yrityshaastattelut
Poikas rehu, €/kg	1,5	Yrityshaastattelut
Henkilöstön palkat, €/h	10	Yrityshaastattelut, Tilastokatsaus I/2003
Henkilöstö sivukulut, %	40	Yrityshaastattelut, Tilastokatsaus I/2003
Yrittäjän palkka, €/h	10	Yrityshaastattelut, Tilastokatsaus I/2003
Yrittäjän palkkasivukulut,%	40	Yrityshaastattelut, Tilastokatsaus I/2003
Polttoaine, €/l	1	Yrityshaastattelut
Energia, €/kwh	0,04	Yrityshaastattelut
Vakuutukset %/Muku	2	Yrityshaastattelut, (Björndal 1998)
Huolto ja puhdistus tarvikkeet %/Muku	2	Yrityshaastattelut, (Björndal 1998)
Kuljetukset, €/toimitus	300	Yrityshaastattelut
Pakkaukset, €/lt	2,91	Yrityshaastattelut
Säilytys (jää), €/kg	0,01	Yrityshaastattelut
Kiinteät kustannukset	Hinta/määrä	Lähde
Vesi ja maa-alueet, €	200000	Yrityshaastattelut
Kiinteistöt, €	200000	Yrityshaastattelut
Koneet ja kalusteet, €	200000	Yrityshaastattelut
Veneet, €	50000	Yrityshaastattelut
Hallinta, laitteet (atk), €	10000	Yrityshaastattelut
Puolikiinteät kustannukset	Hinta/määrä	Lähde
Kalakassit, €	18000	Yrityshaastattelut
Poikaskasvatuskassit, €	8000	Yrityshaastattelut
Ruokintalaitteet, €	11200	Yrityshaastattelut
Pääoma kustannukset	Hinta/määrä	Lähde
Korkokulut kiinteät, %	4	Yrityshaastattelut
Korkokulut muuttuvat, %	5	Yrityshaastattelut
Tuotot	Hinta/määrä	Lähde
Myyntihinta, €	4	Kalastajahinnat 2003
Tuotannon muuttujat	Hinta/määrä	Lähde
Rehukerroin	1,2	Arvio (Siika)
Kuolleisuus <100g, %/v	10	Arvio (Siika)
Kuolleisuus >100g, %/v	5	Arvio (Siika)
Perkaussaanto, %	82 %	Yrityshaastattelut
Kasvukausi vko, kasvun alaraja 8°C	24	Tämä raportti luku 3
Kasvukausi vko, kasvun alaraja 7°C	26	Tämä raportti luku 3
Kasvukausi vko, kasvun alaraja 6°C	28	Tämä raportti luku 3
Kasvukausi vko, kasvun alaraja 5°C	30	Tämä raportti luku 3
Kasvunopeus	Ks. taulukko 1.	Tämä raportti luku 3