

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 111

*Juha Koskela
Jari Setälä
Asmo Honkanen*

Viljelyn monipuolistaminen uusien lajien avulla
Lajien taloudelliset ja tekniset mahdollisuudet ruokaviljelyyn

Helsinki 1998



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Juha Koskela, Jari Setälä ja Asmo Honkanen

Viljelyn monipuolistaminen uusien lajien avulla - lajien taloudelliset ja tekniset mahdollisuudet ruokakalaviljelyyn

Tutkimusraportti

Vesiviljelyn monipuolistaminen (312060)

Riista- ja kalatalouden elinkeinokalatalouden tutkimus on käynnistänyt viljelyn tutkimushankkeen, jonka tarkoituksena on tuottaa sellaista uutta tietoa, joka edesauttaa uusien viljelylajien pääsyä kalamarkkinoille. Tässä raportissa arvioidaan eri lajien mahdollisuuksia nousta uudeksi ruokakalaviljelylajiksi. Kartoitus perustui eri lajien markkinamahdollisuuksiin sekä valmiuteen käynnistää niiden viljely.

Siiian vahvuutena on hyvä kysyntäpotentiaali markkinoilla sekä hyvä hintataso. Lajilla ei ole suoranaista heikkoustehtijää, joka voisi selvästi olla ruokakalaviljelyn riskitekijänä. Lajin jatkokasvatuksen viljelytekninen osaaminen ja eräiden kantojen alkumateriaalin saatavuus on vain tyydyttävällä tasolla ja nämä tekijät voivat vaikuttaa viljelyn laajenemiseen. Ahvenen vahvuutena on hyvä kysyntäpotentiaali kotimaan markkinoilla ja mahdollisesti myös ulkomailla sekä tuotannon vähäinen lämpötilariski. Lajin heikkoutena on matala hintataso kotimaanmarkkinoilla ja viljelyn kasvukauden lyhyys Suomessa vallitsevilla lämpötilaoloilla. Myöskin viljelyn alkumateriaalin saatavuus on ja viljelytekniset valmiudet ovat heikot. Kuhan vahvuutena on melko hyvä kysyntäpotentiaali ja hyvä hintataso markkinoilla sekä viljelyn olematon lämpötilariski. Lajin heikkoutena on huonot viljelytekniset mahdollisuudet. Lajin kasvukausi Suomen lämpötilaoloissa on todennäköisesti lyhyt ja viljelytekninen osaaminen vähäistä. Nieriän vahvuutena on hyvä viljelytekninen osaaminen ja alkumateriaalin saatavuus sekä mahdollisesti lajin hyvä hintataso markkinoilla. Lajin heikkoutena on viljelyn lämpötilariski Etelä-Suomen lämpötilaoloissa ja vähäinen kysyntäpotentiaali markkinoilla. Puronierä lämpötilariski on pienempi kuin nieriällä rannikkoalueen lämpötilaoloissa. Molempien lajien merkittävin riski liittyy markkinoiden kysyntäpotentiaaliin. Muikun ruokakalaviljelyä ei puolla selkeästi mikään suuri vahvuustekijä, mutta lajin ruokakalaviljelyn nousun esteenä ei myöskään ole selkeätä riskitekijää. Tarkasteltujen mittarien perusteella markkina- ja viljelymahdollisuudet ovat tyydyttävällä tasolla. Mateella ei ole selkeitä vahvuustekijöitä, jotka antaisivat sille muita tarkasteltuja lajeja paremmat edellytykset nousta uudeksi ruokakalaviljelylajiksi. Lajin heikkoutena on muihin tarkasteltuihin lajeihin verrattuna heikot markkina- ja tuotantomahdollisuudet.

Ruokakalaviljely, uudet laji, markkinamahdollisuudet, viljelymahdollisuudet

Kala- ja riistaraportteja 111

951-776-150-3

1238-3325

13 s.

Suomi

Julkinen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Elinkeino- ja kalatalouden tutkimus
PL 202, 00151 Helsinki

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
1.1. Tuotannon monipuolistaminen tärkeätä kalatalouselinkeinoille.....	1
1.2. Minkälaista tietoa tarvitaan jotta uusia lajeja saadaan ruokakalatuotantoon	1
2. TALOUDELLISET MAHDOLLISUUDET	3
2.1. Kysynnän lisäyspotentiaali.....	3
2.2. Valmius maksaa uusista lajeista	4
3. TEKNISET MAHDOLLISUUDET RUOKAKALAVILJELYYN	5
3.1. Alkumateriaalin saatavuus.....	5
3.2. Viljelytekninen valmius.....	6
3.3 Lajien soveltuvuus lämpötilaoloihin	7
4. LAJIEN VILJELYEDELLYTYKSET MARKKINA- JA VILJELYMAHDOLLISUUKSIEN PERUSTEELLA.....	10
Parhaat mahdollisuudet siialla	10
Ahvenella ja kuhalla hyvä kysyntäpotentiaali	10
Nieriän ja puronieriän viljely osataan	11
Muikulla ei selvää vahvuutta eikä heikkoutta	11
Mateen mahdollisuudet heikoimmat	11
5. KIRJALLISUUS.....	12

1. JOHDANTO

1.1. Tuotannon monipuolistaminen tärkeätä kalatalouselinkeinoille

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen elinkeinokalatalouden tutkimusyksikkö on laatinut omaa toimialaansa koskevan strategisen suunnitelman, jossa arvioitiin suomalaisen kalatalouden nykytilaa ja sen kehitysnäkymiä lähitulevaisuudessa. Kalataloudessa erityisesti kalanviljelyn suurimmiksi ongelmiksi ja kehityksen esteiksi nähtiin ruokalajiviljelyn keskittyminen vain yhteen lajiin sekä tuotannosta aiheutuvat ympäristövaikutukset.

Suomen ruokakalaviljely perustuu kirjolohen tuotantoon ja alan kannattavuus on heikentynyt kirjolohen tuotantoarvon laskiessa koko 90-luvun ajan (Kalavirrat 1997). Euroopan Unioniin liittymisen myötä viljellyn kalan tuonti Suomen kalamarkkinoille on lisääntynyt ja esim. viljelyn Norjalaisen lohen kulutus on kasvanut huomattavasti (Kalavirrat 1997). Kotimaisen ruokalatuotannon kannattavuutta ja kilpailukykyä kalamarkkinoilla voidaan parantaa monipuolistamalla kalanviljelyä uusien viljelylajien avulla.

Kotimaisen kalan tarjonnan kausiluotoisuus on kalakaupan ja jalostuksen keskeisimpiä ongelmia (Setälä ym. 1994). Vain kasvatetun kirjolohen, silakan ja tuodun kalan tarjonta on ollut riittävän suurta ja tasaista kalateollisuudelle. Ruokakalatuotannon avulla voidaan tasata kalan tarjonnan kausivaihteluja ja parantaa kalakaupan ja jalostuksen toimintaedellytyksiä.

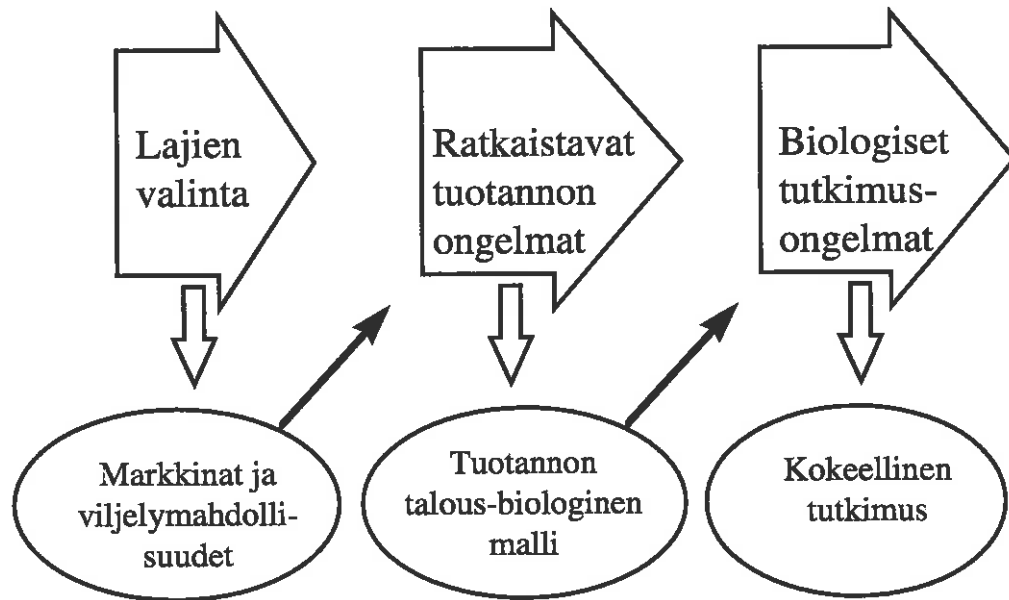
Suomen kalatalouden monipuolistaminen uusien viljelylajien ja viljelytuotteiden avulla on nähty myös useissa muissa alasta tehdyissä analyyseissä keskeiseksi kalatalouden yleiseen kannattavuuteen vaikuttavaksi tekijäksi (Vesiviljelyn kehittämissuunnitelma 1994, Kalanviljely 2020-toimikunnan mietintö 1991, Elinkeinokalatalouden sopeuttamistyöryhmä muistio 1994, Anon 1996).

Riista- ja kalatalouden elinkeinokalatalouden tutkimus on käynnistänyt viljelyn tutkimushankkeen, jonka tarkoituksena on tuottaa sellaista uutta tietoa, joka edesauttaa uusien viljelylajien pääsyä kalamarkkinoille.

1.2. Minkälaista tietoa tarvitaan jotta uusia lajeja saadaan ruokakalatuotantoon

Ennen kuin tutkimus pystyy etenemään ratkaistaviin biologisiin tutkimusongelmiin on selvitettävä, mihin lajeihin tutkimus kannattaa suunnata ja mitkä ovat näiden lajien viljelyn keskeiset ratkaistavat ongelmat.

Tutkimusprosessi on jaettu kolmeen osavaiheeseen (kuva 1). Ensivaiheessa hankkeessa tehtiin kartoitus, jossa selvitettiin eri lajien mahdollisuuksia nousta lähitulevaisuudessa uudeksi taloudellisesti merkittäväksi viljelylajiksi. Kartoitus perustui eri lajien markkinakysyntään sekä valmiuteen käynnistää niiden viljely. Tämän osavaiheen tulokset esitetään tässä raportissa.



Kuva 1. Viljelyn monipuolistamisen tutkimusprosessi on jaettu kolmeen osavaiheeseen, joissa selvitetään potentiaaliset uudet viljelylajit, taloudellisesti kannattavan tuotannon keskeiset ongelmat ja viime vaiheessa tuotannon ongelmista johdetaan kokeellisen tutkimuksen keinoin ratkaistavat viljelyn biologiset ongelmat.

Hankkeen toisessa vaiheessa arvioidaan viljelyprosessista tehdyn talous-biologisen mallin (Mickwitz ym. 1996) avulla, millä tekijöillä on suurin merkitys lajin viljelyn taloudelliseen kannattavuuteen. Tämä arviointi on tehty siialla, ravulla ja vastaava tutkimus tehdään ahvenella vuoden 1998 aikana. Viimeisenä vaiheena on lajikohtainen biologinen tutkimus, jossa keskeiset viljelyn talouteen vaikuttavat ongelmat muokataan kokeellisen tutkimuksen keinoin ratkaistaviksi koeasetelmiksi. Biologinen tutkimustyö on käynnistetty siialla ja ravulla vuonna 1997.

Tässä raportissa arvioidaan eri lajien mahdollisuuksia nousta uudeksi merkittäväksi ruokakalatuotannon viljelylajiksi. Tarkastelu perustuu siihen olettamukseen, että eri lajeilla on erilainen mahdollisuus nousta uudeksi viljelylajiksi riippuen lajien taloudellisista ja viljelyteknisistä mahdollisuuksista. Lajien taloudellisia mahdollisuuksia on selvitetty eri tutkimuksien yhteydessä ja tässä raportissa tuloksista esitetään yhteenveto. Viljelytekniestien mahdollisuuksien arviointi perustuu lajien alkumateriaalin saatavuuteen, viljelytekniiseen valmiuteen käynnistää laajamittainen tuotanto ja lajien soveltavuuteen paikallisiin lämpötilaoloihin.

2. TALOUDELLISET MAHDOLLISUUDET

Uusien viljeltävien kalalajien markkinoita selvitettiin kalatukuille ja jalostamoille, suurkeittiöille, marketeille ja kotitalouksille kohdistettujen kyselyjen ja haastattelujen avulla.

Tukkujen ja jalostajien (n=20) näkemystä arvioitiin vuonna 1997 tehdyllä kyselyllä (Saarni ym. käsikirjoitus). Vuonna 1996 pääkaupunkiseudun supermarketeille (n=20) ja Etelä- ja Länsi-Suomen jalostusyriyksille (n=18) kalamarkkinaprojektin yhteydessä tehdyssä haastattelututkimuksessa tarkasteltiin myös kiinnostusta uusiin viljelylajeihin.

Suurtalouksien näkemystä selvitettiin suurtalouksien kalankäyttötutkimuksen (Honkanen 1996) yhteydessä tehdyllä kyselyllä. Kyselyn kohderyhmänä oli koko maan ruokaa valmistavat suurtaloudet (1812 kpl) lukuunottamatta Ahvenanmaata. Kotitalouksien näkemystä selvitettiin kotitalouksien kalankäyttötutkimuksen yhteydessä (Honkanen ym. 1997) tehdyllä puhelinhaastattelulla, joka kohdistettiin noin 2400 henkilölle.

2.1. Kysynnän lisäyspotentiaali

Kalatukkujen, suurtalouksien ja kotitalouksien mielestä siian kysynnän lisäyspotentiaali oli suurin ja markettien mukaan toiseksi suurinta (taulukko 1). Myöskin ahvenkalat olivat haluttuja. Kuha oli toiseksi ja ahven kolmanneksi halutuin laji tukkujen ja kotitalouksien mielestä.

Taulukko 1. Vastauksista laskettu järjestys valmiudesta ostaa tarkasteltuja kalalajeja enemmän (valmius suuri = 6, pieni = 1), jos niiden saatavuus olisi vastaavalla tasolla kuin kirjolohella. Lajin kohdalle on merkitty viiva (-) mikäli tietoa ei ole ollut käytettävissä.

Kalalaji	Lajien järjestys				Keskiarvo
	Tukut ja jalostajat	Suurtaloudet	Marketit	Kotitaloudet	
Ahven	3	2	3	5	3,3
Kuha	4	4	5	5	4,5
Made	-	-	-	2	2,0
Muikku	2	4	1	5	3,0
Nieriä	2	1	2	1	1,5
Siika	5	5	4	6	5,0

Suur- ja kotitaloudet olivat kiinnostuneita muikusta, mutta tukut ja marketit pitivät sen kysynnän lisäystä vähäisenä. Mateen ja nierian kysynnän lisäyspotentiaali oli muita lajeja alemmalla tasolla.

Kysynnän lisäyksen suuruudesta ei ole tarkkaa tietoa. Tehdyistä kyselyistä ei voida suoraan arvioida lisäkysynnän kilomäärää. Karkea tapa kysynnän arvioimiseksi voisi olla suhteuttaa nykyisiä kalankulutusmääriä kysyntäpotentiaaliin. Kotimaisista kalalajeista käytettiin vuonna 1996 ihmisravinnoksi ahventa n. 12000 t, muikkua n. 5000

t, siikaa n. 5000 t ja kuhaa n. 2000 t (Kalavirrat 1997). Mateen ja nieriän käyttö ihmisravinnoksi oli niin vähäistä, että arvion tekeminen ei ollut mahdollista.

2.2. Valmius maksaa uusista lajeista

Valmiutta maksaa uusista viljeltävistä kalalajeista kyseltiin markkinoiden eri osapuolilta. Kaikilla vastaajilta saatiin hyvin samankaltainen tulos. Tukut ja jalostamot, suurkeittiöt ja marketit olivat valmiita maksamaan eniten kuhasta (taulukko 2) ja toiseksi eniten nieriästä ja kolmanneksi eniten siiasta tai ahvenesta. Kotitaloudet olivat valmiita maksamaan eniten nieriästä, sen jälkeen kuhasta ja siiasta.

Taulukko 2. Vastauksista laskettu järjestys valmiudesta maksaa tarkastelluista kalalajeista (enemmän = 6, vähemmän = 1), jos niiden saatavuus olisi vastaavalla tasolla kuin kirjolohella. Lajin kohdalle on merkitty viiva (-) mikäli tietoa ei ole ollut käytettävissä.

Kalalaji	Lajien järjestys				Keskiarvo
	Tukut ja jalostajat	Suurtaloudet	Marketit	Kotitaloudet	
Ahven	4	3	4	2	3,3
Kuha	6	6	6	5	5,8
Made	-	-	-	3	3,0
Muikku	-	2	3	1	2,0
Nieriä	5	5	5	6	5,3
Siika	4	4	4	4	4,0

Kyselyjen perusteella ei voida arvioida tuottajan saamaa hintatasoa. Yksi keino arvioida kalan tuottajahintaa on käyttää pyydetyn kalan hintatietoja. Vuoden 1996 hintatilastojen perusteella ison siian (>0,8 kg) keskihinta oli 19,20 markkaa ja se vaihteli eri kuukausina 16 - 23 markan välillä. Kuhan keskihinta oli noin 16,60 markkaa (14,40 - 20,30 mk/kg), muikun 11,50 markkaa (10,00 - 13,30 mk/kg), mateen 9,60 markkaa (6,50 - 10,60 mk/kg) ja ahvenen (>0,25 kg) 4,80 markkaa (2,90 - 8,20 mk/kg). Nieriän kalastajahintaa ei ole tilastoitu.

Tarkastelluista lajeista vain pyydetyn siian ja kuhan hintataso on korkeampi kuin viljelyllä kirjolohella. Jos näitä lajeja voidaan tuottaa vastaavilla kustannuksilla kuin kirjolohta, on viljelijän saama taloudellinen tulos parempi kuin kirjolohen viljelyssä. Muiden lajien tuotantokustannusten tulee olla kirjolohen viljelykustannustasoa alempia tai sitten viljellyn kalan hinta tulee olla korkeampi, kuin mitä on luonnonkalan hintataso.

3. TEKNISET MAHDOLLISUUDET RUOKAKALAVILJELYYN

Lajien teknistä soveltuvuutta ruokakalaviljelyyn arvioitiin alkumateriaalin saatavuuden, viljelyteknisten valmiuksien ja lajien paikallisiin lämpötilaoloihin soveltuvuuden perusteella.

3.1. Alkumateriaalin saatavuus

Lajin ruokakalaviljelyn kannalta paras tilanne on, jos mäti/poikaset saadaan viljelyssä olevista emokaloista. Viljely parantaa alkumateriaalin tuotannon ennustettavuutta ja tekee erilaiset alkumateriaaliin liittyvät manipulaatiot mahdollisiksi sekä vähentää kalojen siirtorajoitusten aiheuttamia ongelmia. Järjestäytyneestä luonnonkalojen kutupyynnistä voidaan saada huomattava määrä alkumateriaalia, mutta materiaalin saatavuuteen ja manipulointiin liittyy ongelmia. Saatavuus on riskialttiimpaa kuin viljelyvaihtoehdossa.

Tarkasteltavien lajien välillä on huomattavia eroja ruokakalaviljelyn alkumateriaalin saatavuudessa. Siian ja nieriä alkumateriaalin saatavuus on hyvä, sillä viljelyssä olevista eri emokalakannoista ja lajeista saadaan nykyään huomattava määrä mätiä ja poikasia (taulukko 3.). Kuhan ja muikun alkumateriaalin saatavuutta voidaan pitää heikompana, sillä tuotanto on pienempää ja alkumateriaalia tuotetaan vain muutamasta kannasta. Saatavuus on myös riskialttiimpaa, koska osa tuotannosta perustuu luonnonkaloista tapahtuvaan mädinhankintaan.

Taulukko 3. Tarkasteltavien lajien viljelyn alkumateriaalin nykyinen tuotantotapa, tuotantomäärä (mäti tai vastakuorlutuneet poikaset) ja tuotannossa olevien kantojen määrä vuonna 1997 RIIsta- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa (Anon 1997).

Kalalaji	Alkumateriaalin tuotanto muoto	Tuotantomäärä 1 000 kpl	Tuotanto kannat/ lajit kpl
Ahven	ei ole		
Kuha	Mädinhankinta luonnonkaloista	7 000	2
	Viljely	4 000	2
Made	ei ole		
Muikku	Mädinhankinta luonnonkaloista	1 500	1
	Viljely	300	1
Nieriät ¹	Viljely	2 500	7
Siikat ¹	Viljely	67 300	14

¹Eri nieriälajit (harmaanieriä, nieriä ja puronieriä) ja siikalajit (siika (*C. lavaretus*) ja peledsiika) käsitelty yhdessä.

Huonoin tilanne on ahvenella ja mateella, joiden mätiä ei tällä hetkellä tuoteta merkittäviä määriä. Ahvenen ja mateen mätiä on mahdollista kerätä luonnonkaloista ja käyttää viljelyn alkumateriaalina. Myöskin sulkupyödyksillä pyydettyjä eri-ikäisiä luonnonkaloja voidaan käyttää viljelyn alkumateriaalina.

3.2. Viljelytekniinen valmius

Viljelytekniinen valmius vaikuttaa siihen, miten nopeasti uuden lajin laajamittainen tuotanto voi käynnistyä. Viljelytekniisellä valmiudella tarkoitetaan sitä tietoa, joka tarvitaan lajin ennustettavaan ja taloudellisesti kannattavaan tuotantoon. Jos viljelytekniistä tietoa on vähän, ei lajin nopea tuotannon käynnistyminen ole todennäköistä, koska tuotanto on hyvin epäennustettavaa ja tämän vuoksi toiminnan taloudelliset riskit ovat suuret. Arvioinnissa viljelytekniinen valmius on jaettu kolmeen osatekijään; ravitsemukseen, viljely-ympäristöön ja kalojen terveydenhoitoon. Ravitsemusosaaminen on arvioitu sen perusteella miten hyvin tunnetaan kalojen ruokinta- ja ravintoainevaativuudet, viljely-ympäristö sen mukaan miten hyvin tunnetaan lajien elinympäristövaativuudet. Kalojen terveydenhoito sen perusteella miten hyvin tunnetaan viljelyssä yleisten lois- ja bakteeritautien hoitorutiinit.

Taulukko 4. Arvio tarkasteltavien lajien poikasviljelyn ja jatkoviljelyn viljelytekniisistä mahdollisuuksista. Lajien suhteellinen järjestys on tehty arvioimalla lajit asteikolla 1-6 (1 = huono ja 6 = hyvä).

Kalalaji	Viljelytekniiset mahdollisuudet						Keskiarvo
	Poikasviljely			Jatkoviljely			
	Ravitsemus	Viljely-ympäristö	Terveydenhoito	Ravitsemus	Viljely-ympäristö	Terveydenhoito	
Ahven	3	5	4	4	4	4	4,0
Kuha	2	2	2	2	2	2	2,0
Made	1	1	1	1	1	1	1,0
Muikku	4	3	3	3	3	3	3,2
Nieriät ¹	6	6	6	6	6	6	6,0
Siikat ¹	5	4	5	4	4	4	4,3

¹Eri nieriälajit (harmaanieriä, nieriä ja puronieriä) ja siikalajit (siika (*C. lavaretus*) ja peledsiika) käsitelty yhdessä.

Ahven on kiinnostava viljelylaji monissa Euroopan ja Pohjois-Amerikan maissa ja lajin viljelybiologinen tutkimus on keskittynyt kalojen ravitsemukseen ja viljely-ympäristön optimointiin (Kestemont ja Dabrowski 1996). Nykyisin ahvenen poikasia voidaan starttiviljellä menestyksellisesti vain luonnonravintolammikkoviljelyn tai luonnonravintoon (esim. Artemia) perustuvan allasviljelyn avulla, koska keinoravinnolla tulokset ovat yhä huonoja. Lämpötilan vaikutukset poikasvaiheen kasvuun ja ruokahaluun on selvitetty ja perusedellytykset poikasvaiheen viljelylle keinoravinnon avulla ovat olemassa. Lajin jatkokasvatuksen (400 - 500 g kokoon) viljelybiologiaa on tutkittu hyvin vähän. Ahvenella monet viljelyn optimointiin liittyvät kysymykset ovat vielä avoimia eikä viljelytekniistä valmiutta voida pitää tyydyttävänä.

Eurooppalaisen kuhan (*Stizostedion lucioperca* L.) viljelybiologinen tutkimus on ollut hyvin vähäistä ja keskeisistä lajien ravitsemukseen, viljely-ympäristöön sekä terveydenhoitoon liittyvistä tekijöistä ei tiedetä juuri mitään. Kuhan poikastuotanto onnistuu luonnonravintolammikkoviljelyn avulla ja keinollinen starttiviljely planktonravinnon avulla, mutta kuivarehuilla tulokset ovat olleet huonoja (Ruuhijärvi ym. 1991). Pohjois-Amerikassa esiintyvän valkosilmäkuhan viljelytuntemus on huomattavasti parempi kuin eurooppalaisen kuhan ja lajin viljely ruokakalaksi on saatu jo alkuvaiheeseen (Summerfield 1996). Mikäli valkosilmäkuhan viljelymenetelmät soveltuvat suomalaiselle kuhalle, on kuhan viljelytekniinen valmius korkeampi, kuin mitä taulukossa 4 on arvioitu.

Mateen viljelybiologiasta on julkaistu tietoja erittäin niukasti. Lajin poikastuotanto onnistuu luonnonravintolammikkoviljelyn avulla, mutta intensiiviset viljelymenetel-

mät tunnetaan huonosti. Lajin viljelytekniisiä mahdollisuuksia voidaan pitää heikkoina.

Muikun viljelybiologiaa on tutkittu jossain määrin (Luczynski ym. 1995) ja lajin intensiivinen viljely onnistuu keinorehun avulla startista aina sukukypsyyskokoon asti. Viljelyn optimointiin liittyvät tekijät tunnetaan vielä huonosti. Lajin viljelytekniisiä mahdollisuuksia voidaan pitää tyydyttävänä.

Nieriän viljelytekniinen soveltuvuus on tarkasteltavista lajeista korkeimmalla tasolla. Nieriän viljelybiologiaa on tutkittu Pohjois-Amerikassa, Norjassa ja Ruotsissa ja puronieriän Pohjois-Amerikassa. Näissä maissa lajeja kasvatetaan nykyisin intensiivisillä menetelmillä ruokakalakokoon asti. Keskeiset lajin poikas- ja jatkokasvatusvaiheen ravitsemukseen ja ruokintaan sekä viljely-ympäristöön liittyvät tekijät tunnetaan melko hyvin (Collison ja Holder 1993, Jobling ym. 1993). Lajin viljelytekniistä valmiutta voidaan pitää hyvänä.

Siian poikasviljelyn ravitsemukseen, viljely-ympäristöön ja terveydenhoitoon liittyvät tekijät tunnetaan tyydyttävästi ja lajin intensiivinen viljely keinoravinnon avulla on mahdollista starttivaiheesta lähtien aina ruokalakokoon asti (Todd ja Luczynski 1992, Luczynski ym. 1995). Vaikkakin siian jatkokasvatuksen viljelybiologiaa on tutkittu vähän ja ison siian viljelyn optimointiin liittyvät tekijät tunnetaan vielä huonosti (Koskela 1992, Koskela 1995, Koskela ym. 1997) voidaan sen viljelytekniisiä mahdollisuuksia pitää tarkastelluista lajeista toiseksi parhaana.

3.3 Lajien soveltuvuus lämpötilaoloihin

Uuden lajin menestymiseen viljelyssä vaikuttavat lajikohtaiset lämpötilavasteet (kasvun optimit- ja rajalämpötilat) sekä viljelypaikan lämpötilaolot. Liian viileissä lämpötilaoloissa johtaa huonoon kasvuun ja pitkään viljelykiertoon, kun taas liian lämpimät viljelyolot lisäävät lämpötilasta johtuvia kasvatusriskejä. Uusien lajien menestymistä eri viljelyalueilla voidaan arvioida lämpötilasta riippuvan kasvupotentiaalin ja viljelyalueen lämpötilatietojen avulla. Suurin osa viljellystä ruokakalasta tuotetaan nykyisin Etelä-Suomen merialueella, joten lajien kasvupotentiaalia ja kasvatusriskiä arvioitiin tämän alueen lämpötilaolojen perusteella. Tarkasteluun otettiin mukaan myös Pohjois-Suomen lämpötilaolot, koska ne kuvaavat viljelyn lämpötilaympäristön toista ääripäätä.

Ahvenen ja mateen kasvupotentiaalin ennustamisessa käytettiin lajeille tehtyjä bioenergeettisiä malleja (Karås ja Thoreson 1992, Rudstam ym. 1995). Mallien matemaattinen rakenne perustuu Kitchellin ja Stewartenin (1977) laatimaan bioenergeettiseen malliin, jonka kertoimet on muutettu muille lajeille sopiviksi. Mateen malli perustuu turskalle laadittuihin kertoimiin. Malli ennustaa kuitenkin hyvin mateen kasvua luonnonoloissa (Rudstam ym. 1995) joten sen käyttö tarkemman tiedon puuttuessa on perusteltua. Nieriän kasvun ennustamisessa käytettiin Joblingin ym (1993), Lyytikäinen (1996, käsikirjoitus) ja Lyytikäinen ym. (1997) julkaisemia malleja ja siian kasvupotentiaali arvioitiin Koskela (1992) julkaiseman mallin avulla.

Lämpötilan aiheuttama kuolleisuusriskiä arvioitiin veden lämpötilan ja kalan kuolleisuuden suhdetta kuvaavien yhtälöiden avulla. Oletuksena oli, että lajin kasvun optimilämmössä lämpötilasta johtuva kuolleisuus on 0%, 2 astetta yli optimin olevassa lämpötilassa 5% ja lajille tappavassa lämpötilassa 100% kuukaudessa. Arvio tehtiin nieriälle, mateelle, puronieriälle ja siialle. Ahvenelle ja kuhalle tarkastelua ei tehty, koska niiden optimilämpötilat on selvästi Etelä-Suomen kesälämpötiloja korkeampia. Eri lajeille laaditut yhtälöt ovat seuraavat;

Nieriä; $M\% = (0,9375 \times T^2 - 25,63 \times T + 175)/30$
 Made; $M\% = (0,8312 \times T^2 - 21,65 \times T + 141)/30$
 Puronieriä; $M\% = (1,23 \times T^2 - 39,33 \times T + 314)/30$
 Siika; $M\% = (0,937 \times T^2 - 31,25 \times T + 260)/30$

$M\%$ = kasvukauden aikainen lämpötilasta johtuva kuolleisuus % ja T = kasvukauden (1.6. - 31. 10.) vuorokautinen keskilämpötila vuosilta 1980-1990.

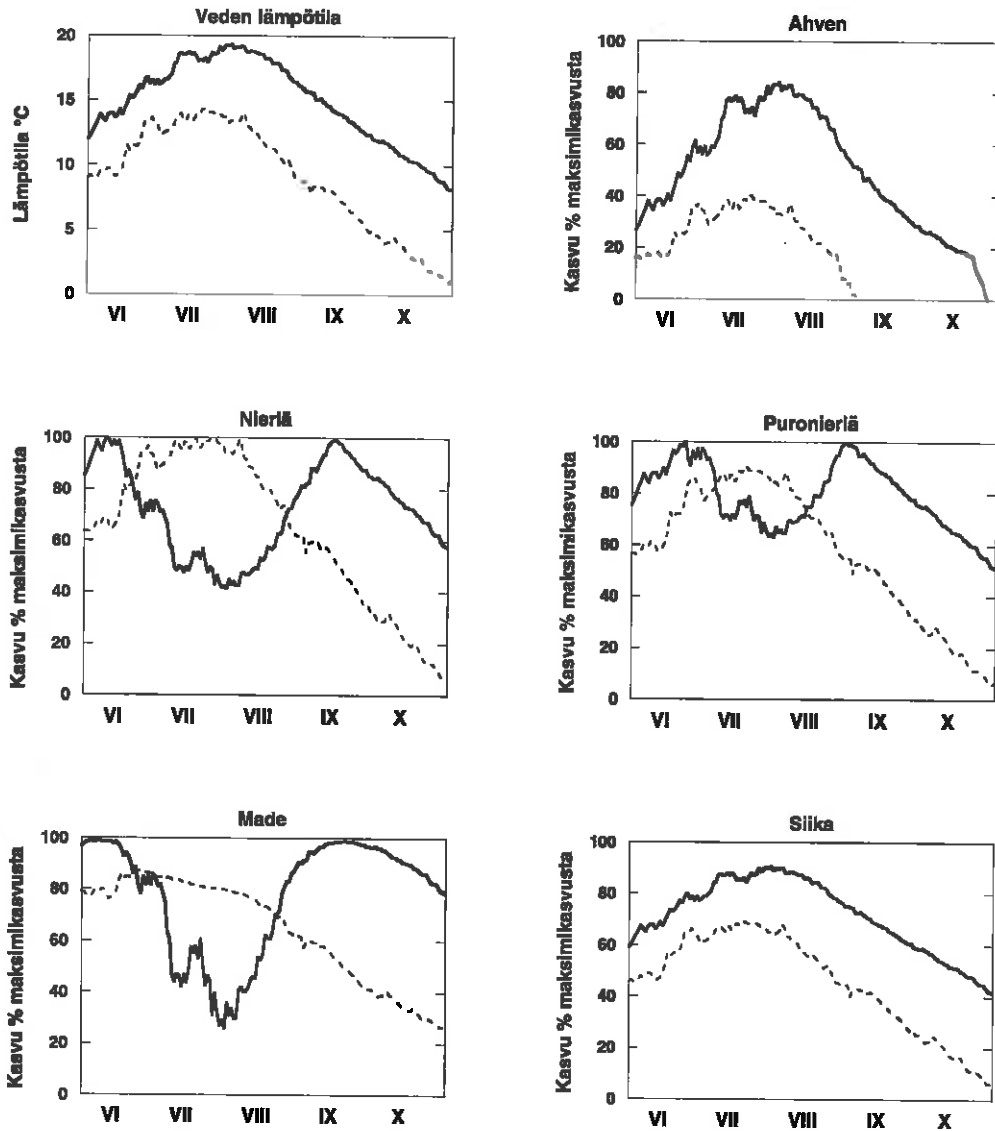
Etelä-Suomen oloja kuvaavina lämpötilatietoina käytettiin Seilin merialueelta Merentutkimuslaitoksen keräämiä kesä-lokakuun vuorokautisia keskilämpötiloja ja Pohjois-Suomen oloja kuvaavina lämpötilatietoina Taivalkosken riistan- ja kalantutkimuksen tuloveden lämpötilatietoja vuosilta 1980-1990.

Ahven viihtyy lämpimässä vedessä ja 100 g painoisella kalalla paras kasvu saavutetaan n. 22-23 asteen lämpötilassa. Ahvenen kasvu loppuu veden lämpötilan laskiessa n. 10 asteeseen tai noustessa yli 28 asteen (Karås ja Thoreson, 1992). Rannikkoalueen lämpötilat ovat ahvenelle liian matalia. Se kasvaa hyvin vain n. 1-2 kuukauden ajan ja koko kasvukausi jää muuta lajeja lyhyemmäksi (kuva 2). Keskikesän lämpötilat jäävät alle lajin kasvun optimilämpötilan eivätkä muodosta riskiä lajin viljelylle. Pohjois-Suomen lämpötilaoloissa lajin kasvupotentiaali (% maksimikasvusta) jää heikoksi.

Kuha viihtyy ahvenen tavoin lämpimässä vedessä. 100 grammaisen kalan paras kasvu saavutetaan n. 23-24 asteisessa vedessä ja sen kasvu pysähtyy veden lämpötilan laskiessa alle 10 °C tai noustessa yli 30 °C (Willemsen 1978). Lajin kasvupotentiaalia ja kasvatusriskiä ei ole arvioitu, mutta se on oletettavasti samankaltainen mitä ahvenella.

Nieriän paras kasvu saavutetaan 12-14 asteen välillä ja kasvu loppuu veden lämpötilan noustessa noin 21-22 asteeseen (Jobling ym. 1993, Lyytikäinen ym. 1997). Rannikkoalueen keskikesän lämpötilat ovat lajille liian korkeita ja kasvupotentiaali on hyvä vain alku- ja loppukesän ajan (kuva 2). Keskikesän lämpötilat voivat aiheuttaa kasvatukselle merkittävän riskin ja mallin avulla arvioitu kasvukauden aikainen kuolleisuus oli Etelä-Suomen lämpötilaoloissa 36 %. Pohjois-Suomen lämpötilaoloissa laji viihtyy paremmin eikä lämpötilariskiä ole.

Mateen paras kasvu saavutetaan 13-14 asteen lämpötilassa. Lajin kasvu loppuu veden lämpötilan noustessa noin 21 asteeseen (Rudstam ym. 1995). Rannikkoalueen kesälämpötilat ovat mateelle liian korkeita, ja sen kasvupotentiaali on hyvä vain alku- ja loppukesästä. Keskikesällä kasvupotentiaali on lajille liian korkeista lämpötiloista johtuen pieni ja korkeat lämpötilat voivat aiheuttaa merkittävän viljelyriskin (kuva 2). Mallien avulla arvioitu kasvukauden aikainen kuolleisuus oli Etelä-Suomen lämpötilaoloissa 40 %. Pohjois-Suomen lämpötilaoloissa laji viihtyy paremmin eikä lämpötilariskiä ole.



Kuva 2. Veden keskilämpötila (1980-90) Etelä-Suomen merialueella (yhtenäinen viiva Sellin merialue) ja Pohjois-Suomessa (katkoviiva Taivalkosken riistan- ja kalantutkimus) kesä-lokakuun aikana. Ahvenen, nieriän, puronieriän, mateen, ja siian arvioitu kasvupotentiaali (% maksimikasvusta) kesä-lokakuun aikana Pohjois- (katkoviiva) ja Etelä-Suomen lämpötilaoloissa. Laskennassa on käytetty kuvassa esitettyjä keskilämpötiloja ja lajeille julkaistuja kasvumalleja (kts. teksti).

Puronieriän paras kasvu saavutetaan 14-16 asteen lämpötilassa. Lajin kasvu pysähtyy veden lämpötilan noustessa 20-22 asteeseen (McCormick ym. 1972, Dwyer ym. 1983). Rannikkoalueen kesälämpötilat ovat puronieriälle hieman liian korkeita ja kesikesän korkeat lämpötilat todennäköisesti heikentävät lajin kasvua ja aiheuttavat vähäisen lämpötilariskin (kuva 2.). Arvioitu lämpötilasta johtuva kasvukauden aikainen kuolleisuus on 13 %. Pohjois-Suomen lämpötilaoloissa lämpötilariskiä ei ole.

Siian paraskasvu saavutetaan n. 17-19 asteen välillä mutta kasvun rajalämpötilaa ei tunneta (Koskela 1992). Siian kasvupotentiaali säilyy hyvänä kesäkuukausien ajan (kuva 2.). Rannikkoalueella kesikesän korkeat lämpötilat eivät todennäköisesti aiheuta merkittävää riskiä kasvatukselle ja lämpötilasta johtuva kuolleisuus on arviolta 5 % kasvukaudessa.

4. LAJIEN VILJELYEDELLYTYKSET MARKKINA- JA VILJELYMAHDOLLISUUKSIEN PERUSTEELLA

Parhaat mahdollisuudet siialla

Lajin vahvuutena on hyvä kysyntäpotentiaali markkinoilla sekä hyvä hintataso (kuva 3). Lajilla ei ole selvää heikkoustehtäjä, joka voisi selvästi olla ruokakalaviljelyn riskitekijänä. Lajin jatkokasvatuksen viljelytekninen osaaminen ja eräiden kantojen alkumateriaalin saatavuus on vain tyydyttävällä tasolla ja nämä tekijät voivat vaikuttaa viljelyn laajenemiseen.

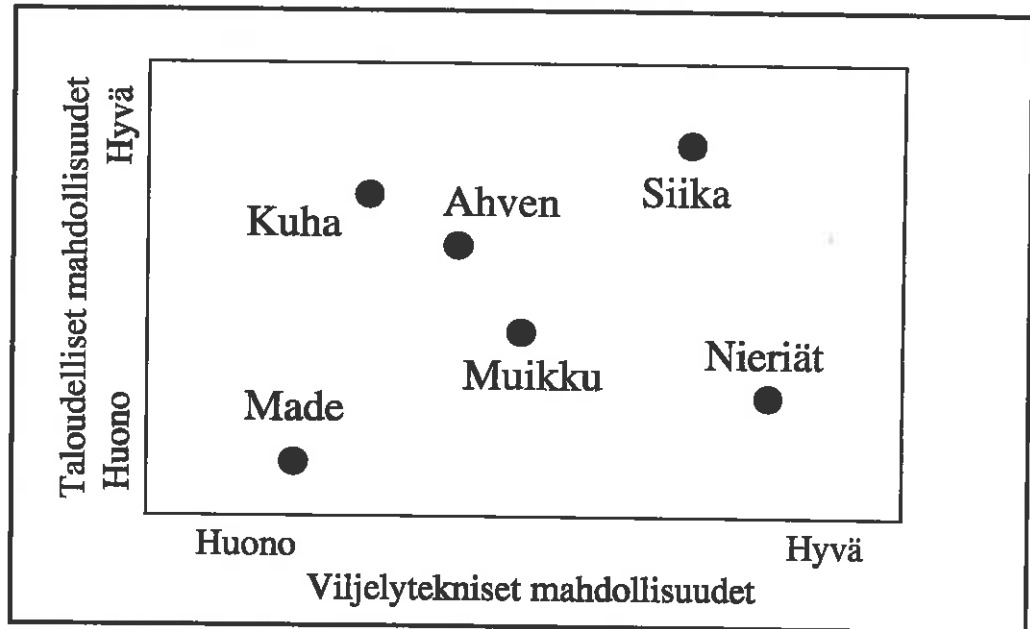
Ahvenella ja kuhalla hyvä kysyntäpotentiaali

Ahvenen vahvuutena on hyvä kysyntäpotentiaali kotimaan markkinoilla ja mahdollisesti myös ulkomailla sekä tuotannon vähäinen lämpötilariski (kuva 3.). Lajin heikkoutena on pyöreän kalan matala hintataso keväällä kotimaan markkinoilla ja viljelyn kasvukauden lyhyys Suomessa vallitsevissa lämpötilaoloissa. Myöskin viljelyn alkumateriaalin saatavuus on ja viljelytekniset valmiudet ovat heikot.

Matalasta hintatasosta, huonosta alkumateriaalin saatavuudesta ja heikosta viljelyteknisestä valmiuksista aiheutuvia riskejä voidaan todennäköisesti vähentää, jos ahvenen viljelystrategia perustuu keväällä pyydetyn kalan yhden kasvukauden mittaiseen jatkoviljelyyn ja halvempaan luonnon sivusaaliista tehdyn rehun käyttöön.

Kuhan vahvuutena on melko hyvä kysyntäpotentiaali ja hyvä hintataso markkinoilla sekä viljelyn olematon lämpötilariski. Lajin heikkoutena on huonot viljelytekniset mahdollisuudet. Lajin kasvukausi Suomen lämpötilaoloissa on todennäköisesti lyhyt ja viljelytekninen osaaminen vähäistä.

Koska pienikokoista kuaa ei saada keväisin rysäpyynnin saaliiksi huomattavia määriä ei lajin viljelystrategiassa ole samanlaista mahdollisuutta kuin ahvenella.



Kuva 3. Yhteenveto tarkasteltavien lajien taloudellisista ja viljelyteknisistä mahdollisuuksista.

Nieriän ja puronieriän viljely osataan

Nieriän vahvuutena on hyvä viljelytekniinen osaaminen ja alkumateriaalin saatavuus sekä mahdollisesti lajin hyvä hintataso markkinoilla (kuva 3.). Lajin heikkoutena on viljelyn lämpötilariskit Etelä-Suomen lämpötilaoloissa ja vähäinen kysyntäpotentiaali markkinoilla.

Puronieriän vahvuutena on tyydyttävä viljelytekniinen osaaminen, alkumateriaalin saatavuus, pieni viljelyn lämpötilariski Etelä-Suomen lämpötilaoloissa sekä mahdollisesti hyvä hintataso markkinoilla. Lajin heikkoutena on vähäinen kysyntäpotentiaali.

Puronieriä on nieriää vähäriskisempi vaihtoehto viljelylajiksi rannikkoalueen lämpötilaoloissa. Molempien lajien merkittävin riski liittyy markkinoiden kysyntäpotentiaaliin.

Muikulla ei selvää vahvuutta eikä heikkoutta

Muikun ruokakalaviljelyä ei puolla selkeästi mikään suuri vahvuustekijä, mutta lajin ruokakalaviljelyn nousun esteenä ei myöskään ole selkeätä heikkoustekeijää (kuva 3.). Tarkasteltujen mittarien perusteella markkina- ja viljelymahdollisuudet ovat tyydyttävällä tasolla.

Mateen mahdollisuudet heikoimmat

Lajilla ei ole selkeitä vahvuustekijöitä, jotka antaisivat sille muita tarkasteltuja lajeja paremmat edellytykset nousta uudeksi ruokakalaviljelylajiksi (kuva 3.). Lajin heikkoutena on muihin tarkasteltuihin lajeihin verrattuna heikot markkina- ja tuotantomahdollisuudet. Pohjois-Suomen lämpötilaoloissa pyydetyn mateen jatkakasvatus voisi tulla kyseeseen.

5. KIRJALLISUUS

- Anon 1996. Suomen elinkeinokalatalouden rakenneohjelma 1995-1999, tavoite 5(a) elinkeinokalatalous. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki.
- Anon 1997. Toimintasuunnitelma vuodelle 1998. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (käsikirjoitus).
- Collison, S. and Holder, J. (toim.) 1993. Special sessions on Arctic Char culture and intensive salmonid systems. Bulletin of the Aquaculture Association of Canada. St. Andrews NB; no 1, 35 p.
- Dwyer, W.P., Piper, R.G. and Smith, C.E. 1983. Brook trout growth efficiency as affected by temperature. Progressive Fish-Culturist 45:161-163.
- Elinkeinokalatalouden sopeuttamistyöryhmä. Työryhmämuistio. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki 1994.
- Honkanen, A. 1996. Suurtalouksien kalankäyttö EU:n muutospaineeissa. Kyselytutkimuksia vuosilta 1988-1995. Riistan- ja kalantutkimus, kalaraportteja nro 64.
- Honkanen, A., Setälä, J. ja Eerola, E. 1997. Kotitalouksien kalankäyttö. Haastattelututkimuksia vuosina 1992 ja 1997. Riistan- ja kalantutkimus, kalaraportteja nro 94.
- Jobling, M., Jorgensen, E.H., Arnesen, A.M. ja Ringo, E. 1993. Feeding, growth and environmental requirements of Arctic charr: a review of aquaculture potential. Aquaculture International 1:20-46.
- Kalanviljely 2020-toimikunnan mietintö. Helsinki 1991. Komiteanmietintö 1991:20.
- Kalastajahinnat vuonna 1996. SVT Ympäristö-Miljö 1997:6. 20 s.
- Kalavirrat. Tietoa kalan tarjonnasta ja käytöstä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. SVT Ympäristö-Miljö 1997:13 68 s.
- Kestemont, P and Dabrowski, K. (toim.) 1996. Recent advances in the aquaculture of percid fish. Journal Applied Ichthyology 12:137-200.
- Karås, P. ja Thoresson, G. 1992. An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Journal of Fish Biology 41:217-230.
- Kitchell, J.F., Stewart, D.J. ja Weininger, D. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). Journal of Fisheries Research Board of Canada 34:1922-1935.
- Koskela, J. 1992. Growth rates and feeding levels of European whitefish (*Coregonus lavaretus*) under hatchery conditions. Polskie Archiwum Hydrobiologii 39:731-737.
- Koskela, J. 1995. Influence of dietary protein levels on growth and body composition of whitefish (*Coregonus lavaretus*). Archiv fur Hydrobiologie, Advances in Limnology 46:331-338.
- Koskela, J., Jobling, M. and Pirhonen, J. 1997. Influence of the length of the daily feeding period on feed intake and growth of whitefish, *Coregonus lavaretus*. Aquaculture 156:35-44.

- Luczynski, M., Bodaly, R.A., Bond, W.A., Eckman, R., Kamler, E., Mills, K.H. Reist, J.D., Rösch, R., Segner, H., Todd, T.N. (toim.) 1995. Biology and Management of Coregonid Fishes -1993. Archiv fur Hydrobiologie Advances in Limnology 46:1-485.
- Lyytikäinen, T., Koskela, J. ja Rissanen, I. 1997. The influence of temperature on growth and proximate body composition of underyearling Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). Journal of Applied Ichthyology 13:191-194.
- Lyytikäinen, T. 1996. Nieriän ja puronieriän vertailu kalanviljelijän lajivalintaa kuvaavaa päätösanalyyttistä mallia varten. Käsikirjoitus 4 s.
- McCormick, J.H., Hokanson, K.E.F. and Jones, B.R. 1972. Effects of temperature on growth and survival of young brook trout, *Salvelinus fontinalis*. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 29:1107-1112.
- Mickwitz, P., Veitola, K., Honkanen, A. and Koskela, J. 1996. Setting priorities for the research and development of new products - exemplified by aquaculture. IIFET symposium, Marrakech, Marokko 1-4. July 1996.
- Ruuhijärvi, J., Virtanen, E., Salminen, M. ja Muyunda, M. 1991. The growth and survival of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* L., larvae fed on formulated feeds. EAS Special publication 15:154-159.
- Saarni, K., Setälä, J. ja Honkanen, A. Kalamarkkinoiden tarpeet kalanviljelyn monipuolistamiseksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalatutkimuksia (käsikirjoitus).
- Setälä, J., Partanen, K., Sulonen, P. ja Käyhkö, A. 1994. Kalakaupan ja kalanjalostuksen esitutkimus. Helsinki. Kalaraportteja no 1. 63 s.
- Summerfield, R. C. 1996. Walleye culture manual. NCRAC culture series 101. North Central Regional Aquaculture Center Publications office, Iowa State University, Ames.
- Todd, N.T and Luczynski, M. (toim.) 1992. Biology and Management of Coregonid Fishes -1990. Polskie Archiwum Hydrobiologii 39:247-894.
- Vesiviljelyn kehittämissuunnitelma. Ehdotus. Kalatalouden EU-sektorisuunnittelu 1995-1999. Helsinki 1994. VESEK-projekti. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, elinkeinokalatalouden tutkimusyksikkö.
- Willemsen, J. 1978. Influence of temperature on feeding, growth and mortality of pike-perch and perch. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:2127-2133.