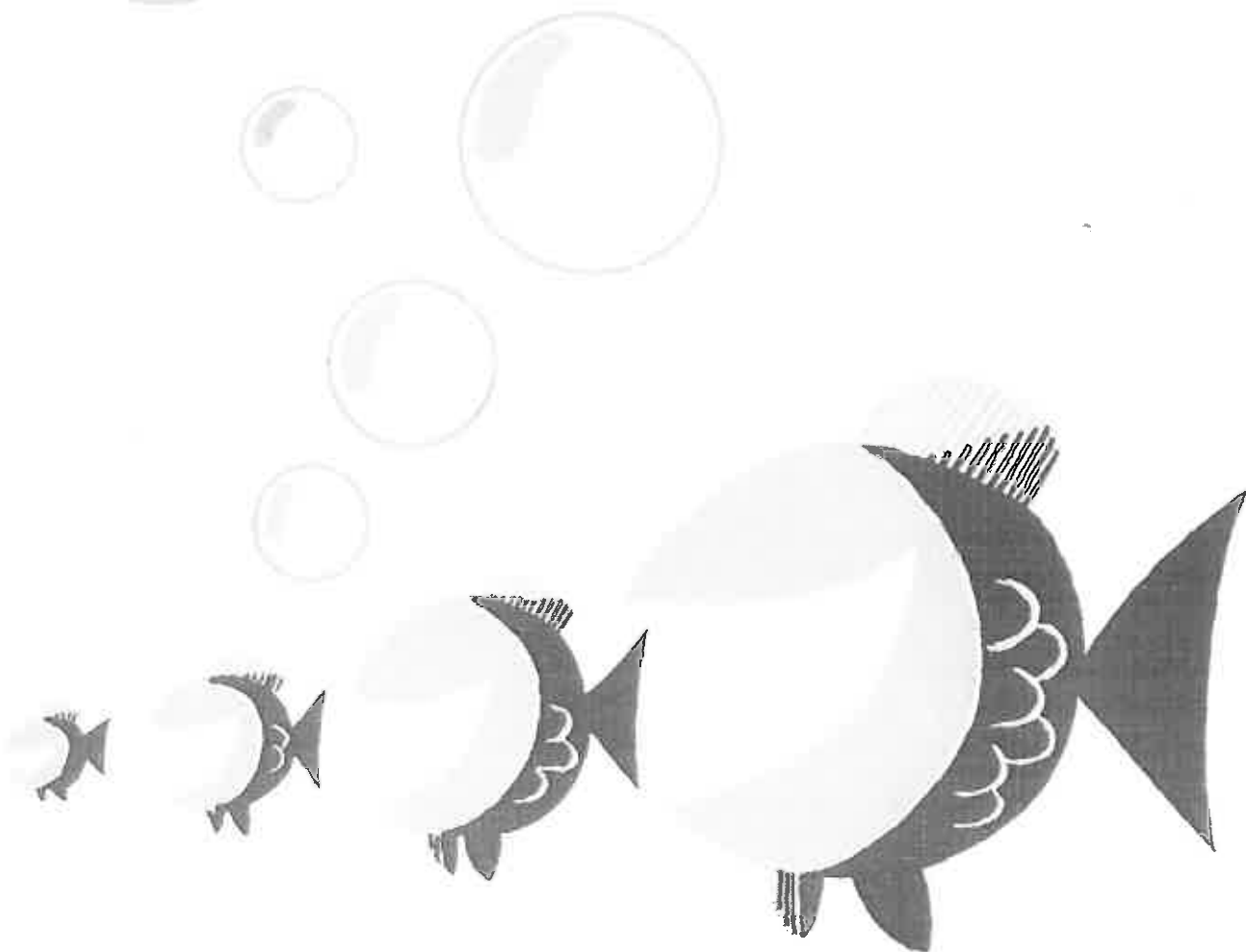


RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA- FISKUNDERSÖKNINGAR



31
1991



RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA- FISKUNDERSÖKNINGAR



Vastaava toimittaja: Riitta Rahkonen

Toimittajat: Aimo Järvinen, Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Atso Romakkaniemi, Petri Suuronen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti, Lauri Urho ja Aune Vihervuori

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Kalantutkimusosasto
Kalanviljelyosasto
PL 202
00151 Helsinki

puh. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar sarjassa julkaistaan kalatalouteen liittyviä tutkimuksia, suunnitelmia, raportteja, selvityksiä, lausuntoja, esitelmiä sekä tutkimusten aineistoja tai muita vastaavia kirjoituksia. Julkaisukielinä ovat pääsääntöisesti suomi ja ruotsi. Kirjoitusohjeita on saatavilla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tietopalvelussa (PL 202, 00151 Helsinki).

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen. Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan tietopalveluun.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar on jatkoa sarjoille: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–97), "Tiedonantoja" (no:t 1–24) ja "Meddelanden" (no:t 1–21).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research" ja "Suomen Kalatalous".

Ansvarig redaktör: Riitta Rahkonen

Redaktörer: Aimo Järvinen, Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Atso Romakkaniemi, Petri Suuronen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti, Lauri Urho och Aune Vihervuori

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
Fiskeriforskningsavdelningen
Fiskodlingsavdelningen
PB 202
00151 Helsingfors

tel. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

I serien Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar publiceras undersökningar, planer, rapporter, utredningar, utlåtanden, föredrag samt forskningsmaterial eller motsvarande artiklar som behandlar fiskerihushållningen. Publikationsspråket är i huvudsak finska och svenska. Skrivinstruktioner kan erhållas från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets informationstjänst (PB 202, 00151 Helsingfors).

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer. Förfrågningar angående tidskriften bör riktas till informationstjänsten.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar är en fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–97), "Tiedonantoja" (nr 1–24) och "Meddelanden" (nr 1–21).

Övriga publikationsserier från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets fiskeriforskningsavdelning och fiskodlingsavdelning är "Finnish Fisheries Research" och "Suomen Kalatalous".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 31

1991

Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät.

Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot

Unto Eskelinen, Markku Pursiainen ja Riitta Rahkonen (toim.)

Helsinki 1991

ISSN 0787-8478

Helsinki 1991

Yliopistopaino

SISÄLLYS

VALTION KALANVILJELYN XIII NEUVOTTELUPÄIVÄT JYVÄSKYLÄSSÄ 5.-6.4.1989. <i>Matti Sipponen</i>	1
VALTION KALANVILJELYN XIII NEUVOTTELUPÄIVIEN AVAUS <i>Kai Westman</i>	3
KALANVILJELYOSASTON TEHTÄVÄT JA TAVOITTEET <i>Kai Westman</i>	5
LAJIEN JA KANTOJEN UHANALAISUUDEN POPULAATIOGENETIIKKAA <i>Outi Muona</i>	12
MITEN MITOKONDRIO-DNA TUTKIMUKSET VOIVAT PALVELLA LAJI- JA KANTAEROTTELUA JA MITÄ TULOKSIA ON SAATU <i>Martti Hakumäki ja Kirsi Partti-Pellinen</i>	15
MITEN ENTSYYMIELEKTROFOREETTISET TUTKIMUKSET VOIVAT PALVELLA KALAKANTOJEN SUOJELUA JA MITÄ TULOKSIA ON SAATU? <i>Marja-Liisa Koljonen</i>	18
KALAKANTAREKISTERIN NYKYTILA, RAKENNE JA TAVOITTEET <i>Irma Kallio-Nyberg</i>	25
MITEN KALAKANTOJEN TUOTTOA LISÄTÄÄN JAPANISSA? <i>Kari Ruohonen</i>	30
KALANVILJELYN KÄYTTÖ UHANALAISTEN KALAKANTOJEN SÄILYTTÄMI- SESSÄ <i>Unto Eskelinen</i>	41
MITEN EMOKALASTOJEN HOIDOLLA VOIDAAN VAIKUTTA A MÄDIN LAATUUN JA MÄÄRÄÄN? <i>Päivi Eskelinen ja Pentti Pasanen</i>	47
PAKASTETUN MAIDIN KÄYTTÖ UHANALAISTEN KALALAJIEN VILJELYSSÄ <i>Jorma Piironen</i>	51
MÄDIN KÄSITTELYN KRIITTISET VAIHEET <i>Erkki Virtanen</i>	55
TOUTAIMENVILJELYN ALKUHANKALUUKSIA <i>Jussi T. Pennanen</i>	59
TÄMÄN PÄIVÄN VALMIUDET RUOKINTAVILJELYN LAAJEMPAAN SOVELTAMISEEN POIKASTUOTANNOSSA <i>Juha Koskela ja Ilkka Rissanen</i>	66
VALTION KALANVILJELYN XIII NEUVOTTELUPÄIVIEN OHJELMA.....	72
KIITOKSET.....	73
VUOTEEN 1991 MENNESSÄ JULKAISTUT VALTION KALANVILJELYN NEUVOTTELUPÄIVIEN ESITELMÄT.....	74

VALTION KALANVILJELYN XIII VEUVOTTELUPÄIVÄT JYVÄSKYLÄSSÄ 5.-6.4.1989

MATTI SIPPONEN

Keski-Suomen kalastuspiiri

Valtion kalanviljelypäivien aihe - uhanalaisten arvokalalajien ja kantojen säilyttäminen; tavoitteet ja keinot - on ajankohtainen. Se osoittaa kalataloudessa tapahtunutta kehitystä säädösten ja itse asiakysymyksissä. Samalla se kuvastaa kalatalouden kentässä laajemmin havaittavaa pyrkimystä avautua kohti yhteiskuntaa. Suunta on oikea ja välttämätön: kalatalous ei voi jäädä askartelemaan omien sisäisten kysymystensä pariin, vaan työlle kalakantojen suojelemiseksi ja vesistöjen kalastuksellisten arvojen säilyttämiseksi ja kohottamiseksi on saatava kansalaisten ja yhteiskunnan tuki. Tässä suhteessa asemamme on varsin vahva: onhan maassamme 1,5 miljoonaa kalastuksen harrastajaa. Nekin, jotka eivät itse kalasta, tunnustavat kalastuksen yhdeksi osaksi suomalaista arvomaailmaa.

Merilohen, meritaimenen, järvitaimenen, harjuksen ja siikalajien uhanalaisuus tarkoittaa näiden lajien alkuperäisiä luonnonkantoja eikä lajia sinänsä, kuten uhanalaisten eläinten ja kasvien suojelutoimikunnan mietinnössä todetaan. Mietinnöstä on luettavissa, että monin paikoin sisävesistä, kuten esimerkiksi Keski-Suomesta, uhanalaiset kannat ovat jo hävinneet. Samanaikaisesti virtaavien vesien kunnostuksen yhdeksi tavoitteeksi on ilmoitettu virtakutuisien lajien kantojen voimistaminen ja geneettisen monipuolisuuden turvaaminen. Virtavesien kunnostustavoitteet näyttävätkin paikoitellen olevan mieluummin kalataloudellisesti perusteltavissa kuin puhtaasti luonnonsuojelullisin seikoin.

Kalastuslaki kuvaa toimivaltasuhteineen sen organisaation, jolla luonnonvesien kalavaroja hyödynnetään. Kalastuslaki lienee yksi moderneimmista laeista siinä suhteessa, että päätösvalta on siirretty hyvin lähelle kalastavia kansalaisia, heidän lakisääteisiä yhteisöjään ja yhteistoimintaelimiiään. Kalastusalueilla tulee olemaan keskeinen rooli kalavesien uusien käyttö- ja hoitotavoitteiden asettajina ja toteuttajina. Ne tarjoavat foorumin kalataloudelliselle tavoitekeskustelulle.

Kalastusalueet laativat parhaillaan käyttö- ja hoitosuunnitelmia toimialueilleen. Lienee niin, että vain siellä, missä vaelluskalakantoihin liittyvät kalastuksen säätelykysymykset ovat entuudestaan ajankohtaisia, kalalajien uhanalaisuus tulee luonnostaan käsitellyksi käyttö- ja hoitosuunnitelmassa. Muualla jouduttaneen odottamaan uhanalaisuuden käsitteen konkretisointia, jonka edellytys on keskustelu käsitteen kalataloudellisesta merkityksestä. Toistaiseksi tämä keskustelu on ollut niukkaa. Jos jalostuksella kehitetään kalakantoja, jotka ovat kasvuominaisuuksiltaan vesistöjen alkuperäisiä kantoja parempia, syntyy melko välittömästi paineita siirtyä istutuksissa niiden käyttöön. Tähänkin tulisi varautua.

Kalastuslain tavoitteena on kalavarojen käytön kaikenpuolinen tehostaminen. Kalastusta koskevista rajoituksista on pyritty vapautumaan ja niitä on monin paikoin voitu poistaa. Uusi ajattelu painottuu siten, että kalastuksen säätelyä käytetään vasta sitten, kun muilla, kalojen elinympäristöön ja elinkiertoa vaikuttavilla keinoilla ei kannan tulevaisuutta voida turvata. Toimenpiteiden valikoiman laajuus ja merkitys riippuu suuresti siitä, onko kyseessä meri vai sisävesi.

Kalastuslain 1 § tarjoaa väljyytensä vuoksi tulkintamahdollisuuksia siitä, miten uhanalaisuus olisi suhteutettava kalakannan järkipäiseen, kalataloudelliset näkökohdat huomioon ottavaan kalastukseen. Kalatalouden edistämisen- ja suojelupyrkimysten kesken voi helposti syntyä kalatalouden sisälle intressiristiriita, kuten kokemukset vaelluskalakannoista osoittavat. Ratkaisun löytämistä helpottaisi, jos eri intresseille kyettäisiin löytämään keskenään yhteismittaisia ilmaisuja. Monin paikoin sisävesilläkin käytetään varsin mittavia rahamääriä mm. matkailukalastuksen kehittämiseksi tai vieläkin laajempiin kalataloudellisiin kehittämissuunnitelmiin. Niiden toteutuksen alkaessa suojelutavoitteet joutunevat väistymään, ellei niitä ole alun perin otettu kehittämistavoitteisiin mukaan. Vesi- ja kalaresurssien varaan rakennettujen elinkeinopoliittisten kehittämissuunnitelmien kannalta voidaan edellyttää, että uhanalaisten lajien suojelemiseksi tarvittavat toimenpiteet ovat harkitusti kohdistettuja ja alueellisesti rajattuja. Merkitsevähän ne mm. istutusten tarkkaa suunnittelua ja kalastuksen valvontaa tavalla, johon suomalaisessa kalatalousjärjestelmässä ei vielä ole totuttu.

Onnistuminen uhanalaisten lajien suojelussa ja jopa joidenkin kantojen poistamisessa uhanalaisten lajien luetteloista edellyttää, että vastuukysymykset suojelussa määritetään selkeästi maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön kesken.

Tervetuloa Keski-Suomeen, monipuolisten kalastusmahdollisuuksien maakuntaan.

VALTION KALANVILJELYN XIII NEUVOTTELUPÄIVIEN AVAUS

KAI WESTMAN

RKTL, kalanviljelyosasto

Valtion kalanviljelyn neuvottelupäivistä on kehittynyt tärkeä tiedonvaihdon, tapaamisten mutta myös kriittisten puheenvuorojen vuotuinen tilaisuus. Valtion kalanviljelylle on ensiarvoisen tärkeätä saada omilta laitoksiltaan, henkilökunnaltaan ja tärkeimmiltä yhteistyökumppaneiltaan uusin tieto - sekä vielä julkaisematon tutkimustieto että kokemusperäinen tieto - mahdollisimman nopeasti laitosten käyttöön. Tämä edellyttää päivien esitelmöitsijöiltä viitseliäisyyttä - on etsittävä uutta tietoa ja uusia näkökulmia eikä tyydyttävä helppoon jo julkaistujen tulosten referointiin, mutta samalla tarvitaan myös kriittisyyttä: ovatko havainnot todella uusia, mikä merkitys niillä on ja miten niitä voidaan parhaiten hyödyntää?

Mutta esitelmöitsijät ilman aktiivista yleisöä ovat tyhjän päällä - kaikilta osallistujilta tarvitaan keskustelualttiutta, jotta päivillä käsiteltävänä olevat asiat tulisivat mahdollisimman monipuolisesti, huolellisesti ja kriittisesti puntaroitua. Ei vain saa olla vaan pitää olla "toisinajattelija" jos siihen näkee olevan aihetta. "Jees-miehillä" ei valtion kalanviljely voi kehittyä ja vastata sille asetetuista monipuolisista ja vaativista tehtävistä. Pitää olla uskallusta kertoa myös epäonnistumisista, jotta niistä voitaisiin ottaa oppia ja myös jatkossa välttää samat virheet.

Vaikka valtion kalanviljelyn neuvottelupäivien järjestäminen onkin siirtynyt viime syksynä (1989) perustetulle kalanviljelyosastolle ovat nämä yhteiset päivät kalantutkimusosaston kanssa. Viljely tarvitsee kehittyäkseen ja kyetäkseen selviytymään sille annetuista tehtävistä tehokasta ja laaja-alaista tutkimusta. Kalanviljelyn tutkimus- ja koetoimintaa on kuitenkin harjoitettava yhteistyössä molempien osastojen kesken. Useat valtion kalanviljelylaitoksista on nimenomaan suunniteltu myös tutkimustoimintaa silmälläpitäen ja vain saumattomalla yhteistyöllä saadaan varsin mittavat investoinnit tehokkaasti hyödynnetyiksi.

Tämänkertaisten neuvottelupäivien aihe "Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot" on tutkimuslaitokselle erityisen tärkeä ja ajankohtainen - onhan laitoksen 1.9.1988 voimaan tulleessa asetuksessa todettu, että kalanviljelyosaston toiminnassa tulee erityisesti kiinnittää huomiota uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttämiseen. Tämä on varmasti eräs tärkeimmistä ellei tärkein uhanalaisten arvokalojen säilyttämiseen tähtäävistä Suomessa tehdyistä päätöksistä. Se tulee monilla tavoin vaikuttamaan ja ohjaamaan tutkimuslaitoksen toimintaa.

Jo yli vuosisadan jatkunut vesien rakentaminen, likaantuminen ja muu pilaantuminen on joko suoranaisesti tai välillisesti aiheuttanut suuria vahinkoja kaloille ja ravuille ja muodostaa jatkuvastikin suurimman uhkan vielä tavattaville arvokalakannoille. Vesien tilan muuttuminen on ollut erityisen haitallista arvokkaimmille kalalajeillemme, vaelluskaloille.

Vaikka vesien rakentaminen on viime vuosina vähentynyt ja vesien suojeleminen tehostunut vedet muuttuvat jatkuvasti mm. hajakuormituksen, teollisuuden, asutuksen ja liikenteen ilmaan laskemien päästöjen, ympäristömyrkyjen ja yleensä ihmisen teknis-taloudellisen toiminnan takia. Voimakas ja valikoiva kalastus on sekä heikentänyt että muuttanut erityisesti mereisiä vaelluskalakantojemme ja harkitsemattomat istutukset sekoittaneet kalakantoja.

Korvaamattomia vahinkoja on jo ehtinyt tapahtua kun tiettyyn ympäristöön ja olosuhteisiin erikoistuneita lohi-, taimen- ja muita kalakantoja on hävinnyt. Monet kalakannat ovat lisäksi tällä hetkellä niin heikossa tilassa, että niiden säilyttämiseksi tarvitaan nopeita ja tehokkaita toimenpiteitä.

RKTL:ssa on jo muutaman vuoden ajan ollut käynnissä Pohjoismaisen Ministerineuvoston kalojen geenipankkityöryhmän toimintaan liittyen perusteellinen Suomen kalakantojen kartoitus. Selvitysten ja laitoksessa ylläpidettävän kalakantarekisterin perusteella jatketaan uhanalaisimpien ja tärkeimpien arvokalojen ottamista viljelyyn. Valtion kalanviljelylaitoksissa on viljelyssä jo 20 kalalajia ja n. 60 kalakantaa, mutta monet muutkin kannat tarvitsevat viljelytoimia, jotta ne säilyisivät.

Meille on annettu tärkeä ja velvoittava tehtävä vielä jäljellä olevien ainutlaatuisten arvokalakantojen säilyttämisestä ja lisäämisestä. Älkäämme jääkö historiaan sinä sukupolvena, jonka aikana Saimaan järvilohi ja nieriä, Tornionjoen lohi ja meritaimen, Simojoen lohi, Lestijoen meritaimen ja monet muut arvokalakannat hävisivät lopullisesti.

KALANVILJELYOSASTON TEHTÄVÄT JA TAVOITTEET

KAI WESTMAN

RKTL, kalanviljelyosasto

Valtion kalanviljelyn tehtäviin ja tavoitteisiin ovat vaikuttaneet lukuisat komiteat, toimikunnat ja työryhmät. Maa- ja metsätalousministeriön asettaman Ohtaojatoimikunnan mietinnössä (1971) selkiytettiin valtion kalanviljelyn tehtäviä ja tavoitteita sekä työnjakoa yksityiseen kalanviljelyyn nähden. Valtioneuvoston asettama kalatalouden tavoitekomitea (1979) omaksui Ohtaojatoimikunnan mietinnössä esitetyt ajatukset ja ehdotti valtiolle ja valtion kalanviljelylle vielä eräitä lisätehtäviä mm. poikasten jatkokasvattamisen yleishyödyllistä toimintaa varten, lohen istutuspoikasten tuottamisen sopimusviljelyllä saalistamme vastaavan poikasmäärän istuttamiseksi Itämereen sekä luonnonravintolammikoiden suunnittelun ja rakentamisen.

Valtion kalanviljelyn työnjakoa suhteessa yksityiseen kalanviljelyyn ja velvoiteviljelyyn on edelleen selkiytetty mm. Kemi- ja Iijoen lohivelvoitetyöryhmän (1984) mietinnössä (ks. myös Westman ym. 1987) sekä maa- ja metsätalousministeriön vuonna 1977 asettamassa kalanviljelytyöryhmässä. Valtion kalanviljelyn tehtäviä ja tavoitteita on viime aikoina lähemmin tarkasteltu mm. monissa kirjoituksissa (esim. Tuunainen ja Westman 1985, Westman 1985, 1986, Tuunainen 1986) sekä RKTL:n selvityksessä (Westman ym. 1988) ja edelleen maa- ja metsätalousministeriön asettaman valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmän mietinnössä (1988).

Kalanviljelyosaston tehtävät

RKTL:n 1.9.1988 voimaan tulleen asetuksen mukaan kalanviljelyosaston keskeisinä tehtävinä ovat viljeltävien lajien korkealaatuisen mädin ja poikasten tuotanto, arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen ja lisääminen viljelytoimenpitein, kalojen tuottaminen ja istuttaminen tutkimusta ja valtion velvoitteita varten, rapujen, nahkiaisten ja muiden vastaavien vesieläinten viljely ja istuttaminen, sopimuskasvatustoiminta, rodunjalostus sekä kalanviljelyn koe- ja kehittämistoiminta. Osaston toiminnassa tulee erityisesti kiinnittää huomiota uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttämiseen.

Kalantutkimusosaston tehtäviin kuuluu mm. kalanviljelyn ja sen vaikutusten tutkimus. Osaston toiminnassa tulee kiinnittää huomiota erityisesti mm. kalanviljelyn vaikutuksiin sekä kalanviljelyn teknisiin ja taloudellisiin näkökohtiin.

Valtion kalanviljelyn tehtävien hoito edellyttää läheistä yhteistyötä kalanviljelyosaston ja kalantutkimusosaston kanssa.

Mädin ja pikkupoikasten tuotanto

Vesiluontomme voimakkaan muuttumisen takia on kalakantojen hoito poikasistutuksilla muodostunut yhä tärkeämmäksi ja välttämättömämmäksi vesien tuotannon ja arvon kohottamisessa ja kalastuksen ylläpitämisessä. Istutuspoikasten viljely on pysyvä tehtävä, sillä vesiemme kyky tuottaa luontaisesti arvokalojen poikasia on mm. vesien rakentamisen tai muun käytön johdosta suuresti heikentynyt. Poikasistutuksia tarvitaan lisäksi, kun vesistöissä on käyttämättömiä tai vajaatehoisesti käytettyjä kalojen ravintovaroja taikka vähäarvoisia lajeja halutaan korvata arvokaloilla.

Istutuspoikasten tuottamiseen tarvittavia suuria mätimääriä ei kalakantojen heikentymisen ja kutualueiden menetysten vuoksi ole enää mahdollista hankkia yksinomaan luonnonkaloista. Kalataudit muodostavat lisäksi niin merkittävän ja arvaamattoman riskitekijän, että mädin tuotannossa ei voida olla riippuvaisia pelkästään yhdestä tuotantotavasta (Westman ja Tuunainen 1981).

Valtion kalanviljelyn keskeisenä tavoitteena on arvokkaiden kalalajien ja -kantojen korkealaatuisen mädin ja poikasten riittävän tuotannon varmistaminen emokalanviljelyllä. Näin toteutettava mädintuotanto siihen liittyvine tehtävineen ei sovellu kaupallisille kalanviljelylaitoksille mm. kalakantojen rodullista puhtautta koskevien vaatimustensa, pitkäjänteisyytensä, tutkimus- ja kehitysvaatimuksensa, laaja-alaisuutensa sekä heikon välittömän tuottonsa vuoksi.

Valtion kalanviljelylaitosten mädintuotanto on 1980-luvulla ollut taulukon 1. mukainen.

Taulukko 1.	<u>Mätimäärät, 1 000 000 kpl</u>						
	Talvikausi						
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
	-82	-83	-83	-85	-86	-87	-88
Siiat yht.	90	137	133	139	105	95	104
Lohi	6,3	7,9	10,2	10,6	10,5	8,7	8,1
Järvilohi	0,6	0,9	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8
Meritaimen	1,6	2,7	2,7	4,0	2,3	3,3	2,8
Järvitaimen	3,8	4,9	8,2	11,3	8,5	8,4	5,7
Purotaimen	0,4	0,6	0,9	0,9	0,8	1,4	0,9
Nieriä	2,0	1,5	1,3	0,7	0,8	0,3	0,9
Puronieriä	0,04	-	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1
Harmaanieriä	0,8	0,5	0,5	0,2	0,5	0,4	0,8
Lohet, taimenet ja nieriät yht.	15,5	19,0	24,4	28,2	24,3	23,2	20,1

Mädin laatu parantunut.

Osin varsin suuristakin vuotuisista vaihteluista huolimatta ei em. lohikalojen mädintuotannon tasossa ole tapahtunut suuria muutoksia. Mädin laatu on sen sijaan merkittävästi parantunut. Tämä johtuu ennen kaikkea emokalanviljelyn ja rehujen kehittymisestä 1980-luvulla näitä koskevan tutkimus- ja koetoiminnan lisääntymisen johdosta. Emokalanviljelyn ohella suoritettavat valtion kalanviljelylaitokset mädinhankintaa luonnosta mm. viljeltyjen emokalastojen uusimiseksi. Valtion kalanviljelyn toimintatavoitteiden mukaisesti ovat yhtiöt tai yksityiset jatkokasvattaneet pääosan kuoriutuneista poikasista.

Valtion kalanviljelyn merkitys luonnonvesien kalakantojen hoidossa vaadittavan alkumateriaalin tuottajana on nykyisin varsin keskeinen. Valtion rooli mädin ja pikkupoikasten tuottajana tulee edelleenkin korostumaan näköpiirissä olevien arvokalojen istutustarpeiden lisääntymisen ja kalatautien torjunnasta johtuvan luonnonmädin hankintarajoitusten vuoksi. Maa- ja metsätalousministeriön asettama valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä (1988) arvioi, että jo pelkästään tuomioistuimien määräämien istutusvelvoitteiden ja kansainvälisten ym. sopimusten edellyttämien istuskasmäärien tuottamiseen tarvitaan lohien, taimenten ja nieriöiden mätiä yhteensä n. 10 milj. kpl, siikojen mätiä n. 45 milj. kpl ja kevätkutuisten lajien mätiä n. 6 milj. kpl.

Kalastuslaki velvoittaa kalastusalueet laatimaan käyttö- ja hoitosuunnitelman, jonka tulee muun ohella sisältää kalakantojen hoitoa koskevat yleiset suuntaviivat. Valmistuneet lukuisat vesistökohtaiset ja alueelliset hoitosuunnitelmat näyttävät merkittävästi lisäävän arvokalojen istutustarpeita, ja siten luovan odotuksia valtion kalanviljelytoiminnan laajuudelle.

Kevätkutuisten kalalajien kuten kuhan, lahnan, hauen, karpin ja toutaimen viljelyn lisäämistä rajoittaa erityisesti se, että valtion kalanviljelylaitoksista ei toistaiseksi ainoatakaan ole varsinaisesti suunniteltu myös kevätkutuisten kalojen viljelyyn soveltuvaksi. Suurelta osin tästä johtuen on monien arvokkaiden kevätkutuisten kalojen mädin- ja poikasten tuotanto sattumanvaraista. Porraskoskelle suunniteltu kalanviljelylaitos tarvittaisiinkin nopeasti mm. kevätkutuisten kalojen suuren viljelytarpeen tyydyttämiseksi. Myös ravun ja täpläravun poikasten tuotanto on toistaiseksi ollut melko vähäistä. Poikasten tarve on nopeasti kasvamassa kiinnostuksen lisääntyessä rapukantojen hoitoon. Viime vuosina on Evon ja Porlan kalanviljelylaitoksissa kehitetty menetelmät rapujen kesänvanhojen poikasten laajamittaiseksi tuottamiseksi.

Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä (1988) esitti, että valtion tehtävänä on tehostaa emorapujen viljelyä mädin ja pikkupoikastarpeen tyydyttämiseksi. Ravun ja täpläravun viljelyä ollaankin lisäämässä.

Kalataudit lisäävät emokalanviljelyä

Kalatautilanteen nopea huonontuminen on myös voimakkaasti lisäämässä mädintuotantotarpeita. Kalatautien leviämisen ehkäisemiseksi joudutaan vaelluskalojen, erityisesti lohen ja meritaimenen, mutta mahdollisesti myös vaellussiian mädintuotannossa yhä enenevässä määrin turvautumaan emokalanviljelyyn mereisen mädin hankinnan mukanaan tuomien tautiriskien vähentämiseksi. Erityisesti Perämeren alueella, jossa on suuria istutusvelvoitteita, tämä aiheuttaa huomattavia mädintuotantotarpeita. Jotta mädintuotantoa voitaisiin lisätä on suunnitteilla ja käynnissä olevat valtion kalanviljelylaitosten rakentamis- ja uusimishankkeet viivästyksettä toteutettava. Tämä on myös sopusoinnussa valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmän (1988) esityksen kanssa.

Istutukset

Asetuksen mukaan kalanviljelyosaston tehtävänä on tuottaa ja istuttaa kaloja tutkimusta ja valtion velvoitteita varten. Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä (1988) totesi, että istutuspoikasten massatuotantoa ei voida eräitä merialueen siikaistutuksia ja valtion velvoitteita lukuunottamatta pitää valtion välittömänä tehtävänä.

Valtion kalanviljelyn istutustoimintaa onkin ryhdytty suuntaamaan näiden periaatteiden mukaisesti. Vuonna 1979 yksityisten kalanviljelylaitosten kanssa aloitettu hyvin toimivaksi osoittautunut sopimusviljely, jonka piiriin kuuluvat lohen lisäksi myös meritaimen, järvilohi ja nieriä, on merkittävästi vähentänyt valtion istutuspoikastuotannon tarvetta. Istutuspoikasia tullaan tuottamaan sopimusten, velvoitteiden sekä em. merialueen siikaistutusten lisäksi vain siinä laajuudessa kuin se mädin hankinnan turvaamiseksi, uhanalaisten kahtojen säilyttämiseksi sekä tutkimus- ja koetoiminnan kannalta on tarpeen.

Jatkuvia tutkimustarpeita ovat mm. poikasten tuotanto ja istutukset vertailuna mm. sopimuskasvatukseen luovutetuille mäti- ja poikasmateriaalille, kalakantojen hoitokokeilut sekä kalanviljelymenetelmien kehittämiseen liittyvät istutustutkimukset.

Viljeltyjen kalakantojen elinvoimaisuuden turvaamiseksi on myös poikasvaihe saatava luonnonvalinnan aikaiseksi. Tämän vuoksi varaudutaan RKTL:n toimesta istuttamaan mädin hankintavesistöihin erityisesti lohen, järvilohen ja taimenten pikkupoikasia koskialueille ja nieriän poikasia järviolueille.

Luonnonravintolammikot

Kalanviljelyosaston luonnonravintolammikot ovat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta käytössä määräaikaisten sopimuksin. Mikäli uusia luonnonravintolammikoita ei rakenneta eikä määräaikaisten sopimuksia uusita, supistuu tutkimuslaitoksen lammikkoala 1990-luvun loppuun mennessä nykyisestä 2248 hehtaarista 1200 hehtaariin.

Jos tutkimuslaitoksen luonnonravintoviljelyllä tuottamien 1-kesäisten kalanpoikasten määrä valtion velvoiteistutuksiin ja merialueen siikaistutuksiin pidetään suunnilleen nykyisellä tasolla, tarvitaan lammikkoalaa, muut tutkimuslaitoksen tehtävät huomioonottaen, yhteensä runsaat 1700 hehtaaria. Kuten jo on tehtykin, on osasta lammikoita edelleenkin tarkoituksenmukaista luopua sopimusten umpeutuessa, mutta samalla olisi erityisesti merialueen vaellussiian tuotantoon kiireellisesti rakennettava lammikoita rannikkoalueelle, kuten maa- ja metsätalousministeriön Pohjanmaan luonnonravintolammikkotyöryhmä (1982) esitti. Myös tutkimustarkoituksiin tarvittaisiin Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomeen kuhunkin 5-10 yksikköön jaettavissa oleva pienehkö (10-20 ha) lammikkoalue.

Uhanalaisten kalakantojen säilyttäminen

Vielä jäljellä olevien, mutta uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen on tärkeä ja kiireellinen valtion kalanviljelyn tehtävä. Vaikka luonnonvaraiset kalalajimme eivät, toutainta lukuunottamatta, ole lajeina vielä uhanalaisia, ovat monet erikoistuneet kalakannat jo lopullisesti hävinneet vesistämme ja monista on enää viimeiset rippeet jäljellä.

Tiettyihin olosuhteisiin pitkien ajanjaksojen kuluessa valikoituneiden kantojen ainutlaatuisuuden vuoksi merkitsee näiden kantojen häviäminen korvaamatonta tappiota. Kalatalouden kannalta menetys korostuu sitä enemmän, mitä tärkeämmästä kannasta on kyse. Usein on tosin vaikeata arvioida onko jonkin tietyn kalakannan säilyttäminen taloudellisesti kannattavaa, mutta lajin variaation supistuessa pienenevät kaikissa tapauksissa mahdollisuudet parempien, runsastuottoisempien ja taloudellisesti arvokkaampien kalakantojen löytymiseen ja jalostamiseen. Säilyttämällä lajin monimuotoisuus estetään lajin perimän köyhtyminen ja taataan lajin säilyminen myös elinolosuhteiden muutoksissa.

Uhanalaisten kantojen säilyttämiseen onkin tutkimuslaitoksessa kiinnitetty jo 1960-luvun lopulta lähtien huomiota. Erityisen nopeita ja tehokkaita toimenpiteitä vaaditaan mm. Simojoen ja Tornionjoen lohikantojen, järvilohen, Vuoksen vesistöalueen nieriän, vielä tavattavien meritaimenkantojen ja eräiden järvitaimenkantojen sekä toutaimen osalta.

Kutevien emokalojen vähälukuisuuden vuoksi ei pelkästään pyynnin rajoittamis- ja ohjaustoimenpiteillä saada uhanalaisia kantoja suojeltua ja elvytettyä, vaan myös viljelyä ja istutuksia on voimakkaasti lisättävä. Näin onkin tapahtumassa ja esim. Simojoen lohta istutetaan tänä vuonna ennätyselliset 56 000 vaelluspoikasta ja 80 000 jokipoikasta joen suualueelle ja itse jokeen.

Valtion kalanviljelylaitoksissa on viljelyssä 60 eri kalakantaa, näiden joukossa monia uhanalaisia kantoja ja lisää otetaan viljelyyn mahdollisuuksien mukaan.

Kalanviljelyn tutkimus- ja koetoiminta

Kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston yhteisesti hoitaman kalanviljelyn tutkimus- ja koetoiminnan tavoitteena on eri kalalajeille ja ravuille parhaiten soveltuvien taloudellisten viljely- ja istutusmenetelmien kehittäminen. Päämääränä on mahdollisimman korkealuokkaisen, hyvän viljely- ja saalistuloksen antavien poikasten tuottaminen. Nopeasti laajentunut ruokakalankasvatus tarvitsee myös kehittyäkseen valtion harjoittamaa tutkimus- ja koetoimintaa ja rodunjalostusta.

Tärkeimmistä tutkimuskohteista voidaan mainita mm. seuraavat: viljelyteknologia (mädinhan- kinta, emokalanviljely, rehu- ja ruokintakysymykset, lämminvesiviljely, kalanviljelylaitteiden ja välineiden kehittäminen), kalanviljelyn ympäristöhaittojen tutkiminen ja vähentäminen, rodunjalostus ja muut perinnöllisyystieteelliset kysymykset, kala- ja raputautien torjunta- menetelmien kehittäminen, istutusmenetelmät poikasten suuren alkukuolleisuuden vähentämi- seksi (vapautusaltaat, viivästetty istutus, istutus luonnontilaisille ja entisöidyille koskialueille), kokeilut uusilla viljelylajeilla, ravun ja täpläravun viljely sekä istutusten tulosten ja kannatta- vuuden seuranta.

Kirjallisuus

Kalatalouden tavoitekomitea 1979. Kalatalouden tavoitekomitean mietintö. Komiteamietintö 1979. 41. 125 s.

Kemi- ja Iijoen lohivelvoitetyöryhmä 1984. Kemi- ja Iijoen lohevelvoitteen hoito. Kemi- ja Iijoen lohivelvoitetyöryhmän mietintö. Helsinki. 81 s. + 24 liites. (Moniste.)

Ohtaajatoimikunta 1971. Ohtaajatoimikunnan mietintö. Komiteamietintö 1971. B 128. 114 s.

Pohjanmaan luonnonravintolammikkotyöryhmä 1982. Pohjanmaan luonnonravintolammikko- työryhmän selvitys. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 11.1.1982. 52 s. (Moniste.)

Tuunainen, P. 1986. Valtion kalanviljelyn merkitys kalakantojen hoidossa. Porlan kalanvil- jelylaitos 70 v. juhlaseminaari 28.11.1986. 4 s. Moniste.

Tuunainen, P. & Westman, K. 1985. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos - miten valtio tutkii ja viljelee kaloja. Suomen Kalastuslehti 92, s. 276-279.

Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä 1988. Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 1988, 14. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 77 s.

Westman, K. 1985. Valtion kalanviljelyn tehtävät ja tavoitteet lohikantojen hoidossa. Kalastaja 9 (5), s. 1, 8-9.

Westman, K. 1986. Valtion kalanviljely maamme kalatalouspolitiikassa. Suomen Kalankas- vattaja 15 (1), s. 10-11.

Westman, K., Soivio, A., Autti, M., Juola, M., Aro, M., Nenonen, O. & Tuunainen, P. 1987. Kemi- ja Iijoen lohivelvoitteen hoito. RKTL. Monistettuja julkaisuja 68, 81 s.

Westman, K. & Tuunainen, P. 1981. Luonnonmädin hankinnan ja emokalanviljelyn merkitys kalakantojen hoidossa. Suomen Kalastuslehti 88, s. 164-167.

Westman, K., Eskelinen, U., Kumm, P., Pursiainen, M., Tuunainen, P. & Janatuinen, J. 1988. Valtion kalanviljelyn tuotannon tavoitteet. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalan tutkimusosasto. Helsinki. 102 s. (Moniste).

LAJIEN JA KANTOJEN UHANALAISUUDEN POPULAATIOGENETIIKKA

OUTI MUONA

Oulun yliopisto, perinnöllisyystieteen laitos

Voimakkaat ympäristömuutokset, esim. vesistöarakentaminen ja vesistöjen saastuminen ovat hävittäneet tai saattaneet uhanalaisiksi monia kalakantoja. Myös ylikalastus ja uusien lajien tuonti vesistöihin voivat uhata alkuperäislajeja (Allendorf 1988, Nelson ja Soulé 1987). Tässä käsittelen enimmäkseen geneettisiä kysymyksiä, mutta ekologiset ja geneettiset tekijät liittyvät läheisesti toisiinsa. Uhanalaisissa populaatioissa vaikuttavat kaikki tutut evoluutiotekijät, mutaatio, valinta, migraatio ja geneettinen ajatuminen, mutta näiden keskinäiset painotukset voivat muuttua. Geneettisen ajautumisen vaikutus korostuu pienissä populaatioissa (esim. Frankel ja Soulé 1981, Järvinen ja Miettinen 1987, Soulé 1986). Kunkin eliöryhmän ongelmia sävyttävät niiden biologian ominaiset piirteet, esim. kaloilla eri vesistöjen välinen isolaatio, epäselvät lajikysymykset ja hybridisaatio, tehokas lisääntyminen ja helppo viljeltävyys.

Lajit ja kannat

Lajien suojeleminen on selväpiirteistä, koska niillä on geneettiset isolaatiomekanismien muodostamat rajat. Kaloilla tosin hybridisaatio on mahdollista erilaistuneiden taksonomisten yksiköiden välillä. Kannat sen sijaan voivat menettää geneettiset ominaispiirteensä helposti. Kanta on geneettisesti melko epämääräinen käsite, joka useimmiten määritellään kasvupaikan, esim. vesistön mukaan. Kun kantojen suojeleminen harkitaan, olisi tiedettävä miten erilaistuneita ne ovat. Populaatioiden erilaistuminen voi johtua monista eri syistä. Riittävän pitkä isolaatio johtaa erilaistumiseen kaikissa geenilokuksissa. Toisaalta valinta voi aiheuttaa erilaistumisen, vaikka populaatiot olisivat jatkuvassa geenivaihdossa. Tällöin erilaistuvat vain ne lokukset, joihin valinta kohdistuu. Populaatiot voivat siis olla samanlaisia esim. entsyymigeenimuuntelun suhteen, mutta erota toisistaan sellaisissa sopeutumiso-minaisuuksissa, joihin erilaisissa ympäristöissä kohdistuvat erilaiset valintapaineet.

Geneettinen muuntelu pienissä populaatioissa

Pienissä populaatioissa esiintyy sukusiitosheikkoutta ja geneettinen muuntelu häviää. Populaation koko tässä yhteydessä tarkoittaa sen efektiivistä kokoa, eli geneettisesti tehokkaiden yksilöiden lukua. Efektiivinen koko on lähes aina pienempi kuin yksilöiden lukumäärä. Sitä pienentävät sukupuolten lukusuhteen epätasaisuus, jälkeläismäärän suuri vaihtelu ja suuret erot yksilömäärissä sukupolvien välillä (kts. Lande ja Barrowclough 1987).

Muuntelu häviää pienissäkin populaatioissa hitaasti. Kahden yksilön perustamassa populaatiossa säilyy ensimmäisessä sukupolvessa kolme neljäsosaa alkuperäisestä muuntelusta (mitattuna odotetulla heterotsygotialla). Harvinaiset alleelit tosin voivat hävitä. Muuntelu katoaa tyystin vasta pitkien pullonkaulojen jälkeen. Tämän jälkeen kestää tuhansia sukupolvia ennen kuin yksittäisten geenilokusten muuntelu saavuttaa mutaation vaikutuksesta aiemman

tasonsa. Useimpiin sopeutumiseen liittyviin ns. kvantitatiivisiin ominaisuuksiin vaikuttavat useat geenilokukset. Näiden muuntelu palautuu alkuperäiselle tasolle nopeammin, koska mutaatioiheydet polygeenisissä ominaisuuksissa ovat korkeammat kuin yksittäisissä geenilokuksissa (Lande ja Barrowclough 1987, Lande 1988). Jos populaatiokoko on supistunut vasta äskettäin, suuri osa muuntelusta on edelleen tallella. Varsin pieniäkin populaatioita kannattaa vielä suojella, mutta mieluiten on tietysti huolehdittava siitä, että populaatiot pysyvät suurina.

Lajin tai populaation geneettisen muuntelun määrää on paras verrata luonnontilaisiin populaatioihin. Mitään ehdottomia numeerisia arvoja ei tarvittavan muuntelun määrästä voida antaa. Muuntelun määrä ja jakautuminen luonnonpopulaatioissa riippuvat populaatioiden historiasta ja eri evoluutiotehtävien monimutkaisesta yhteisvaikutuksesta. Lajien väliset erot muuntelun määrässä ovat suuria.

Ekologinen ja geneettinen uhanalaisuus

Riippuuko populaatioiden säilyminen geneettisen muuntelun säilymisestä? Luonnonvaraisia pieniä populaatioita uhkaavat muutkin tekijät kuin geneettisen muuntelun loppuminen. Lisääntyminen vaihtelee satunnaisesti, ympäristö vaihtelee satunnaisesti, ja joskus sattuu ympäristökatastrofeja. Populaatioiden täytyy olla melko suuria, jotta ne selviäisivät näistä ekologisista uhkista (Lande 1988). Hyvin pienet populaatiot kuolevat joka tapauksessa näiden ekologisten tekijöiden vaikutuksesta, luultavasti ennen geneettisen muuntelun ehtymistä.

Viljely apuna ja uhkana

Lajien viljely voi olla tehokas lisäkeino suojelussa, mutta sillä voidaan myös tuhota kantojen geneettiset ominaispiirteet. Luonnossa kalat tuottavat paljon jälkeläisiä, joista suuri osa kuolee ennen aikuistumista. Tämä valintatekijä puuttuu viljelylaitoksilta, mikä voi aiheuttaa geneettisiä eroja luonnon- ja viljelypopulaatioiden välille. Viljelylaitoksilla voidaan näennäisesti käsitellä suuria yksilömääriä, mutta kalojen suurten gameetti- ja jälkeläismäärien takia viljelylaitosten efektiiviset populaatiokoot voivat olla pieniä. Tämä voi johtaa sekä sukusiitokseen ja muuntelun vähenemiseen. Istutuksista johtuvalla migraatiolla on varmasti ollut huomattava vaikutus kalakantojen geneettiseen rakenteeseen. Vaikka istutukset suunniteltaisiin yleensä tarkoin, "migraatiokatastrofeja" voi sattua, jos viljelypoikaset pääsevät vesistöön väärään paikkaan. Viljelylaitoksilla on mahdollisuus myös tahattomaan kantojen tai lajien väliseen hybridisaatioon.

Lajien ja kantojen suojeleminen edellyttää huolellista populaatiogenetiikan periaatteiden soveltamista työn monissa eri vaiheissa.

Kirjallisuus

- Allendorf, F.W. 1988. Conservation biology of fishes. *Conservation biology* 2, p. 145-148.
- Frankel, O.H. & Soulé, M. 1981. *Conservation and evolution*. Cambridge, Cambridge Univ. Press. 327 p.
- Järvinen, O. & Miettinen, K. 1987. Sammuuko suuri suku? Luonnon puolustamisen biologiaa. Helsinki. Suomen Luonnonsuojelun Tuki. 256 s.
- Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241, p. 1455-1460.
- Lande, R. & Barrowclough, G: 1987. Effective population size, genetic variation, and their use in population management. Kirjassa M. Soulé (toim.) *Viable populations for conservation*. Cambridge, Cambridge Univ. Press. p. 87-123.
- Nelson, K. & Soulé, M. 1987. Genetical conservation of exploited fishes. Kirjassa N. Ryman & F. Utter (toim.) *Population genetics & Fishery management*. Seattle, University of Washington Press. p. 345-368.
- Soulé, M. 1986. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland, Mass. 584 p.

MITEN MITOKONDRIO-DNA TUTKIMUKSET VOIVAT PALVELLA LAJI- JA KANTAEROTTELUA JA MITÄ TULOKSIA ON SAATU

MARTTI HAKUMÄKI ja KIRSI PARTTI-PELLINEN

Kuopion yliopisto, Fysiologian laitos

Perinteisesti mitokondriot ovat olleet vilkkaan tutkimuksen kohteena, koska ne toimivat monien aineenvaihduntaan liittyvien toimintojen perusyksikkönä. Niistä on pystytty eristämään lukematon joukko entsyymejä, jotka osallistuvat aineenvaihduntareaktioihin. Sen lisäksi mitokondrioiden sisältämä mitokondrio-DNA (mtDNA) rengas on tullut erityisen merkittäväksi populaatiogenetiikassa ja kehitysbiologiassa sen sisältämän vuosituhantaisen informaation vuoksi. Tutkimalla mtDNA:ta on mahdollista erottaa eri lajeja ja saman lajin kantoja toisistaan.

Mitokondrioita pidetään elollisen elämän synnyn alkuvaiheissa olleiden bakteerien jäänteinä, jotka ovat siirtyneet solujen sisään. MtDNA muodostaa soluissa erillisen, 99,8 %:sti maternellisesti periytyvän geneettisen järjestelmän. Se sijaitsee mitokondrion sisällä ja on kahden, toisiinsa liittyneen renkaan rengasmaisen muodostuma. Kukin rengas on muodostunut sokerin, fosforihapon ja emäsosan muodostamasta nukleinihappoketjusta. Renkaita yhdistää toisiinsa emäsosat siten, että emäkset adeniini (A) ja tymiini (T), guaniini (G) ja sytosiini (C) muodostavat keskenään sidoksen. Täten muodostuu A-T, T-A, C-G, G-C emäsparit.

Kaloilla mtDNA-renkaan pituus on suhteellisen vakio, n. 16 000-17 500 emäsparia. Renkaassa tapahtuu mutaatioita n. 0,5-1,0 % yhtä miljoonaa vuotta kohti. MtDNA:ta tutkittaessa käytetään ns. restriktioentsyymejä, jotka tunnistavat mtDNA-renkaasta tietyt emäspariyhdistelmät ja pilkkovat mtDNA tiettyjen emäsparien kohdalta. Eri lajeilla emäsparien yhdistelmät esiintyvät tietyllä frekvenssillä ja renkaan eri kohdissa, sen vuoksi eri lajeilla mtDNA rengas katkeaa eri pituisiksi, lajille tunnusomaisiksi DNA pätkiksi eli fragmenteiksi. Syntyneiden mtDNA-fragmenttien geielektroforeesissa muodostamien kuvien avulla voidaan ko. laji tunnistaa (kuva 1). Myös kantojen välillä saattaa löytyä eroja. Saman lajien eri mtDNA-tyyppien toteaminen vaatii yleensä digestioita useilla eri entsyymeillä, jotka antavat erilaisia restriktiomorfeja.

Tähänastisista tuloksista voidaan todeta seuraavaa:

Lohet, taimenet ja nieriät lajeina, sekä niiden eri mtDNA-tyypit voidaan helposti erottaa toisistaan.

Harjukset ovat hyvin monomorfisia ja niillä on tähänastisissa tutkimuksissa tavattu vain kolme mtDNA-tyyppiä.

Siioilla esiintyy runsaasti mtDNA-tyyppejä eri alalajeilla. Coregonideista selvimmmin eroavat C. muksun, C. peled ja C. albula toisistaan. Planktonsiika, pohjasiika, karisiika ja vaellussiika sisältävät runsaasti eri mtDNA-tyyppejä, jotka ovat osin niille yhteisiä, mutta em. lajit alalajeina eivät eroa toisistaan.

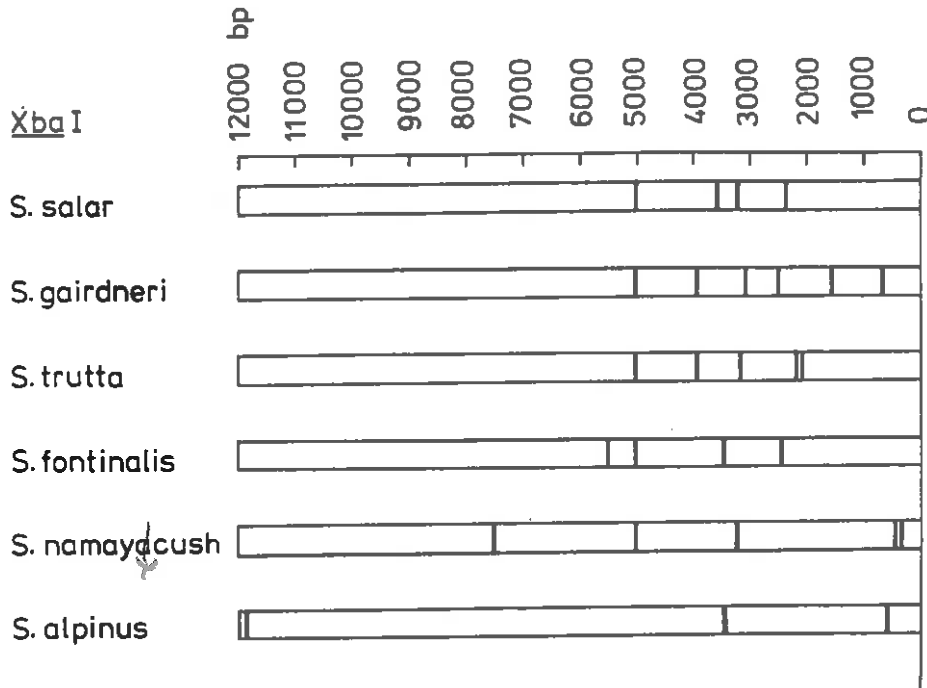
Havaintona voidaan sanoa, että jokin mtDNA-tyyppi on usein vallitsevana tietyn alalajin kohdalla ja toiset morfit ovat selvästi vähemmistönä otoksessa.

Mitokondrio-DNA-analytiikkaa voidaan käyttää:

- lajierottelussa epäselvissä tapauksissa
- kantojen sisäisen vaihtelun toteamiseen ja mtDNA-tyyppien kartoittamiseen
- hybriditapauksissa kysymyksen asetteluun: kuka on emo.

MtDNA-analyysit pystytään nykyään tekemään tuoreesta tai pakastetusta mädistä. Tuoreesta hedelmöitetystä tai hedelmöittämättömästä mädistä voidaan analyysi tehdä usean viikon aikana (tuore mäti 10-14 vrk, hedelmöitetty vähintään 12 vko) kunhan se säilytetään +4 C° lämmössä ja kosteassa. Myös jäädytetystä maksasta voidaan analyysi suorittaa, mutta mtDNA saalis on tuoreeseen materiaaliin nähden pienempi. Aikaa 16 yksilön analyysiin menee 3-5 työpäivää, riippuen suoritetaanko lajikohtainen määrittäminen vai onko tarve tehdä kantakohtaisia määrityksiä.

Käytännön sovellusmahdollisuudet kalankasvatuksessa perustuvat siihen, että nykyisillä analysointimenetelmillä kannan ja mtDNA-tyypin määrittäminen voidaan suorittaa 5-15 g:sta mätiä, joten emokalaa ei tarvitse tappaa. Kun naaraskalojen mtDNA-tyyppi on määritetty, tiedetään, että sen jälkeläiset ovat samaa tyyppiä kuin se itse. Tällöin voitaisiin verrata eri morfien selviytymisfrekvenssiä istukkaina. Hybriditapauksissa voidaan määrittää kuka on ollut emo ja mitä mtDNA-tyyppejä se on ollut.



Kuva 1. Lohen (*S. salar*), kirjolohen (*S. gairdneri*), järvitaimenen (*S. trutta*), puronieriän (*S. fontinalis*), harmaanieriän (*S. namayacush*) ja inarinnieriän (*S. alpinus*) juovakuviot, kun niiden mtDNA:ta on käsitelty XbaI restriktioentymillä. Kullakin lajilla on tyypilliset kuviot. Kukin pystysuora viiva edustaa mtDNA pätkää, jonka molekyylipaino emäspareina ilmenee yläosassa olevan luvun kohdalta. Kunkin lajin eri morfit ilmenevät yleensä lisäjuovana lähellä jotakin muuta lajille tyypillistä juovaa, eivätkä morfit missään yhteydessä muistuta juovakuvioltaan toista lajia. (Esitetty kuva perustuu Tuula K. Palvan väitöskirjaan ja tekijöiden tutkimustuloksiin.)

MITEN ENTSYYMIELEKTROFOREETTISET TUTKIMUKSET VOIVAT PALVELLA KALAKANTOJEN SUOJELUA JA MITÄ TULOKSIA ON SAATU?

MARJA-LIISA KOLJONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto

1. Elektroforeesin käyttökelpoisuus kalakantojen suojelussa

Kaloilla uhanalaisuuden määrittely poikkeaa hieman muiden selkärankaisten tilanteesta. Kaloilla lajit ovat yleensä jakautuneet muita selkärankaisia selvemmin perinnöllisesti erilaistuneisiin yksiköihin eli kantoihin. Kaloilla vesistöjen rajat ovat tavallisesti lähes täydellisiä leviämisseitejä, minkä seurauksena kuhunkin vesistöön on voinut kehittyä sinne parhaiten sopeutunut muoto.

Kaloilla on tiivis suhde ympäristöönsä. Tämä aiheuttaa paitsi kalojen herkkyyden ympäristömuutoksille, myös tarpeen erilaisiin ympäristöihin sopeutuneiden kantojen muodostumiseen. Kalat ovat vaihtolämpöisiä ja ne kykenevät muutenkin verraten huonosti säätelemään elinympäristönsä vaikutuksia fysiologiaansa. Kalojen alkeellisuus ja ilmeisesti lähes olematon oppimiskyky aiheuttavat niiden voimakkaan riippuvuuden vaistomaisista ja perityistä käyttäytymismalleista. Vaistomaisesti ohjatut elinkierrot ovat herkempiä ympäristömuutosten aiheuttamille häiriöille kuin edes osittain oppimiseen pohjautuva käyttäytyminen. Esimerkiksi vaellusmallit ovat usein luonnonvalinnan vaikutuksesta muotoutuneet kantakohtaisiksi, jolloin yksi kanta ei voi korvata muita.

Saman lajien eri kannat muodostavat yhdessä lajin perinnölliset resurssit, jolloin lajien suojelu on näiden erillisten kantojen suojelua. Kalalajien suojelua monimutkaistavat lisäksi niiden taloudellinen merkitys sekä asema kalastuksen kohteena, joihin en kuitenkaan tässä puutu.

Uhanalaisten lajien suojelussa on kysymys juuri perinnöllisten resurssien suojelusta eli erilaisten geenimuotojen ja perinnöllisten rakenteiden säilyttämisestä. Elektroforeettinen tutkimus palvelee parhaiten uhanalaisten lajien suojelua selvittämällä kantojen välisiä perinnöllisiä eroja ja kantojen perinnöllisen muuntelun määriä sekä luomalla teoreettista pohjaa suojeluohjelmille.

Entsyymielektroforeesin avulla tutkitaan erilaisten entsyymien esiintymistä kalakannoissa. Samaa valkuaisainetta tuottavasta geenistä esiintyy luonnossa usein hiukan erilaisia geenimuotoja eli alleleleja. Kantojen perinnöllinen rakenne muodostuu näiden erilaisten geenimuotojen osuuksista eli alleelifrekvensseistä kussakin kannassa. Jos kantojen välillä ei ole lisääntymisseitejä ja ne pääsevät sekoittumaan keskenään vapaasti, ei kantojen välillä voi olla eroja eri geenimuotojen osuuksissa. Saman lajin kannoilla toimivat tavallisesti pääasiallisesti samat geenimuodot, eli kantojen välillä ei yleensä ole ns. diagnostisia eroja, joiden perusteella yksittäiset kalat voitaisiin tunnistaa eri kantoihin kuuluviksi. Eri lajien välillä diagnostisia

eroja sen sijaan on lähes säännönmukaisesti (mm. Koljonen ym. 1988). Kantojen välisten erojen tutkiminen edellyttää mielellään vähintään pariakymmentä yksilöä kustakin kannasta. Jotta pienet erot voitaisiin todeta luotettavasti, yksilömäärän olisi kuitenkin oltava vähintään viitisenkymmentä kantaa kohti.

Kantojen välisten alleelifrekvenssierojen perusteella voidaan laskea kantojen välisiä geneettisiä etäisyyksiä, jotka kuvaavat kantojen perinnöllistä erilaisuutta vertailukelpoisella tavalla. Kantojen välisiä alleelifrekvenssieroja voidaan testata esim. X^2 -testillä, jolloin saadaan selville edustavatko näytteet samaa vai eri kantaa. Jos näytteiden välinen ero on tilastollisesti merkitsevä, niiden edustamien kantojen perinnöllinen rakenne poikkeaa toisistaan ja ne on periaatteessa luettava eri kannoiksi. Käytännössä tätä johtopäätöstä voivat vaikeuttaa esim. viljely tai pienet populaatiokoot, jotka kumpikin saattavat aiheuttaa osittain virheellisesti tilastollisen merkitsevyyden esiintymisen (menetelmästä perusteellisemmin kts. mm. Koljonen ja Koskiniemi 1987).

Kantojen välisten erojen lisäksi elektroforeesitutkimuksen avulla voidaan arvioida kantojen perinnöllisen muuntelun määrää eli niiden perinnöllistä monipuolisuutta ja niiden kehityksellisiä edellytyksiä. Mitä monipulisempi kanta on perinnöllisesti sitä paremmat mahdollisuudet sillä on sopeutua muuttuviin ympäristöoloihin.

Perinnöllisten resurssien säilyminen voidaan maksimoida noudattamalla mm. seuraavia periaatteita:

- kustakin lajista suojellaan useita kantoja
- suojeltavat kannat ovat erilaisista elinympäristöistä
- suojellaan ensisijaisesti alkuperäisiä kantoja
- suojellaan perinnöllisesti mahdollisimman erilaiset kannat
- suojellaan kannat, joiden perinnöllisen muuntelun määrä on suuri
- jos kantoja yhdistetään, yhdistetään mahdollisimman samankaltaiset kannat
- pienet suojeltavat kannat kasvatetaan mahdollisimman nopeasti riittävän suuriksi (viljely näille usein välttämätöntä).

2. Tähänastisten tutkimusten tuloksia

Lohen osalta tiedetään, että kaikki neljä Itämeren puoleista lohikantaamme (Tornionjoki, Iijoki, Simojoki ja Oulujoki) poikkeavat toisistaan perinnöllisesti, joten ne kaikki tulee säilyttää erillisinä ja kooltaan mahdollisimman suurina. Suositusten (Koljonen 1985, 1989) mukaan kantojen koon tulisi olla vähintään n. 500 yksilöä.

Suomessa elektroforeesilla toistaiseksi tutkituista lajeista alueellisen erilaistumisen on havaittu olevan voimakkainta taimenella. Taimenkannoista on valmistunut neljä alueellista tutkimusta, joiden kohteena ovat olleet Tornionjoen vesistö (Ikonen ym. 1986), Paatsjoen vesistö (Koljonen ja Sarjamo 1987), Koutajoen vesistö (Huusko ym. 1989) sekä Uudenmaan läänin

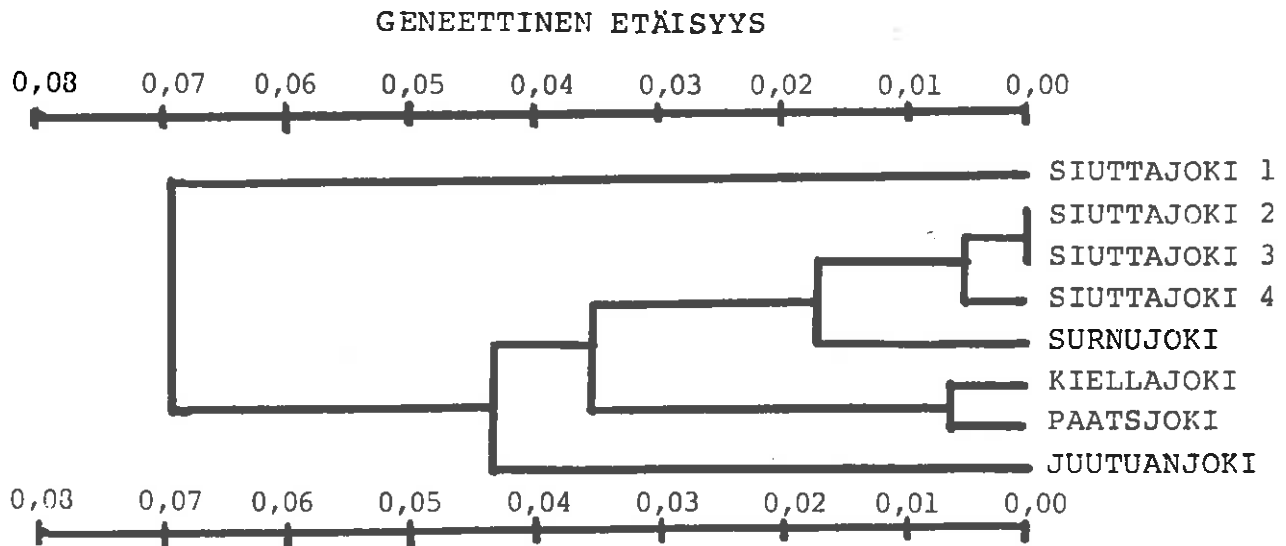
potentiaaliset meritaimenkannat (Marttinen ja Koljonen 1989). Lisäksi on tutkittu Perämeren ja Keski-Suomen taimenkantoja.

Tornionjoen meritaimen on nykyisin erittäin uhanalainen ja jopa uhanalaisempi kuin Tornionjoen lohi. Tutkimusten perusteella Tornionjoen sivujokien taimenkannoilla on havaittu olevan edelleen alapopulaatiojakautumista. Käytännössä kaikkia kantoja ei kuitenkaan voida viljellä erikseen, ja osa kannoista joudutaan yhdistämään jo emokalaston riittävän suuren koon saavuttamiseksi. Periaatteessa suositeltavinta on yhdistää mahdollisimman samanlaiset ja samalta alueelta peräisin olevat kannat. Laaditussa hoitosuosituksessa on ehdotettu viljelyä, joka perustuisi kolmeen emokalastoon joen eri alueilta. Eniten muuntelua sisältävistä keskijuoksun kannoista (Kitkiönjoki ja Ahmajoki) perustettaisiin yksi emokalasto. Mahdollisimman ylös vaeltavista kannoista perustettaisiin toinen emokalasto, johon saataisiin tallennettua arvokkaita latvavesien kantojen rippeitä. Kolmantena emokalastona olisi geenipankkina toimiva kanta, johon kerättäisiin mahdollisimman paljon kannan perinnöllisistä aineksesta ja jota istutettaisiin pääasiassa joen alajuoksulle.

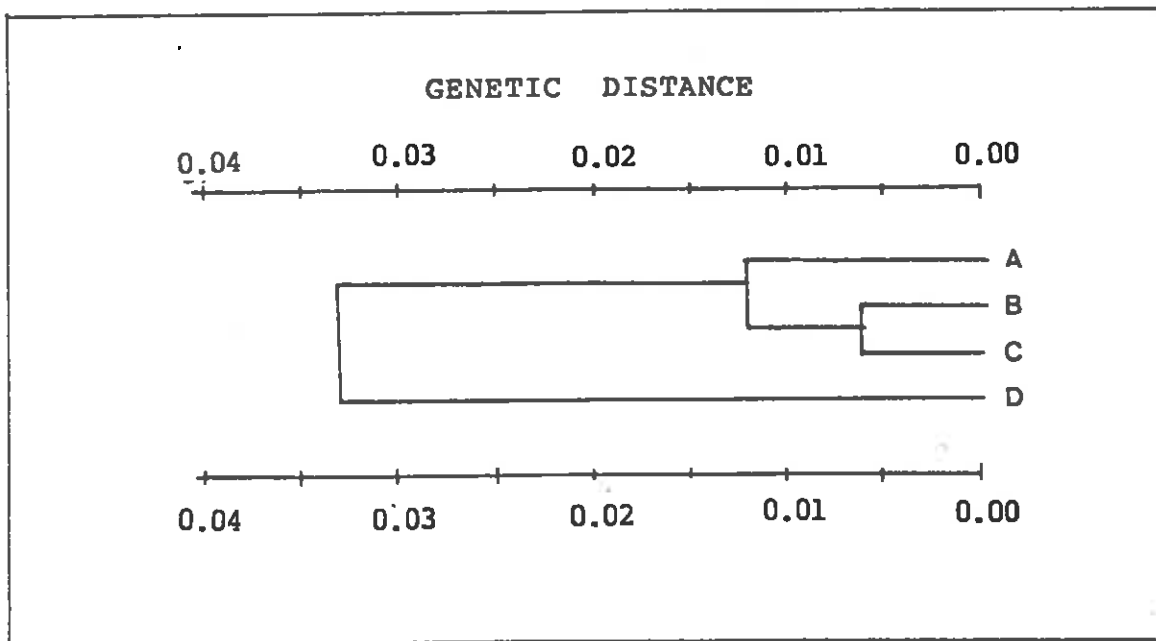
Paatsjoen vesistön taimenkantojen tutkimus sai alkunsa Korkeimman hallinto-oikeuden vuonna 1984 tekemästä päätöksestä, jonka mukaan Ivalojoen, Juutuanjoen, Kyyneljoen, Surnujoen ja Siuttajoen istutusvelvoitteisiin tulee käyttää mahdollisuuksien mukaan jokien omia kantoja. Juutuanjoen ja Ivalojoen kantoja on jo viljelyssä. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää onko muiden jokien kohdalla mahdollista noudattaa kehotusta omien kantojen käytöstä, eli esiintyykö näissä joissa taimenta ja poikkeako näiden jokien taimen seudulle varsin runsaasti istutetusta Juutuanjoen kannasta.

Kyyneljoesta ei löytynyt sähkökalastuksissa lainkaan taimenta. Siutta- ja Surnujoessa taimen lisääntyy ja tutkimuksen mukaan niiden kannat poikkeavat sekä toisistaan että istutetusta Juutuanjoen taimenesta. Näissä joissa alkuperäistä perinnöllistä ainesta on siten todennäköisesti jäljellä. Lisäksi havaittiin, että Siuttajoessa on kaksi selvästi erillistä kantaa. Latvavesikanta poikkesi erittäin selvästi kaikista muista kannoista (kuva 1). Siuttajoen kannan muuntelun määrä riittää ilmeisesti emokalaston perustamiseen, Surnujoen kannan muuntelun määrä sen sijaan on niin vähäinen, ettei kantaa voi suositella laajalti istutettavaksi. Siuttajoen latvavesikanta on säilytettävä erikseen, joten emokalapyntejä ja istutuksia ei tule ulottaa sinne saakka. Latvavesikanta ei ilmeisesti vaella lainkaan alas jokea.

Koutajoen vesistön tutkimuksessa todettiin Siuttajoen tavoin voimakkaasti erilaistunut kanta Kitkajoen vesistössä Jyrävän kosken yläpuolella. Koska Jyrävän koski on täydellinen velluseste ylöspäin, luonnonvalinta on tehokkaasti karsinut kannasta yksilöt, jotka ovat vaeltaneet alaspäin. Merkintätulosten perusteella tiedetään, että kosken yläpuolelle jääneen kannan poikaset vaeltavatkin osittain ylöspäin. Varsinkin naaraat käyvät joen latvajärvellä syönnöksellä, koiraista suurempi osa jää paikallisiksi. Voimakkaan luonnonvalinnan paine aiheuttama käyttäytymismuutos näkyy myös kannan entsyymigeenien poikkeavuutena (kuva 2). Tässä tapauksessa alleelifrekvensseissä todettu ero liittyy selvästi voimakkaaseen ekologiseen sopeutumaan, ja kyseessä täytyy olla perinnöinen käyttäytymismalli.



Kuva 1. Paatsjoen vesistön taimenkantojen geneettiset etäisyydet.

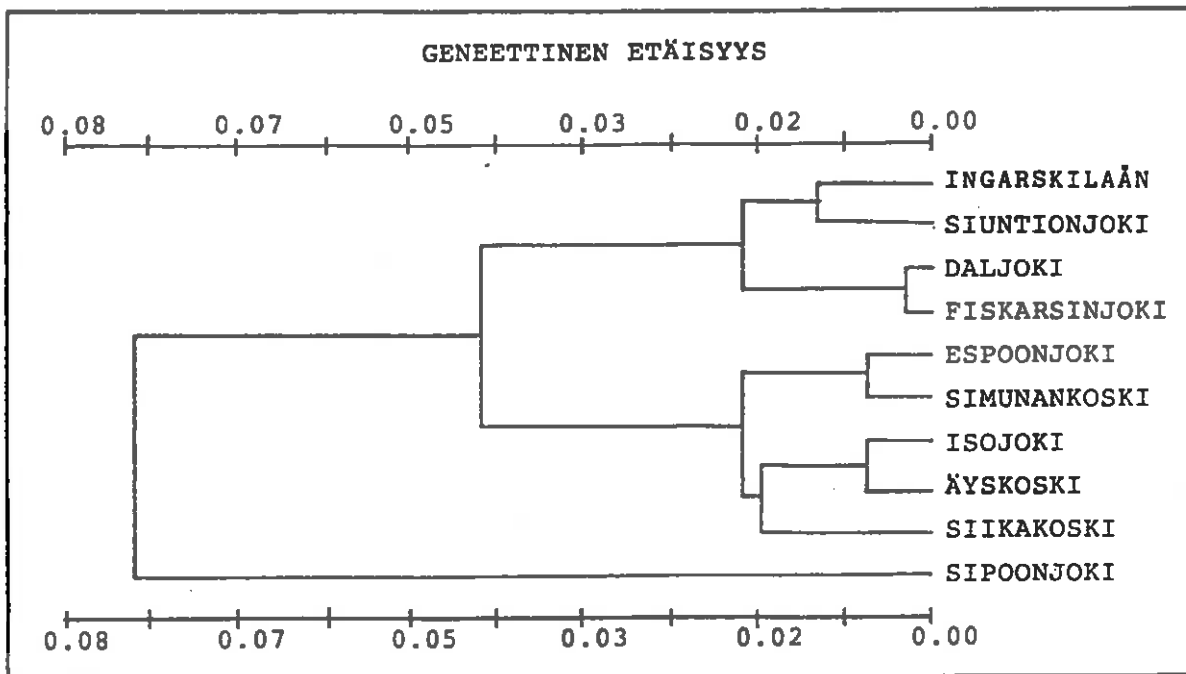


Kuva 2. Koutajoen vesistön taimenkantojen geneettiset etäisyydet, A: Kitkajoki, Jyrävän alapuoli, B: Oulankajoki, C: Kuusinkijoki, D: Kitkajoki, Jyrävän yläpuoli.

Uudenmaan alueen meritaimenkantojen eletroforeesitutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vieläkö Uudellamaalta löytyy alkuperäisiä taimenkantoja (Koljonen 1989, Marttinen ja Koljonen 1989). Tässä tarkoituksessa näytteitä verrattiin myös tavallisimpiin istutuskantoihin (Isojoki, Daljoki ja Rautalamminreitint kannat). Tutkitut näytteet olivat Espoon-, Sipoon-, Siuntion-, Fiskarsin- ja Ingarskilajoen taimenista. Dendrogrammissa (kuva 3) Ingarskilan- ja Siuntionjoen taimenet ryhmittäytyvät verraten lähelle toisiaan, Daljoen ja Fiskarsinjoen kantojen näytteet ovat hyvin samanlaisia, ja Espoonjoen kanta ryhmittäyty lähimmäksi Simunankosken kanta. Sipoonjoen kanta poikkeaa selvimmän kaikista muista kannoista. Kantojen alleelifrekvenssien testaus (taulukko 1) osoittaa Fiskarsinjoen näytteen olevan identtinen Daljoen kannan näytteen kanssa ja Espoonjoen kanta ei poikennut Simunankosken kannan näytteestä. Myöhemmissä selvityksissä onkin käynyt ilmi, että Fiskarsinjokeen on istutettu vastakuoriutu-neita Dahljoen kannan poikasia. *Samanaikaisesti*

onpaahan sentään - kymmi kalle Simunankosken
Espoonjokeen ei tiettävästi ole istutettu järvitaimenta, joten löydetyt mahdolliset järvitaimenet ovat todennäköisesti peräisin joen yläosan pikkujärviin tehdyistä istutuksista. Tutkimuksen perusteella Sipoonjoen, Siuntionjoen ja Ingarskilajoen kannat ovat todennäköisesti edelleen alkuperäisiä, joten ne on katsottava erittäin uhanalaisiksi. Näiden kantojen pienen koon vuoksi niiden suojele ei todennäköisesti ole mahdollista ilman viljelyä.

Edellä esitettyjen lisäksi on tehty selvitys harjuskannoista (Koskiniemi ja Kilpinen 1987), jossa todettiin osittaista alueellista jakautumista. Myös Saimaan alueen siikamuodoista on tehty tutkimus (Heinonen 1986), jossa eri muotojen väliset erot havaittiin niin pieniksi, etteivät ne ainakaan oikeuta lajijakoon. Toutaimenkin perinnöllisestä muuntelusta on tehty selvitys ja tulosten mukaan suomalaisen toutaimen perinnöllisen muuntelun määrä on tasan nolla. Eli perinnöllisyystieteellisestä näkökulmasta toutain on vielä uhanalaisempi kuin järvilohi, jonka muuntelun määräksi on todettu 1 %. Nykyisin luonnossa lisääntyvän toutainkannan kooksi on arvioitu noin 400 yksilöä (Jussi Pennanen, suullinen tieto). Toutain onkin ehdottomasti luokiteltava erittäin uhanalaiseksi kalalajiksi, jonka suojele vaatii välittömiä toimenpiteitä.



Kuva 3. Uudenmaan alueen taimenkantojen ja viljelykantojen väliset geneettiset etäisyydet.

Taulukko 1. Kantojen välisten erojen χ^2 -testin tulokset.

Kanta	Isojoki	Rautalammin reitti	Daljoki	Simunankoski
Fiskarsinjoki	62,5***	49,3***	5,4	70,3***
Ingarskilaän	69,0***	82,6***	41,7***	79,7***
Siuntionjoki	69,4***	104,3***	59,7***	112,4***
Espoonjoki	27,6***	45,8***	119,3***	1,7
Sipoonjoki	85,8***	103,9***	163,5***	87,5***

Elektroforeesitutkimuksia arvioitaessa on muistettava, että elektroforeesi on vain yksi tutkimusmenetelmä eikä se välttämättä aina anna ehdottoman oikeita tuloksia. Suojeluohjelmien kannalta elektroforeesitutkimusten antama tieto on arvokkainta yhdistettynä muuhun tutkimustietoon samoista kannoista.

Kirjallisuus

Heinonen, M. 1987. Suur-Saimaan siikojen taksonomia ja geneettinen muuntelu. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 59, 88 s.

Huusko, A., van der Meer, O. & Koljonen, M.-L. 1990. Life history pattern and genetic differences of brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Koutajoki River system. *Polsk. Arch. Hydrobiol.* 37 (painossa)

Ikonen, E., Jutila, E., Koljonen, M.-L., Pruuki, V. & Romakkaniemi, A. 1986. Tornionjoen vesistön meritaimenkantojen tila, geneettiset erot ja viljelytarpeet. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 57, 103 s.

Koljonen, M.-L. 1985. Suomen lohikantojen entsyymigeneettinen muuntelu. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 37, 94 s.

Koljonen, M.-L. 1989. Electrophoretically detectable genetic variation in natural and hatchery stocks of Atlantic salmon in Finland. *Hereditas* 110, p. 23-35.

Koljonen, M.-L. 1989. Uudenmaan meritaimenkantojen geneettinen tutkimus. *Suomen Kalastuslehti* 3/89(96), s. 128-131.

Koljonen, M.-L. & Koskiniemi, J. 1987. Perinnöllisyystieteen menetelmät kalakantojen tutkimuksessa. *Suomen Kalastuslehti* 8/87 (94), s. 421-423.

Koljonen, M.-L. & Sarjamo, H. 1987. Paatsjoen vesistön taimenkantojen geneettinen tutkimus. *Suomen Kalastuslehti* 8/87 (94), s. 428-431.

Koljonen, M.-L., Koskiniemi, J. & Pasanen, P. 1988. Electrophoretic markers for the whitefish species pair *Coregonus pallasii* and *Coregonus peled*. *Aquaculture* 74, p. 217-226.

Koskiniemi, J. & Kilpinen, K. 1987. Harjuskantojen perinnöllisten erojen selvitys. *Suomen Kalastuslehti* 8/87 (94), s. 424-427.

Martinen, M. & Koljonen M.-L. 1989. Uudenmaan meritaimenkantojen inventointi ja geneettinen tutkimus. Uudenmaan Kalastuspiirin kalastustoimisto. Tiedotus Nro 4, 141 s.

KALAKANTAREKISTERIN NYKYTILA, RAKENNE JA TAVOITTEET

IRMA KALLIO-NYBERG

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto

Johdanto

Suomen arvokalakantojen kartoitus kalakantarekisteriä varten aloitettiin vuonna 1986. Aluksi suoritettiin valtakunnallinen kaikkia arvokalalajeja ja -kantoja koskeva kysely. Tämän jälkeen on tietoja täydennetty lajikohtaisesti uusintakyselyillä ja haastattelemalla puhelimitse lähes kaikkia vastaajia.

Rekisteriin on koottu tietoja kalakantojen esiintymis- ja kutualueista, alkuperäisyydestä, tilasta, uhanalaisuudesta, hoidosta, kalataloudellisesta merkityksestä ja erityisominaisuuksista. Arvokalalajit, joista näitä tietoja on rekisteröity, ovat lohi, järvilohi, taimen, siika, nieriä, harjus, vimpa, toutain, muikku ja nahkiainen.

Tähän mennessä ovat valmistuneet rekisterit siiasta, harjuksesta ja muikusta. Siikarekisteri oli esillä Joensuun siikasymposiumissa vuonna 1987 (Kallio-Nyberg ja Koljonen 1988). Siika-, muikku- ja harjusrekisterit ilmestyvät vuonna 1990. Lisäksi on kerätty rekisteri meritaimenkannoista, jota on käytetty hyväksi meritaimenkantojen hoidon ja viljelyn suunnittelussa (Luonnonvaraisten vaelluskalakantojen säilyttämistyöryhmä 1989). Taimen-, lohi- ja nieriärekisterit julkaistaan vuoden 1990 lopulla.

Kalakantarekisteri tulee palvelemaan kalatalouden ja erityisesti kalanviljelyn suunnittelua. Rekisterin tietoja tullaan käyttämään erityisesti suunniteltaessa toimenpiteitä uhanalaisten kalakantojen suojelemiseksi ja hoitamiseksi.

Kalakantarekisterin rakenne

Kalakantarekisterin rakenne vaihtelee lajikohtaisesti. Tavoitteeksi on asetettu, että rekisterin sisältämät tiedot ovat (1) luotettavia, tarkistettavissa, (2) yhdenmukaisia, vertailukelpoisia, luokiteltuja, (3) täydennettävissä, ajan tasalla ja (4) yhdistettävissä muihin tiedostoihin. Lukija voi hankkia lisää tietoa kalakannasta tiedonantajan tai kirjallisuusviitteiden avulla. Kannat ovat vertailukelpoisia, koska saman lajin kannat on kuvattu lajikohtaisesti muuntelevien ominaisuuksien mukaan ja alkuperäisyys, uhanalaisuus, uhkatekijät ja hoito on luokiteltu. Tiedot on talletettu mikrotietokoneeseen, mistä syystä niitä voidaan helposti käsitellä ja yhdistää muihin tiedostoihin.

Siika- ja harjusrekistereiden tietokentät ovat osittain koodattuja tai luokiteltuja ja osittain kuvattuja (taulukko 1). Siikakannat on luokiteltu kuuteen muotoon (Svärdson 1979), pohjasiika (*Coregonus fera*), karisiika (*C. a. widegreni*), vaellussiika (*C. lavaretus s. str.*), tuppisiika (*C.*

wartmanni), järvisiika (*C. nilssoni*) ja planktonsiika (*C. pallasi*), siivilähampaiden lukumäärän ja kutu- ja vaelluskäyttämisen perusteella. Harjukset (*Thymallus thymallus*) on kuvattu kutu- ja vaelluskäyttämisen avulla. Uhanalaisuusluokat (5) ovat samat kuin Uhanalaisten eläinten ja kasvien suojelutoimikunnan mietinnössä (1985).

Taulukko 1. Siika- ja harjusrekisterin tietokentät ja niiden käsittely.

Tietokenttä	Tiedon käsittely Koodaus/luokitus	Kuvaus
Vesistöalueen nimi Sijainti	vesistöaluekoodi	*
Kannan kuvaus/tila erityisominaisuudet	siivilähampaat/kutu- ja vaelluskäyttämisen kutu- ja vaelluskäyttämisen	siika * harjus *
Alkuperäisyys	alkuperäinen/sekoittunut/ siirretty	
Uhanalaisuus	erittäin uhanalaiset/ vaarantuneet/taantuneet/ harvinaiset/puutteellisesti tunnetut/turvassa/ei tietoa	
Uhkatekijät	likaantuminen/maankäyttö/ rakentaminen/kalastus/muut uhkatekijät	
Hoito	luonnonvarainen/osittain luonnonvarainen/istutusten varassa/ luonnonmädinhankintaa/emokalasto	

Muikkurekisterissä on tietoja muikkukantojen tilasta, vuosiluokakierron pituudesta, kalataloudellisesta merkityksestä ja alkuperäisyydestä.

Yhteenveto siika- ja harjusrekistereistä

Siikarekisterissä tulee olemaan tietoja ainakin 182 siikakannasta (taulukko 2). Suurin osa kannoista on tulkittu alkuperäisiksi (133) ja luonnonvaraisiksi (164). Ainakin 32 kantaa on erittäin uhanalaista tai vaarantunutta, joista karisiikakantoja on 7, vaellussiikakantoja 6 ja planktonsiikakantoja 13. Vakavin uhkatekijä siikakannoille on vesistöjen rakentaminen (23). Luonnonmätää on hankittu ainakin 26 eri paikasta. Suomessa viljellään lähinnä vaellussiikaa ja planktonsiikaa.

Taulukko 2. Yhteenveto Suomen siikakantojen alkuperästä, uhanalaisuudesta, uhkatekijöistä ja hoidosta. Selitykset ja luokitukset ovat taulukossa 1.

Siika- muoto	Alkuperä			Uhanalaisuus				Uhkatekijät					Hoito			Kannat					
	al	se	si	e	v	st	sh	sp	t	et	li	ma	ra	ka	mu	lu	ol	is	lm	ek	
C. fera	6	3	4	-	-	-	3	-	9	1	-	-	-	1	2	12	3	-	1	2	13
C. acr.w.	27	1	-	4	3	-	-	1	5	15	1	5	5	2	-	28	-	-	2	1	28
C. lavar.	12	10	4	4	2	2	-	-	9	9	3	5	7	-	3	14	11	6	13	7	26
C. wartm.	36	3	-	1	3	3	-	4	22	6	2	1	1	1	1	39	-	-	-	-	39
C. nilss.	8	3	-	-	2	1	-	1	3	4	1	-	3	-	2	10	6	-	1	-	11
C. pall.	16	11	6	6	7	4	-	2	3	11	-	2	7	5	5	29	11	-	9	5	33
C. sp.	28	4	-	-	-	1	-	-	28	3	-	-	-	1	-	32	1	-	-	-	32
Yhteensä	133	35	14	15	17	11	3	8	79	49	7	13	23	10	13	164	32	6	26	15	182

Harjusrekisteri tulee sisältämään tiedot ainakin 66 harjuskannasta (taulukko 3). Useimmat harjuskannat ovat alkuperäisiä (50) ja luonnonvaraisia (51). Suurin osa harjuskannoista (32) kuuluu uhanalaisuusluokkaan silmälläpidettävät. Erittäin uhanalaisia (6) tai vaarantuneita (1) harjuskantoja on 11 % rekisterin kannoista. Vakavimmat uhkatekijät harjuskannoille ovat maankäyttö ja kalastus.

Taulukko 3. Suomen harjuskantojen alkuperäisyys, uhanalaisuus, uhkatekijät ja hoito.

Alkuperäisyys		Hoito	
alkuperäinen	50	luonnonvarainen	51
sekoittunut	11	osittain luonnonvarainen	14
siirretty	5	istutusten varassa	1
		luonnonmädhankintaa	2
yhteensä	66	emokalasto	4

Uhanalaisuus		Uhkatekijät	
erit. uhanalaiset	6	likaantuminen	7
vaarantuneet	1	maankäyttö	18
silmällä pidettävät:		rakentaminen	9
- taantuneet	16	kalastus	14
- harvinaiset	3	muut uhkatekijät	6
- puutt. tunnetut	13		
turvassa	15	yhteensä	54
ei tietoa	12		
yhteensä	66		

Rekisterin käyttö ja kehittäminen

Kalakantarekisteriä voidaan käyttää hyväksi suunniteltaessa lajin erillisten kantojen viljely- ja suojelutoimenpiteitä.

Siika-, harjus- ja muikkukantojen identifiointi, luokittelu, rekisterissä on perustunut ekologiseen ja morfologiseen muunteluun. Kalakantojen entsyymigeneettistä identifiointia on tehty vasta kalataloudellisesti tärkeimpien kantojen osalta, mutta tulevaisuudessa geneettisen muuntelun kartoituksen täydentyessä rekisteriin voidaan lisätä perinnöllisestä muuntelusta kertova tietokenttä.

Rekisterin tiedon tason parantaminen edellyttää myös tutkimuksiin perustuvaa tietoa kalakannoista. Esimerkiksi arviot kannan koosta olisivat arvokkaita arvioitaessa kannan tilaa ja suojelutarvetta, mutta näitä tietoja ei ole saatavissa ilman tutkimusta.

Kirjallisuus

Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M.-L. 1988. A stock registry for Finnish whitefish. *Finnish Fish. Res.* 9, p. 49-60.

Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Stockholm. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 57. s. 1-95.

Uhanalaisten eläinten ja kasvien suojelutoimikunnan mietintö II: Suomen uhanalaiset eläimet. Helsinki 1985. Ympäristöministeriö. Komiteamietintö 1985:43. 466 s.

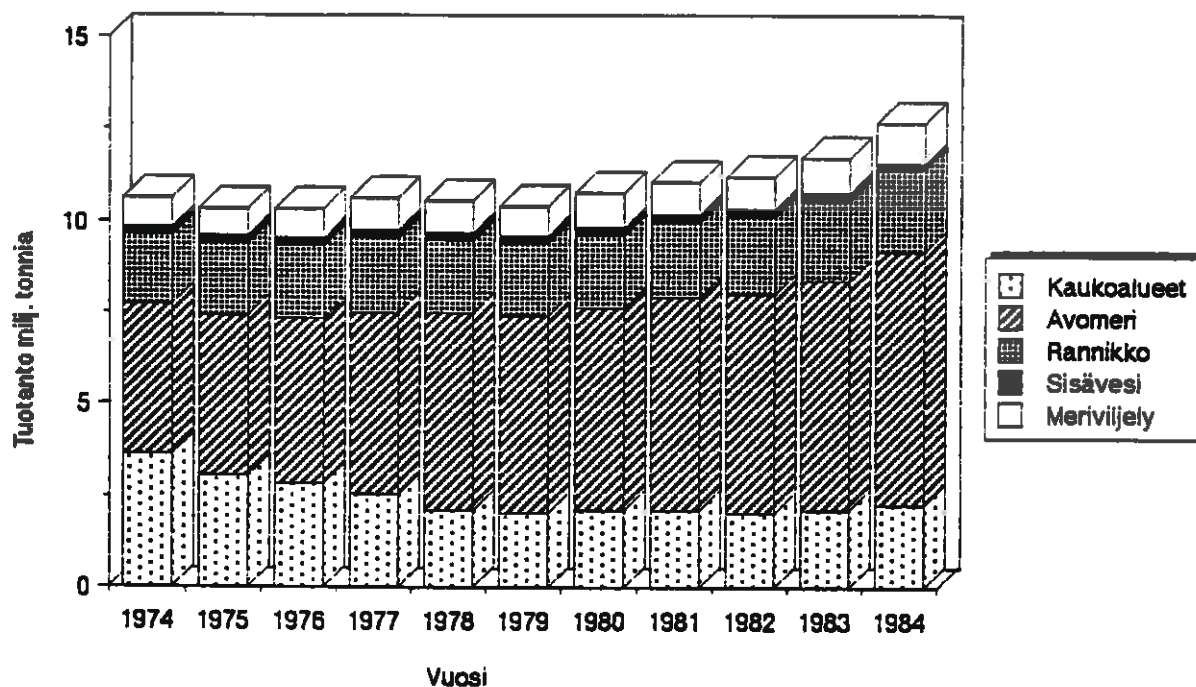
MITEN KALAKANTOJEN TUOTTOA LISÄTÄÄN JAPANISSA?

KARI RUOHONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos

Johdanto

Japani on maailman suurin kalastusvaltio. Japanin kalantuotanto oli vuonna 1986 12,7 miljoonaa tonnia. Saaliista pääosa saadaan avomerikalastuksesta (kuva 1). Lisäksi Japaniin tuodaan huomattavat määrät kalatuotteita lähinnä Aasian maista. Siirtyminen 200 mailin kalastusvyöhykkeisiin on rajoittanut Japanin kalastusmahdollisuuksia ja tästä syystä Japani on keskittänyt suuria ponnistuksia rannikkovesiensä kalantuotannon kasvattamiseksi.



Kuva 1. Japanin kalastustuotannon jakautuminen kalastustyypeittäin.

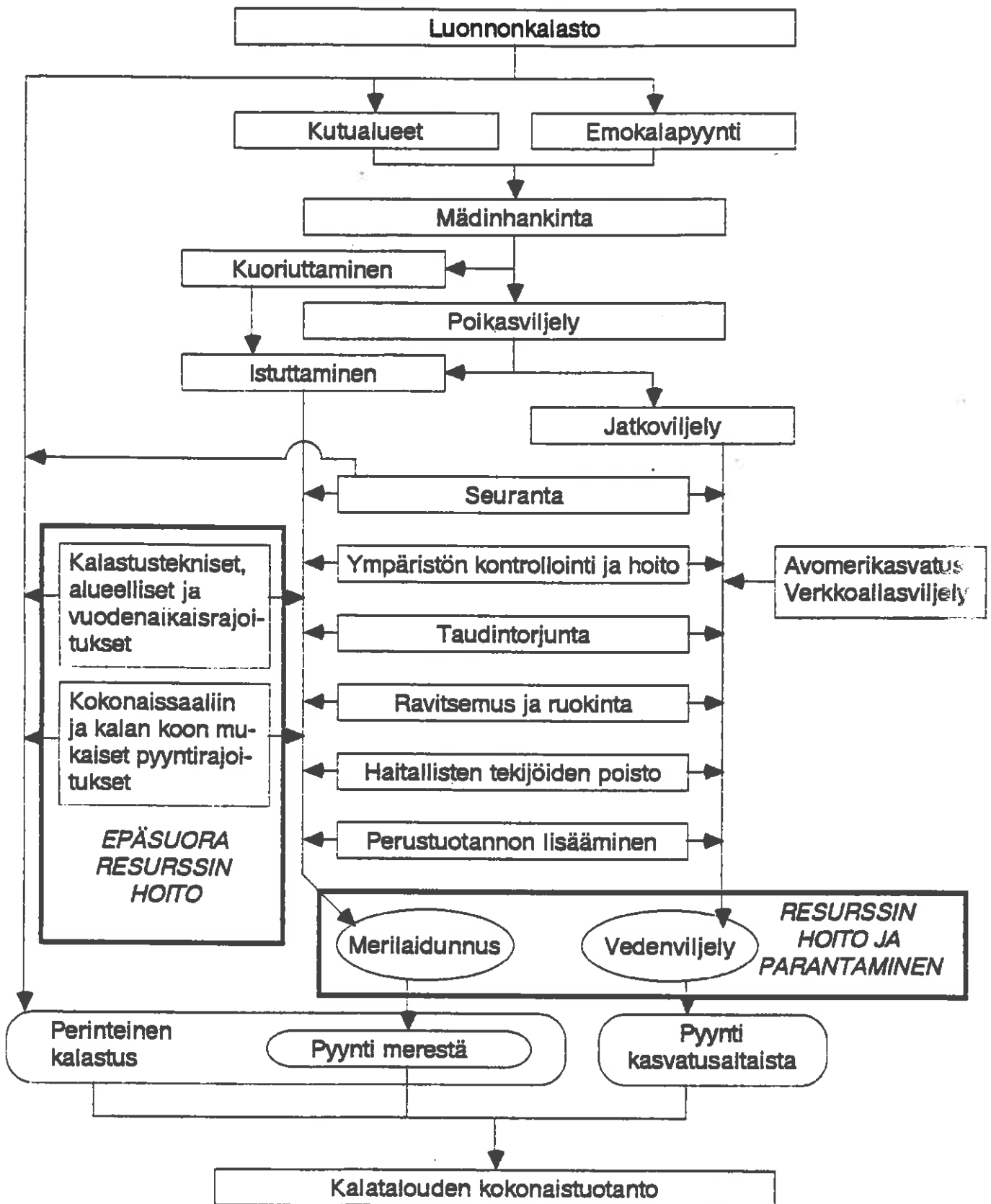
Käsitteet

Kalastuksella (fisheries) tarkoitetaan kalojen pyydystämistä luonnonvesistä. Vedenviljelyllä (aquaculture) Japanissa ymmärretään vesieliöiden kasvattamista vankeudessa aina markkinakokoon saakka. Kalat omistaa kalojen kasvattaja. Merenviljely (sea-farming) merkitsee Japanissa jotakuinkin samaa kuin meillä käytetty englanninkielinen termi sea-ranching (suom. merilaidunnus?) eli keinollisesti tuotettujen kalanpoikasten istuttamista mereen. Tässä tapauksessa istutetut kalat eivät kuulu kenellekään erityisesti vaan lisäävät yhteisiä kalastusresursseja, joita kuka tahansa voi hyödyntää. Vedenviljelyn ja merilaidunnuksen eroja havainnollistaa taulukko 1.

Taulukko 1. Japanin vedenviljelyn ja merilaidunnuksen piirteitä.

	Vedenviljely	Merilaidunnus
Suorittaja	yksityiset	julkinen sektori
Päälajit	osteri keltapyrstömakrilli kampusimpukka merilahna	lohet merilahna Kuruma-katkarapu korvasimpukka kampela
Alue	suojaiset alueet	usein avomeri
Tarkoitus	tuotanto myyntiin	kalakannan lisäys
Valvonta ja hoito	koko ajan	istutukseen asti
Kalojen omistus	tuottaja	ei istutuksen jälkeen
Ravinto	ruokittavissa	luonnon ravintoeläimet
Tuotanto	laskettavissa	sisältyy perinteisen kalastuksen saaliiseen

Vedenviljely on toki meren hyödyntämisen tärkeä osa (kuva 2), mutta toiminnan tavoitteen kannalta vedenviljely on hyvä pitää erillään merilaidunnuksesta. Merilaidunnuksessa pyritään vedenviljelyn tavoin ottamaan käyttöön erilaisia ympäristön manipulointimenetelmiä. Japanissa näiden menetelmien uskotaan löytyvän perinteisen kalataloustutkimuksen ulkopuolelta, modernista tekniikasta. Teknisten sovellutusten lisäksi biotekniikan mahdollisuuksia pidetään lupaavina.



Kuva 2. Meren hyödyntämisen periaate.

Marine Ranching Program

Japanin kalastusministeriön alaisuudessa toteutettiin vuosina 1980-88 laaja tutkimusohjelma *Marine Ranching Program*, jonka tavoitteena oli etsiä keinoja ja parantaa Japanin rannikko-vesien kalatuottoa. Projektin kolme ensimmäistä vuotta keskittyivät valittujen kohdelajien ekologiaan. Seuraavina kolmena vuotena tutkittiin kohdelajien tuotantomenetelmiä ja viimeiset kolme vuotta keskittyivät monilajisen laidunnuksen ongelmiin.

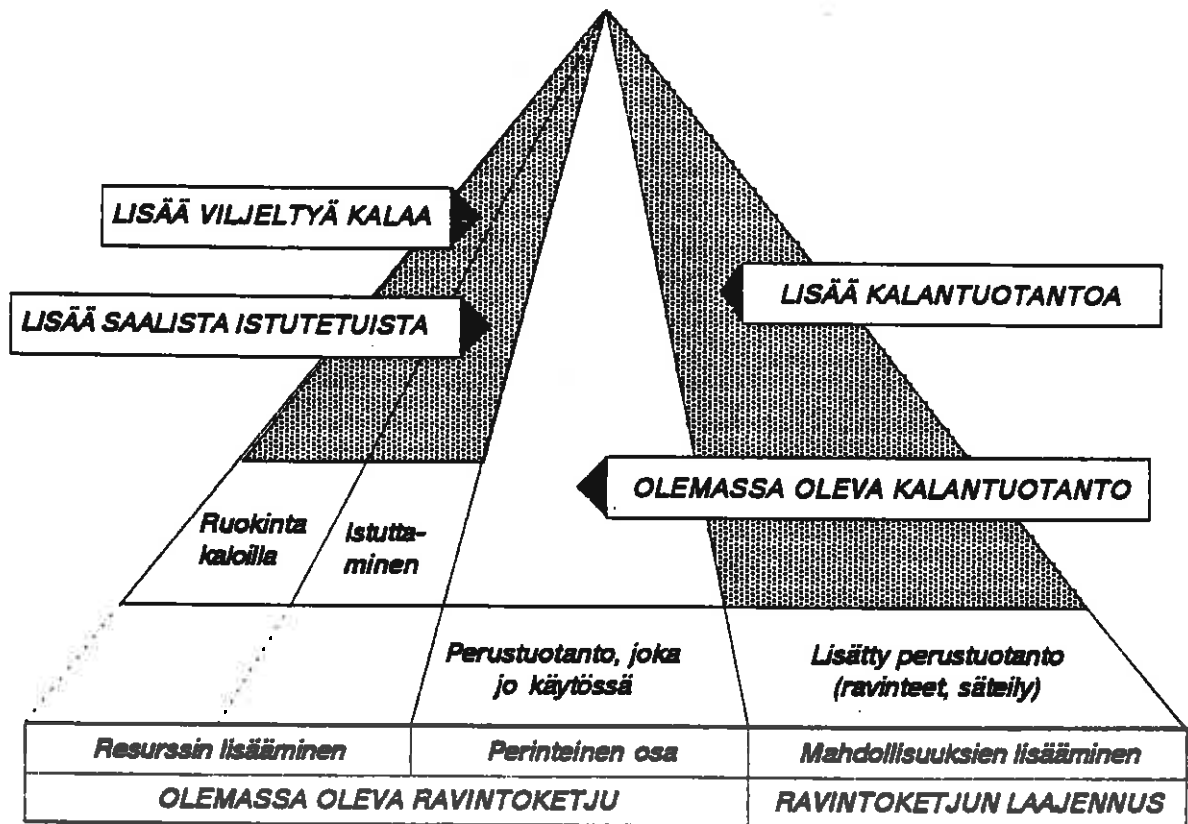
Kohdelajeiksi valittiin masulohi, makrilli, tonnikala, pallas, kampasimpukka ja eräitä merileviä korvasimpukkayhdyskuntineen. Tutkimukseen pyrittiin sisällyttämään meren eliöiden eri elämänmuotoja etenkin eri tyyppisiä vaelluksia. Tutkimus koostui pääasiassa biologisesta tutkimuksesta, mutta sisälsi myös tutkijaryhmän, joka pyrki integroimaan modernia tekniikkaa biologiseen tietoon.

Kalatuotannon lisäämisen mahdollisuuksista

Ravintoketju lähtökohtana

Ravintoketju on hyvä käsitteellinen lähtökohta, kun haluamme saada käyttöömme käyttämättömiä resursseja, tai kun haluamme lisätä tiettyjä resursseja ekosysteemiin. Tavoitteena on tällöin laajentaa ravintopyramidia kuvan 3 tapaan. Ravintoketjun laajentamiseksi on jollakin tavalla lisättävä perustuotantoa, jotta mahdollinen systeemin käyttämätön kapasiteetti saadaan tuottavaksi. Yksi esimerkki on keinotekoisen kumpuamisalueen luominen, jolloin ravinteikasta alusvettä nostetaan tuottavaan päällisvesikerrokseen rajoitetulla alueella. Toinen vaihtoehto on lisätä tuottavan kerroksen paksuutta johtamalla auringon säteilyä syvemmälle vesikerrokseen. Molemmat vaihtoehdot ovat nykytekniikalla mahdollisia ja ne perustuvat yksinkertaiseen biologiseen konseptiin, että ravinteet ja auringon säteily ovat perustuotantoa rajoittavia tekijöitä.

Ravintoketjua voidaan laajentaa myös lisäämällä resurssin määrää. Vedenviljely on tästä hyvä esimerkki. Rajatulle meren alueelle, tässä tapauksessa kasvatusaltaisiin, lisätään jossakin muualla tuotettua ravintoresurssia. Tekniikan mahdollisuudet rajoittuvat tällöin lähinnä viljelyn tarvitseman tekniikan parantamiseen kuten avomerioloihin soveltuvien kasvatusaltaiden kehittämiseen.



Kuva 3. Ravintopyramidin laajentaminen.

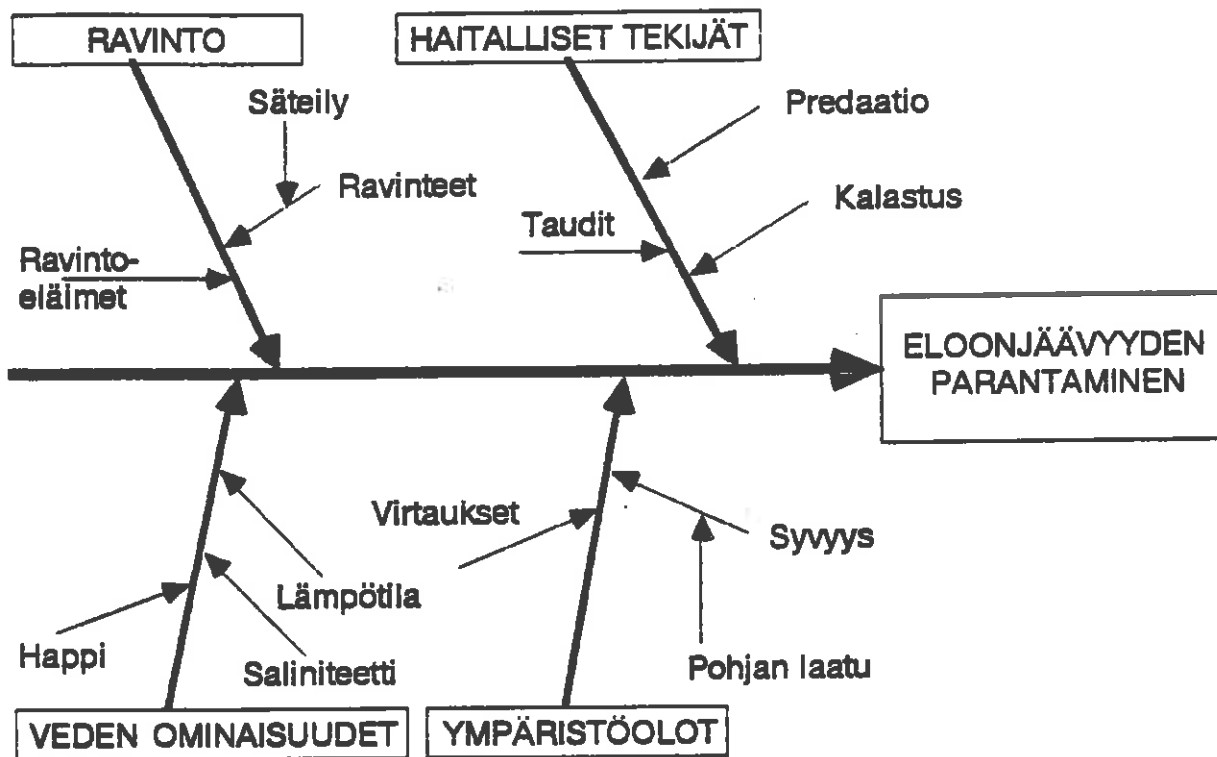
Kalojen istuttaminen mereen on myös periaatteessa resurssin suoraa lisäämistä. Tällöin oletetaan, että olemassaoleva kantokyky riittää lisätyn resurssin (kalanpoikasten) tai ainakin sen osan tuottamiseksi pyydettävään kokoon. Tällä alueella on tähän mennessä vain vähän sovellettu tekniikan mahdollisuuksia.

Avaintekijät lähtökohtana

Kalojen elinoloja tarkasteltaessa voimme löytää joitakin avaintekijöitä, joihin ihminen ainakin periaatteessa voi vaikuttaa. Vaeltavien kalojen osalta muihin tekijöihin kuin vaeltamaan lähtevien poikasten määrään vaikuttaminen voi olla vaikeaa. Esimerkiksi koiralohen osalta tällaisia avaintekijöitä ovat mm. sopivan ravinnon määrä, predaatio ja vaeltamiskyky ja niitä olisi hallittava koko pohjoisen Tyynen meren alueella. Paikallaan pysyvien kantojen tuotto on paljon enemmän sidoksissa kuolevuuteen, etenkin poikasvaiheen kuolevuuteen.

Kulloinkin kyseeseen tulevat avaintekijät riippuvat toki kalalajista ja ikävaiheesta, mutta yksi lähestymistapa on käyttää apuna analogiaa ihmisyhteisöstä. Me tarvitsemme ainakin ruokaa syödäksemme, terveyttä kasvaaksemme, asunnon nukkuaksemme ja turvallisuutta elääksemme.

Kalojen vastaavat tarpeet ovat sopiva ja riittävä ravinto, suoja predaatiolta ja taudeilta sekä sopiva kemiallinen ja fyysinen ympäristö (kuva 4). Ihminen voi vaikuttaa kalojen käytettävissä olevaan ravintoon mm. lisäämällä perustuotantoa tai sopivia ravintoeläimiä istuttamalla. Predaatiota voidaan vähentää ympäristöä muuttamalla tai suuntaamalla predaattorien kiinnostusta muualle. Ympäristön sopivuutta voidaan parantaa mm. muuttamalla veden virtauksia, meren pohjan ominaisuuksia, ravinnekiertoa ja tuottavan kerroksen paksuutta. Esimerkkinä tästä mainittakoon yritys säätää veden lämpötila virtausten avulla kalojen kasvun kannalta optimaaliseksi.



Kuva 4. Eloonjäävyyden parantamisen avaintekijät.

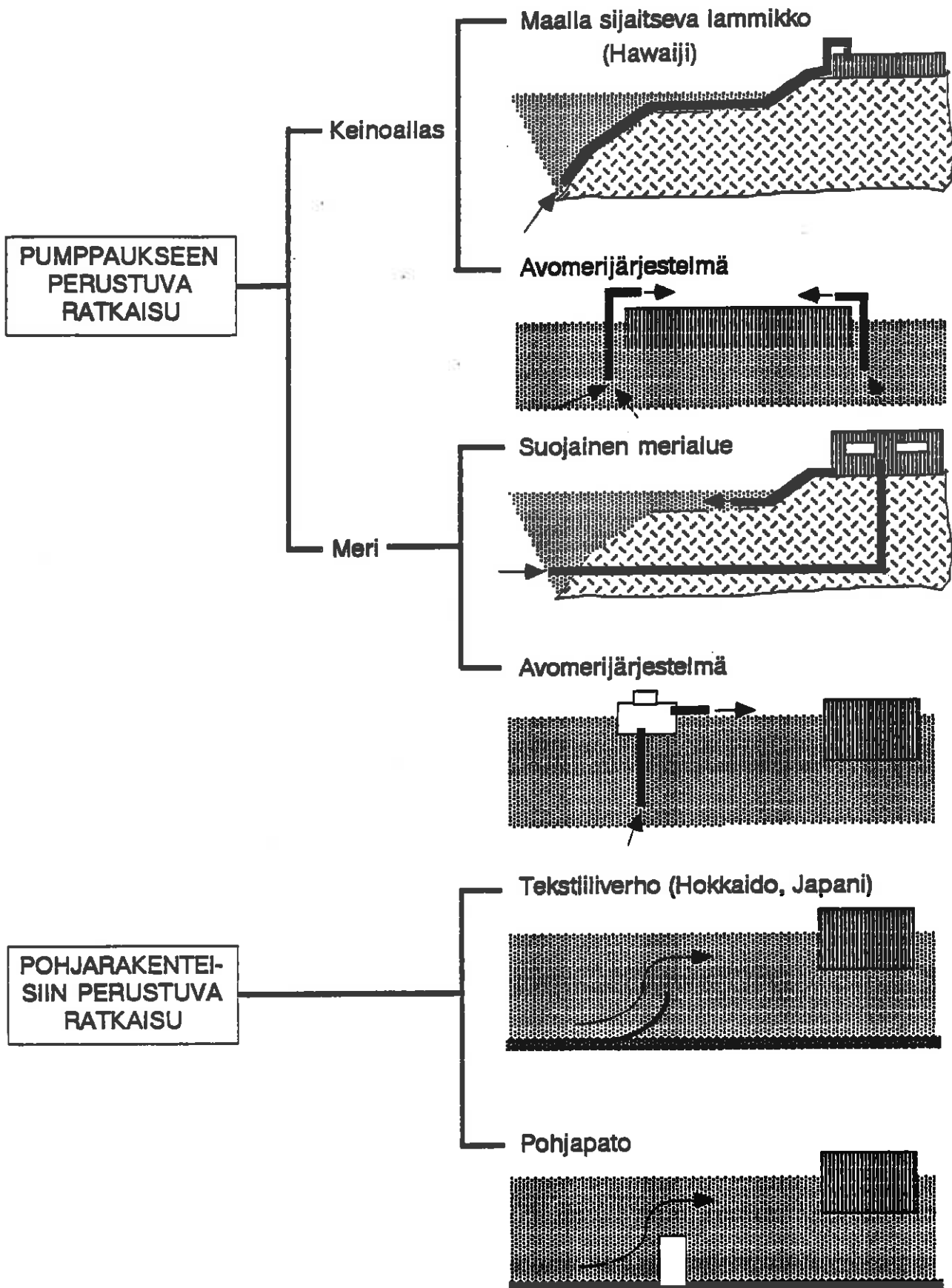
Keinotekoiset kumpuamisalueet

Joitakin ratkaisumalleja keinotekoisien kumpuamisalueiden luomiseksi on esitetty kuvassa 5. Ratkaisut perustuvat joko alusveden pumppaukseen tai veden virtauksen muuttamiseen. Näistä järjestelmä, jossa ravinteikasta alusvettä pumpataan maalla sijaitseviin lammikoihin, on jo käytössä Hawajilla ja otetaan käyttöön kohtapuoliin Japanissa. Avomerijärjestelmä, jossa pumpattava alusvesi sirotellaan veden pintaan lähellä sijaitsevien verkkoaltaiden hyödyksi, otetaan Japanissa käyttöön muutaman vuoden sisällä. Järjestelmässä kylmä alusvesi sekoittuu lämpimän päällysveden kanssa ja on näin lähempänä kalojen kasvun optimia. Tämä projekti on maailman ensimmäinen avomerellä sijaitseva keinotekoinen kumpuamisalue.

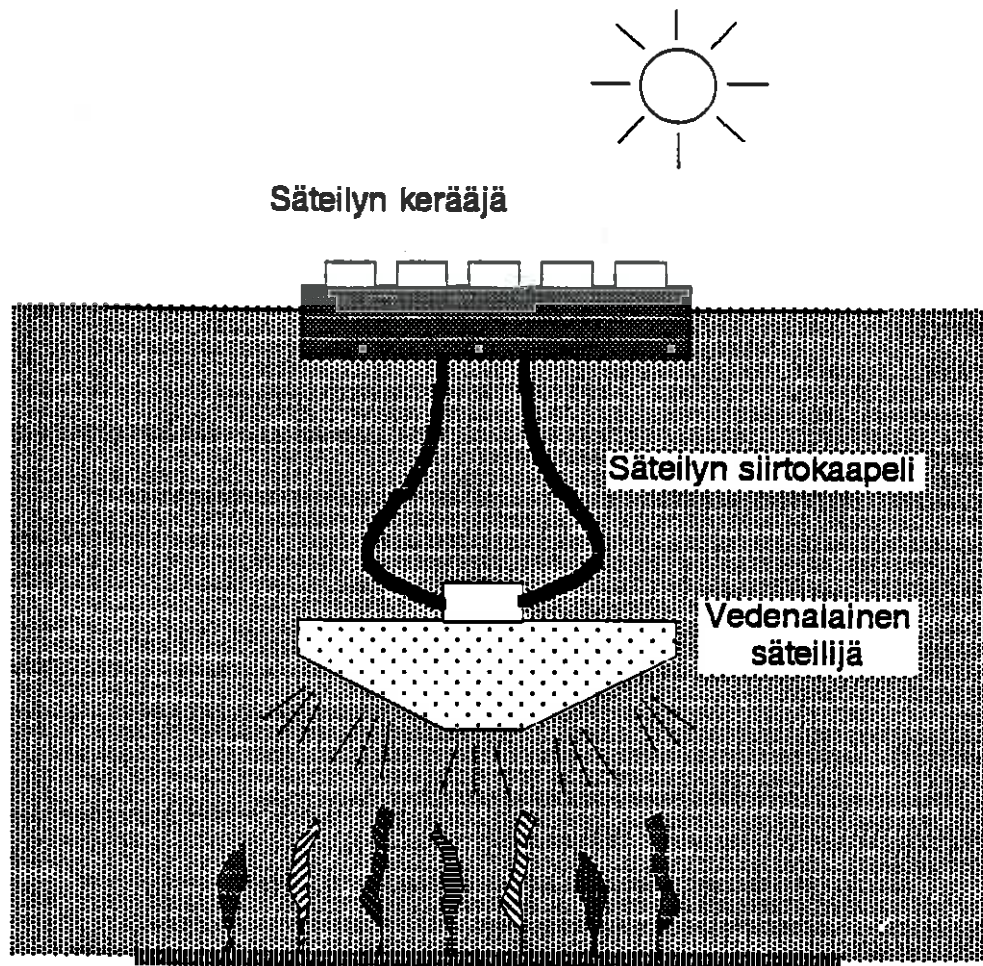
Kumpuamisalueita voidaan myös luoda muuttamalla veden virtauksia. Hokkaidolla Japanissa on tähän tarkoitukseen käytetty tekstiiliseinää, joka ohjaa pohjavirtauksia ylöspäin ja nostaa täten alusvettä pintakerrokseen päin. Tekstiiliseinän sijasta voidaan myös käyttää pohjapatoa, joka voidaan rakentaa jostakin hukkamateriaalista. Pienimittakaavaisessa koekäytössä on myös betoniseinään perustuvia järjestelmiä.

Muita ratkaisuja

Keinotekoisten kumpuamisalueiden lisäksi Japanissa on kokeiltu vuoroveden patoamista poikasten kasvualueeksi kumipadon avulla. Kumpuamisalueiden lisäksi suurin kiinnostus kohdistuu kuitenkin menetelmiin tuottavan kerroksen paksuuden lisäämiseksi kuten em. mahdollisuuteen siirtää säteilyä syvempiin vesikerrokseen (kuva 6). Toinen mahdollisuus pohjalla elävien eliöiden tuoton lisäämiseksi on luoda keinotekoisia pohjia tuottavan kerroksen alueelle, jolloin säteilyenergia ei rajoita tuotantoa. Tätä menetelmää käytetään mm. pohjalevien tuoton lisäämiseksi.



Kuva 5. Keinotekoiset kumpuamisjärjestelmät.



Kuva 6. Säteilyn siirtäjä.

Esimerkkinä kampela

Kampelan elinkierron kriittisin vaihe on siirtyminen pelaagisesta elämästä pohjaelämään, jolloin veden virtaukset saattavat hajottaa mäti- ja poikasparven eikä sopivaa merenpohjaa aina löydy. Näistä biologisista lähtökohdista voidaan tekniikkaa soveltaa ensi sijassa virtauksen hallintaan mädin ja poikasten dispersion estämiseksi ja poikasvaiheelle sopivan merenpohjan luomiseen (taulukko 2).

Taulukko 2. Kampelen elinolojen parantamismahdollisuuksia.

	Merivesi	Merenpohja	Kohdelajit	Muut lajit
Mätivaihe (pelaginen)	dispersion estäminen			
Poikasvaihe (pohjalla)	dispersion estäminen	pohjanlaadun parantaminen	ravinnon saatavuus	suoja predaatiolta
Aikuisvaihe		pohjanlaadun parantaminen	ravinnon saatavuus	suoja predaatiolta
Kutuvaihe		pohjanlaadun parantaminen	ravinnon saatavuus	

Päätelmä

Kalatuoton lisääminen ja siihen käytettävät keinot Japanissa poikkeavat melkoisesti Suomessa perinteisesti vallinneesta luonnon tasapainon säilyttämisen ihanteesta. Japanissa ollaan valmiit puuttumaan kovallakin kädellä ympäristöön, niin biologiseen, kemialliseen kuin fyysiseenkin, jotta halutun alueen kalatuottoa voidaan lisätä. Asenne kuvastanee japanilaisten suhdetta kalaan ja kalatuotteisiin: lähes puolet japanilaisten päivittäisestä valkuaisesta on peräisin kalasta, äyriäisistä ja simpukoista ja japanilaiset kuluttavat kalatuotteita 65-70 kg henkeä kohti vuodessa.

Tässä esityksessä on vähemmälle jäänyt Japanissa tehtävä biologinen tutkimus, jonka tarkoituksena on lisätä ihmisen ymmärrystä kaloista ja kalakannoista, jotta niiden tuottoa voidaan lisätä. Pääasiallinen kalatuoton lisäämismenetelmä on Japanissa yhä edelleen poikasten mittava istuttaminen mereen. Taulukossa 3 on esitetty joidenkin lajien istutusmäärät Japanissa vuonna 1986. Biologinen tutkimus keskittyy paljolti näiden lajien ekologiaan sekä viljely- ja istutusmenetelmien kehittämiseen.

Taulukko 3. Tärkeimmät istutetut kalalajit Japanissa 1986.

Laji	Istutus 1000 kpl
koiralohi	2 000 458
kyttyrälohi	125 638
masulohi	13 795
punalohi	75
silli	656
keltapyrstöpiikkimakrilli	1 722
juovahuulikala	3 165
meribassi	754
japaninmurisija	275
mustamerilahna	5 829
merilahna	7 428
japanintähystäjä	305
vihersimppu	1 116
punasimput	1 393
japaninkampela	5 860
hietakampelat	1 433
pallokala	796

Mielenkiintoista uuden tekniikan soveltamisessa kalatuoton lisäämiseen on se, että japanilaiset näyttävät olevan tosissaan. Tämä merkitsee sitä, että hankkeiden on oltava myös taloudellisesti ainakin jossain määrin kannattavia. Tutkimus- ja kehitystyössä ovat valtion lisäksi mukana monet suuryhtiöt, jotka tuskin sijoittavat järjestelmien kehitykseen valtavia rahasummia ilman näkyvää tuottoa. Japanilaisten tutkijoiden mukaan tässä vaiheessa ei ole aika pohtia hankkeiden taloudellisuutta vaan nyt kehitetään toimivia järjestelmiä. Hankkeiden taloudellisuus punnitaan vasta, kun järjestelmät saadaan koekäyttöön todellisessa mittakaavassa.

Kirjallisuus

Esitelmät symposiossa USA/Japan Natural Resources, Panel on Aquaculture 16.-18.10.1988, Ise, Mie, Japan etenkin Nakahara, H., Marine ranching System - Trans-boundary Aspect of Biology.

KALANVILJELYN KÄYTTÖ UHANALAISTEN KALAKANTOJEN SÄILYTTÄMISSESSÄ

UNTO ESKELINEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos

1. Johdanto

Kiinnostus alueellisesti tärkeäksi koettuihin kalatalouden kysymyksiin on kasvanut kalatalouden piirihallinnon aloitettua toimintansa. Kysymys, joka on heijastunut myös valtion kalanviljelyn toimintaan, on paikallisesti tai alueellisesti tärkeiden kalakantojen säilyttäminen ja lisääminen. Paineet uusien kantojen viljelyn aloittamiseen ovat vuosi vuodelta kasvaneet.

Jokaisen erillisen kalakannan pysyvä viljelyssäpito ja tuotanto on kuitenkin niin raskas ja kallis prosessi, että perusteiden viljelyn käynnistämiseksi täytyy olla vahvat ja kestävätkä.

Tässä alustuksessa arvioidaan uhanalaisten kalakantojen säilyttämisstrategioita kiinnittäen erityishuomiota kalanviljelyn tarkoituksenmukaiseen käyttöön.

2. Käsitteistö

2.1 Kalakanta

Merkityksiä on kaksi. Geneettinen kanta ja kalastettava kanta, joka voi koostua useasta geneettisestä kannasta tai olla vain osa yhdestä. Esimerkkeinä Simojoen lohikanta ja Suomenlahden lohikanta. Molemmat voivat olla uhanalaisia ja tarpeen säilyttää. Tavoitteet ja keinot poikkeavat. Usein geneettinen ja kalastettava kanta ovat sama populaatio.

2.2 Säilyttäminen

Erotettava käsitteet säilyttäminen, suojeleminen ja lisääminen. Kalakannan säilyttäminen on geneettisen tai taloudellisen luonnonvaran häviämisen estämistä. Geneettisen kannan osalta kyse on keinoista säilyttää kannan perinnöllinen rakenne mahdollisimman monimuotoisena.

Kalakannan suojeleminen on alkuperäisluonnon suojeleminen: alkuperäisen uhanalaisen kalakannan säilyttämistä mahdollisimman luonnonvaraisessa tilassa. Kalataloudessa tätä pelkästään geneettisiä kantoja koskevaa suojeleminen ei liene juuri sovellettu.

Kalakannan lisääminen on taloudellisen luonnonvaran kasvattamista ja kohdistuu kalastettaviin kantoihin.

3. Säilyttämistarpeiden syyt

3.1 Tilapäiset syyt

Tekijät, jotka aiheuttavat tarpeen erityisiin toimiin kalakannan säilyttämiseksi, voivat olla luonteeltaan joko tilapäisiä tai pysyviä. Useinkaan ei tekijöiden luonnetta voida etukäteen tietää. Säilytystarpeen syyn kesto vaikuttaa ratkaisevasti siihen, millaiset säilytystoimet ovat mielekkäitä. Tilapäisiksi luokitellaan ensisijaisesti sellaiset säilytystarpeen syyt, joiden kesto on kalan elinikää lyhempi, koska keinollinen lisääminen ei tällöin ole välttämättömyys.

* Ohimenevä ympäristömuutos. Tyypillisimmillään esim. ruoppauksesta tai määräaikaista teollisuustoiminnasta johtuva veden laadun muutos. Myös vaellusväylien sulkeutuminen (työpadot yms.) ja kutualueiden pilaantuminen voivat olla tilapäisiä häiriöitä.

* Ylikalastus. Jos lajien kalastus on järjestetty siten, ettei sen kantakohtainen säätely ole mahdollista, voi ylikalastus uhanalaistaa kannan. Tyypillisiä esimerkkejä ovat Itämeren luonnonvaraiset lohikannat.

3.2 Pysyvät syyt

* Palautumaton ympäristömuutos. Vesistö rakentamisen ja vesien likaamisen aiheuttamat vesiluonnon muutokset, vaellusteiden sulkeutuminen, kutupohjien ja poikasbiotooppien tuhoutuminen, myrkylliset ja kuormittavat aineet yms. ovat aina pysyviä tekijöitä säilytysstrategian kannalta.

* Ilmastomuutos. Useiden lajien levinneisyysraja kulkee Suomen kautta, joten pienetkin ilmastomuutokset voivat vaikuttaa ratkaisevasti elinehtoihin. Tunnetuin esimerkki on monni, jonka uudelleen kotiuttamisesta on keskusteltu.

4. Mahdolliset säilytysstrategiat

4.1 Elinympäristön suojeleminen

Milloin säilymisuhanalainen kanta on vielä elinkelpoisena alkuperäisessä ympäristössään, on elinympäristön suojeleminen ensisijainen säilytysstrategia.

4.2 Kalastuksen säätely

Niissä tapauksissa, joissa uhanalaisuus johtuu väärin mitoitettusta tai kohdennetusta kalastuksesta, on luonnollisinta muuttaa kalastusta. Jos tehokkaasti laji- tai kantavalikoiva

kalastus ei ole mahdollista, voi säätelyssä syntyä eturistiriita kalavarojen tehokkaan hyödyntämisen ja uhanalaisen kannan säilyttämisen välille.

4.3 Kalanviljely

Viljelykonsepti riippuu säilytystarpeen luonteesta. Tarkoituksenmukaista on jakaa viljely ajatellun keston mukaan pysyvään ja väliaikaiseen ja nämä muodot edelleen viljelyvolyymien mukaan tuotannolliseen ja säilyttävään laajuuteen. Taulukossa 1 on luetteloitu tärkeimmät viljelyä edellyttävät säilytystarpeet ja kulloinkin tarkoituksenmukaisin viljelykonsepti.

Taulukko 1. Uhanalaisen kalakannan viljelytarpeiden syyt ja tarkoituksenmukaisin viljelytapa eri tilanteissa.

Viljelytarpeen syy	PYSYVÄ VILJELY		VÄLIAIKAINEN VILJELY	
	tuotanto laajuus	säilytys laajuus	tuotanto laajuus	säilytys laajuus
Kanta hävinnyt alkup. ympäristöstään	x			
Kannalla on myös laajempaa käyttöä istutuksissa	x			
Ensisijaisemmat säilytystoimet eivät ole realismia	x	x		
Ensisijaisemmat säilytystoimet ovat liian hidasvaikutteisia			x	
Tilapäinen ja lyhyt- kestoinen luonnontilan muutos				x
Talteenottoviljely, kunnes kannan arvo on selvitetty		x	x	x
Myös muita viljely- motiveja, kuten tutkimus tai jalostus		x		

4.4 Muut säilytysmenetelmät

Siirtoistutusta voidaan käyttää kannan säilyttämiseen, jos häviämisen uhka johtuu alkuperäisen elinympäristön tuhoutumisesta. Ongelmana ovat ekologiset seurausvaikutukset uudessa ympäristössä.

Sukusolujen säilömisestä, lähinnä maidin pakastamisen käyttöarvo on suurin viljelyn täydentäjänä. Perustajapopulaation efektiivistä kokoa voidaan kasvattaa puskuroimalla vaihtelua emopyynnin saalismäärissä ja kutuajoissa.

5. Viljelyn käytön edut ja rajoitukset

5.1 Edut

Viljelyn käytön edut liittyvät tuotannon ja istutusten kontrolloitavuuteen:

- * Viljely voidaan mitoittaa luonnonvaraista tuotantoa suuremmaksi ja siten mm. vähentää geneettisen aineksen katoamisriskiä.
- * Istutusten järjestelyllä (kalojen koko, istutuspaikat- ja määrät yms.) voidaan tehokkaasti vaikuttaa luonnonvaraisen olemassaolon heikkoihin lenkkeihin.
- * Viljelyssä kalat ovat suojassa luonnonkantaa uhkaavilta katastrofeilta. Turvallisuutta voidaan lisätä hajauttamalla viljelyä.

5.2 Haitat

Viljelyn käytön haitat liittyvät yhtäältä kapasiteettiin ja kustannuksiin, toisaalta viljelyn vaikutuksiin itse kalakantaan.

Haittaryhmistä tärkeimmät ovat seuraavat:

- * Kapasiteetikysymys. Yksittäisen kannan viljely sitoo runsaasti laitospotentiaalia, kun pyritään pysyvään ja tasaiseen mädintuotantoon (kuva 1).
- * Kustannuskysymys. Mädin hankinta on erittäin kallista eikä suurillakaan panostuksilla välttämättä takaa riittävää mätisaantoa. Toinen erityiskustannus on säilytysviljelyssä väistämätön ylituotanto. Vaikka säilytyksen mätitarve olisi pieni, emoviljelyn mitoituksen määräävät geneettiset lukumäärätarpeet ja käytännöllinen allaskoko. Toteutuva mädintuotanto voi olla tarpeeseen nähden monikymmenkertainen.
- * Epävamuustekijät. Emopyynnin vaikeuden vuoksi viljelyn pariin ei välttämättä saada edustavaa otosta uhanalaisesta kannasta. Hallinnolliset varotoimet mm. tautiasioissa voivat estää viljelykannan käytön. Totaalisten viljelyvahinkojenkaan riski ei ole poissuljettu.

6. Yhteenveto

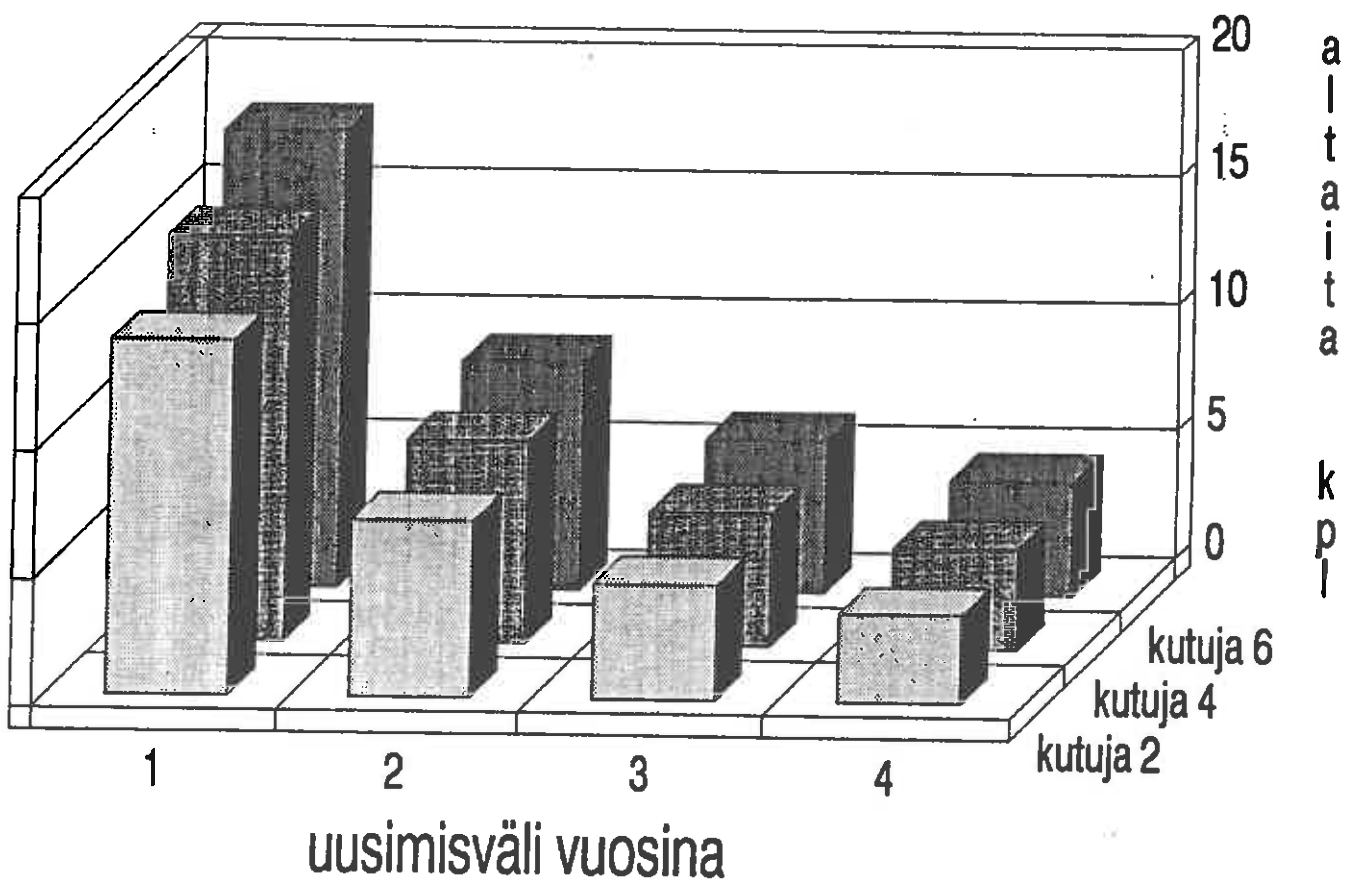
Oikein sovellettuna kalanviljely on mahdollinen menetelmä uhanalaisen kannan säilyttämisessä lähes kaikissa niissä tapauksissa, joissa muita menetelmiä ei voida käyttää. Tosiasiallista käyttöarvoa rajoittavat kuitenkin monet tekijät.

Viljelyyn otettavissa oleva kantamäärä on rajallinen, joten kannat on pakko asettaa viljelytarpeen suhteen tärkeysjärjestykseen. Tätä varten tulisi populaation kantaluonteen ja uhanalaisuuden määrittelyyn olla käytettävissä nykyistä huutokauppatekniikka huomattavasti selkeämmät ja yksiselitteisemmät perusteet.

Kantamäärän lisäämisen vaikutukset itse viljelytoimintaan tulee myös arvioida. Pääosa poikasviljelystä on kalavarojen lisäämistä eikä kantasäilytystä. Kantamäärän kasvaminen lisää viljelyn mitotus- ja markkinointiongelmia sekä istutuslupavaikeuksia ja johtaa epärationaalisempiin tuotanto- ja istutuskäytäntöihin. Kaikki tämä lisää kustannuksia.

KALAKANNAN EMOVILJELY

allastarve eri viljelykierroilla



Kuva 1. Yksittäisen kalakannan emoviljelyn allastarve uusimisvälin ja tuottavan iän (kutukerrat) funktiona, kun sukukypsyyssikä on 5 vuotta ja ikäluokassa 2 rinnakkaisryhmää toiseen kutuun saakka.

MITEN EMOKALASTOJEN HOIDOLLA VOIDAAN VAIKUTTA MÄDIN LAATUUN JA MÄÄRÄÄN?

PÄIVI ESKELINEN¹⁾ JA PENTTI PASANEN²⁾

¹⁾ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos

²⁾ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos

Lohikalojen sukutuotteitten muodostuminen ja kasvu kestää noin vuoden ajan ennen kutua. Ulkoiset ympäristötekijät laukaisevat kalan kudun, mutta sulusolujen muodostuminen ja kypsyminen on monimutkainen hormonaalisesti säädelty prosessi, jossa kaikkien vaiheitten on onnistuttava, jotta päästäisiin haluttuun lopputulokseen; hyvälaatuisen mädin ja maidin tuottamiseen.

Emokalastojen hoito tulee näinollen kalanviljelylaitoksessa järjestää kalojen ympäristöön vaikuttavien tekijöiden, kuten vesityksen, allastyypin, lämpötilan, valaistuksen sekä tautientorjunnan suhteen niin optimaaliseksi kuin mahdollista. Hyvät olosuhteet ovat eri lajeilla erilaiset ja ne voidaan myös järjestää monella tavalla laitostyyppistä riippuen. Emokalosten viljely-ympäristön vaatimukset, kuten esimerkiksi hapentarve, eivät oleellisesti eroa muitten ikävaiheitten vaatimuksista. Kalojen viihtyminen, kutuajan käyttäytymisestä johtuvat seikat ja mädintuotannon käytännön järjestelyt luovat emoviljelyyn muusta kalanviljelystä poikkeavia vaatimuksia. Yksittäisten viljelyolosuhdevalintojen vaikutuksia mädintuotantoon tai mädin laatuun tunnetaan huonosti. Emokalaviljelyn normit ovat syntyneet käytännön kokemusten kautta. Emokalosten hoidossa ravitsemuksen sekä kalojen käsittelyn merkitys on korostuneempi kuin muussa viljelyssä, koska lisääntyminen on lohikaloille erittäin suuri rasitus. Kustannusten hallitsemiseksi emokalastojen tulee säilyä lisääntymiskykyisinä useita vuosia. Emokalosten ravitsemus sekä lypsy- ja hedelmöitysmetodit ovat emoviljelyssä ne osa-alueet, joilla tulokseen voidaan käytettävissä olevan tiedon perusteella vaikuttaa.

Emokaloille annettavan ravinnon määrän on todettu säätelevän tuotetun mädin määrää ja mädin kokoa. Kirjolohella tehdyissä kokeissa 0,7 % ruokintasuhteella ruokitut emokalast kasvoivat paremmin, kutivat aiemmin ja niiden absoluuttinen fekunditeetti sekä mädin koko olivat suurempia kuin 0,35 % ruokintasuhteella kasvatetut kalat (Springate ym. 1985). Suhteellinen fekunditeetti oli isommalla ruokintasuhteella pienempi. Emokalosten ruokintataso vaikuttaa mädintuotantoon pääasiassa säätelemällä kalojen kokoa varsinkin ensimmäisessä kudussa. Suuret kalat tuottavat tietenkin enemmän ja usein kooltaan suurempaa mätää kuin pienet. Lohiemojen aktiivisimman ravinnonoton kausi on kevättalvella kun testosteronin määrä veressä lisääntyy (Braekkan 1984). Tänä aikana niiden on saavutettava riittävän hyvä kunto selvittääkseen mädintuotannosta ja kutuajan rasituksesta. Talviajan ruokinta on siten emoviljelyssä erittäin tärkeää. Tuore- ja pehmeäraehujen on käytännössä havaittu olevan talviaikana kuivarehuja maittavampia lohi- ja taimenemolle.

Emokalojen proteiinitarpeesta on ristiriitaisia havaintoja. KirjoloHELLA rehun korkeat proteiinipitoisuudet johtivat 45-50 % suurempaan fekunditeettiin ja mädin kokoon (Hardy 1983), mutta useissa sekä pitkä- että lyhytaikaisissa kasvatuskokeissa on todettu, että ravinnon proteiinitaso isoenergisissä rehuissa ei vaikuttanut lisääntymistulokseen eikä mädin määrään tai emokalojen kuntoon (Takeuchi ym. 1981 ja Watanabe 1985). Norjalaisen suosituksen mukaan lohioemojen rehussa pitäisi 50 % muuntokelpoisesta energiasta tulla proteiineista, kun rehussa on muuntokelpoista energiaa 12-15 MJ/kg (Andorsdottir ja Åsgård 1987). Emokalojen proteiinitarvetta on tutkittu lähinnä energian saannin kannalta, mädin kehityksen aminohappovaatimuksista ei tiedetä juuri mitään.

Vaikka kalat käyttävät rehun rasvaa lähinnä energialähteenä, on rehun välttämättömien rasvahappojen määrällä oleellinen merkitys mädin kehitykselle. Rasvan määrä emorehuissa vaikuttaa tietenkin myös kalojen kasvuun ja sitä kautta tuotetun mädin määrään.

Kaloille välttämättömiä rasvahappoja on ainakin neljä: linolihappo, linoleenihappo, eikosapentaeenihappo ja dokosaheksaenihappo (Kanazava 1985). Näistä linoli- ja linoleenihapon lisäyksen emokalojen rehuun on havaittu lisäävän mädin elinkykyä ja kuoriutuvien poikasten määrää (Watanabe 1985). Välttämättömien rasvahappojen tarve emokalojen ravinnossa voidaan yleensä helposti tyydyttää käyttämällä kalaöljyjä rehun rasvoina. Fosfolipidit ovat ilmeisen tärkeitä kuoriutuvien poikasten kehityksessä. Fosfolipidejä voidaan emokalojen ravintoon saada esimerkiksi lesitiiniä lisäämällä.

Vitamiineista C-vitamiini on mädin kehityksessä tärkein, koska sen puute aiheuttaa häiriöitä kollageenisynteesissä. Mädin C-vitamiinipitoisuuden ja kuolleisuuden välillä on havaittu selvä riippuvuus ja runsaasti C-vitamiinia saaneiden emojen kunto lypsyn jälkeen oli parempi (Sandnes ym. 1984). Mädin C-vitamiinipitoisuus on suoraan riippuvainen emojen ravinnon C-vitamiinipitoisuudesta. Koska C-vitamiini tuhoutuu rehuista herkästi prosessoinnin ja varastoinnin aikana, on emorehujen C-vitamiinipitoisuudeksi suositeltu ruokintahetkellä 100-300 mg/kg ja valmistettaessa jopa 800-1 000 mg/kg (Halver 1985, Andorsdottir ja Åsgård 1987). Näin korkeita pitoisuuksia emojen kuivarehuissa on mitattu harvoin.

B-ryhmän vitamiineista tulisi emojen ravinnon sisältää riittävästi ainakin pantoteenihappoa ja pyridoksiinia.

Emokalojen ravinnon A- ja E-vitamiinien pitoisuuden on todettu vaikuttavan mädin ja kuoriutuneitten poikasten vitamiinitasoihin (Watanabe 1985). Rehun E-vitamiinilla on tärkeä merkitys rasvojen härskiintymistä estävänä antioksidanttina sekä rehussa että kalakudoksissa. Sillä on myös mädin ja poikasten elinkykyä lisäävä vaikutus. Lyhytaikaisesti rasvaliukoisten vitamiinien puutokset eivät tule esiin, koska rehujen raaka-aineissa rasvaliukoisia aineita on yleensä paljon ja kalan kudoksiin on varastoituneena rasvaliukoisia vitamiineja. Suositeltava emokalojen rehun A-vitamiinipitoisuus on 2 000-4 000 IU/kg ja E-vitamiinipitoisuus 40-150 mg/kg (Halver 1985, Andorsdottir ja Åsgård 1987).

Mädin eloonjäämisen kannalta tärkeitä hivenaineita ovat mangaani, sinkki, rauta ja seleeni. Ilman kivennäislisiä valmistetuilla kuivarehuilla ruokittujen kirjolohien mäti kuoli ennen kuoriutumista. Lyhytaikainen hivenainelisa ennen kutua ei lisännyt mädin elinkykyä, koska ovariookudokseen siirtyi vain pieni osa emolohen mineraalivarastoista (Hardy 1983).

Hyväkuntoiset emokalot selviävät lypsyrasituksesta huonokuntoisia paremmin. Emokalojen kuolleisuutta lypsyn yhteydessä aiheuttaa kalojen heikkokuntoisuuden lisäksi väärät lypsymenetelmät, pakkas- ja siirtovauriot sekä taudit. Lypsytapa ja varsinkin sen ajoittuminen suhteessa mädin kypsymiseen vaikuttaa oleellisesti mädin elinkykyyn. Kirjolohen mädin eloonjäämisen on todettu olevan parhaimmillaan 4-6 päivän kuluttua ovulaatiosta ja säilyvän n. 10 päivää ovulaation jälkeen. Lohella vastaava aika on 14-18 päivää (Springate ym. 1984), meidän oloissamme ehkä hieman lyhyempi. Liian aikaisin lypsetty mäti ei menesty, ja havaintojemme mukaan mikäli lohien lypsetään useampana päivänä, minkään erän mädin elinkyky ei ole tyydyttävä. Mädin lypsyajankohdan suhteessa ovulaatioon on arveltu vaikuttavan mädin viljelylliseen laatuun jopa enemmän kuin monen mädin kemiallisen ominaisuuden (Craig ja Harvey 1984). Emokalojen viljelyn kehittämisessä näiden eri tekijöiden vaikutukset lopputulokseen tulisi voida erotella.

Kirjallisuus

Andorsdottir, G. & Åsgård, T. 1987. Foring av stamfisk. Norsk Fiskeoppdrett 5/1987, p. 21-23.

Braekkan, O.R. 1984. Ernaeringens betydning for reproduksjon hos laksefisk. Symposium om fiskeoppdrett. NJF-utredning/rapport nr. 14, p. 3-13.

Craig, J.C.A. & Harvey, S.M. 1984. Egg quality in rainbow trout: the relation between egg viability, selected aspects of egg composition, and time of stripping. Aquaculture 40, p. 115-134.

Halver, J.E. 1985. Recent advances in vitamin nutrition and metabolism in fish. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie & J.G. Bell (eds.) Nutrition and feeding in fish. London, Orlando, Academic Press. p. 415-429.

Hardy, R.W. 1983. Salmonid broodstock nutrition. In: R.N. Iwamoto & S. Sower (eds.) Salmonid reproduction, An international symposium Bellevue, Washinton 31.10.-2.11.1983. p. 98-108.

Kanazava, A. 1985. Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie & J.G. Bell (eds.) Nutrition and feeding in fish. London, Orlando, Academic Press. p. 281-298.

Sandnes, K., Ulgenes, Y., Braekkan, O.R. & Utne, F. 1984. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed on reproduction of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture 43, p. 167-177.

Springate, J.R.C., Bromage, N.R., Elliot, J.A.K. & Hudson, D.L. 1984. The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 43, p. 313-322.

Springate, J.R.C., Bromage, N.R. & Cumaranatunga, P.R.T. 1985. The effects of different ration on fecundity and egg quality in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In: C.B. Cowey, A.M. Mackie & J.G. Bell (eds) *Nutrition and feeding in fish*. London, Orlando, Academic Press. p. 371-393.

Takeuchi, T., Watanabe, T., Ogino, C., Saito, M., Nishimura, K. & Nose, T. 1981. A long-term feeding with rainbow trout by a low protein diet with high energy value. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 47, p. 637-643.

Watanabe, T. 1985. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie & J.G. Bell (eds.) *Nutrition and feeding in fish*. London, Orlando, Academic Press. p. 395-414.

PAKASTETUN MAIDIN KÄYTTÖ UHANALAISTEN KALALAJIEN VILJELYSSÄ

JORMA PIIRONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos

Johdanto

Kalakantojen hoitoon ja kalanviljelyyn liittyviin geneettisiin näkökohtiin on alettu kiinnittää yhä kasvavaa huomiota. Yhtenä keskeisenä tekijänä tähän voidaan pitää elektroforeettisten tutkimusmenetelmien käytön nopeaa laajenemista viimeisten 10-15 vuoden aikana (katso Allendorf ym. 1987). Niillä on pystytty hankkimaan uutta tietoa kalapopulaatioiden geneettisestä rakenteesta, muuntelusta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Elektroforeesitutkimukset ovat paljastaneet mm. kalanviljelyn ja valikoivan kalastuksen aiheuttamia geneettisiä muutoksia, jotka on havaittu esim. populaation heterotsygotian alenemisena, geenifrekvenssien muutoksina, tai joidenkin geenien häviämisenä (esim. Koljonen 1984, Allendorf ja Ryman 1987).

Tutkimustulosten lisääntyminen on antanut lisäpontta kalakantojen geneettisen monimuotoisuuden vaalimiselle. Lajien ja eriytyneiden kantojen suojelussa ja hoidossa on viljelyn tavoitteeksi asetettu mahdollisimman laajan geneettisen muuntelun säilyttäminen (esim. Kallio 1986, Koljonen 1986). Siihen tähtääviä toimintamalleja onkin olemassa (esim. Meffe 1986, 1987, Allendorf ja Ryman 1987), vaikka monia keskeisiä kalanviljelyyn ja istutuksiin liittyviä geneettisiä seikkoja ei vielä tunneta riittävästi.

Uhanalaisten kalalajien (-kantojen) viljelyssä joudutaan väistämättä tekemisiin pieniä populaatioita koskevien geneettisten erityisongelmien kanssa. Niistä oleellisimmat ovat perustajaysilöiden lukumäärä ja geneettinen edustavuus (mm. Allendorf ja Ryman 1987, Nelson ja Söule 1987). Käytettävissä olevien perustajaysilöiden lukumäärää voidaan lisätä mm. sukusoluja pakastamalla. Mätiä ei pystytä vielä pakastamaan, mutta useiden kalalajien siittiöt säilyvät hedelmöityskykyisinä syväjäädetytynä (mm. Stoss 1983).

Pakastetun maidin käyttömahdollisuudet

Pakastetulla maidilla on monia käyttöalueita uhanalaisten lajien viljelyssä. Emokalastojen perustamiseen pakastettu maiti tarjoaa konkreettisen keinon efektiivisen populaationkoon kasvattamiseen. Tällöin voidaan päästä geneettisesti edustavaan yksilömäärään (vähintään 25 emokalaparia) nopeammin kuin muuten on mahdollista.

Käytännön kokemukset lähes kaikkien viljeltävien lajien kutupyynnistä ovat osoittaneet, että suositeltavaan kutuparien minimimäärään ei päästä yhden tai edes muutaman vuoden aikana. Kutupyyntiin yhdistettyä maidin pakastusta voidaankin pitää perusteltuna ja tarpeellisenä varsinkin, kun lisäksi huomioidaan kutupyynnin työläys, kalleus ja todelliset mahdollisuudet

eri lajien ja kantojen emokalapyyntiin. Samalla voidaan myös varmistaa ko. lajien (tai kannan) maidin saatavuus tulevien kutupyyntien varalle.

Pakastettua maitia voidaan käyttää pienistä emokalamääristä perustettujen laitoskantojen geenipohjan laajentamiseen ja siten pienentää sisäsiitosta. Pakastamalla voidaan myös varmistaa maidin saatavuus yksilöiden sukukypsyys- ja eliniästä riippumatta, jolloin ko. maitia voidaan käyttää myös tiettyjen geneettisten ominaisuuksien tietoiseen lisäämiseen jälkeläistössä. Nämä käyttöalueet edellyttävät kuitenkin sekä yksilöllisten että populaatiotasoisien geneettisten seikkojen tutkimista ja hallintaa ennenkuin käytännön toimiin voidaan ryhtyä.

Siittiöiden pakastaminen on myös konkreettinen keino uhanalaisten tai muuten arvokkaiden kalalajien tai -kantojen geenistön pitkäaikaiseen säilyttämiseen ja suojeluun. Riittävän edustavasta (vähintään 50) yksilömäärästä kerätty maiti voi olla tärkeä osa lajin (kannan) ns. geenipankkia, jolla pyritään turvaamaan geenistön säilyvyys mahdollista myöhempää käyttötarvetta varten esim. luonnonkatastrofin varalta. Vastaava tarve geenistön 'pelastamiseksi' saattaa syntyä vakavan kalasairauden saastuttaessa arvokkaan emokalaston, joka taudin leviämisen estämiseksi joudutaan tuhoamaan.

Nestetyyppeen (-196 °C) pakastetun maidin säilyvyys on yli 200 vuotta (katso Stoss 1983), mikä on riittävän pitkä aika ns. geenipankkitarpeeseen. Näin varastoidun maidin avulla luodaan mahdollisuudet uhanalaisen lajin tai kannan geenistön käyttöön kannan tuhoutumisen jälkeekin.

Maidin pakastamisen käytännöstä

Maidin pakastaminen on teknisesti suhteellisen yksinkertaista eikä vaadi erikoisvälineitä nestetyppisäiliöitä lukuunottamatta (esim. Nyholm ja Piironen 1987). Pakastus onnistuu myös maasto-oloissa. Menetelmiin liittyy vielä epävarmuustekijöitä, vaikka monilla lajeilla on päästy suhteellisen hyviin hedelmöitystuloksiin (Stoss 1983).

Kokeissa on havaittu sekä yksilöllisiä että lajien välisiä eroja, joille ei ole löydetty selitystä. Osa tästä vaihtelusta liittyy maidin laatuun (lähinnä siittiöiden kalvojen ominaisuuksiin) ja itse pakastusmenetelmiin, mutta osa on yhteydessä mm. maidin poikkeavaan hedelmöityvyyteen pakastettua maitia käytettäessä. Menetelmällisen hienosäädön tarpeesta huolimatta päästään nykyisin tunnetuilla pakastusmenetelmillä etenkin geneettisiä tarkoituksia ajatellen riittävän hyviin tuloksiin.

Uhanalaisten lajien ja kantojen viljelyä varten tulisi sekä emokalapyyntiin että maidin pakastamiseen liittää myös esim. elektroforeettinen tutkimus ko. populaation geneettisestä rakenteesta, muuntelusta sekä mahdollisista muista erityispiirteistä, jotta niiden huomioiminen olisi mahdollista myös käytännön viljelyssä. Tällöin esim. tietyn harvinaisen ominaisuuden kantajakoiroaan maitia voitaisiin käyttää ko. tietoiseen lisäämiseen tai muuhun vastaavaan

tarkoitukseen. Sen vuoksi myös maidin pakastaminen on syytä tehdä yksilöllisesti. Toinen syy yksilölliseen pakastamiseen on se, että koiraiden väliset maidin laatueroit voivat heikentää toistensa siittiöiden hedelmöityskykyä.

Käytettäessä pakastettua maitia hedelmöityksessä tarvitaan erityisolosuhteita ja normaalia hedelmöitystä tarkempaa menettelyä (esim. Stoss 1983, Nyholm ja Piironen 1987). Kerralla hedelmöitettävä mätimäärä ei saa olla yleensä 1000 mätimunaa suurempi (mieluummin vain muutamia satoja). Hedelmöityksen varmistamiseksi tarvitaan pakastettuja siittiöitä tavallisesti 10-15 kertaa tuoreita enemmän (Stoss 1983). Myös pakastetun maidin sulatukseen ja käsittelynopeuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kaikki edellä mainitut seikat huomioonottaen on selvää, ettei pakastettu maiti voi korvata - eikä sen tarvitsekaan korvata - rutiinihedelmöitystä. Uhanalaisten lajien suojelussa ja viljelyssä ajateltavissa olevat pakastetun maidin käyttötarpeet tulevat toteutetuiksi, kun mahdollisimman monen yksilön geenimateriaalia voidaan siirtää satoihin, ei tuhansiin tai kymmeniintuhansiin jälkeläisiin.

Vaikka menetelmissä on vielä puutteita, on maidin pakastamiseen ryhdytty mm. Norjassa, missä lähes 200 luontaisen lohipopulaation geenistöä pyritään säilyttämään maitia pakastamalla (Gausen 1986). Suomessa vastaava maitipankki on olemassa mm. Pielisjoen järvilohelle, jonka maitia on pakastettu vuodesta 1983 lähtien (Piironen 1983). Viime vuosina on pakastettu myös Torniojoen ja sen eräiden sivujokien meritaimenen, Simojoen lohen, Saimaan nieriän, joidenkin järvitaimenkantojen ja esim. Pielisjoen ja Koitajoen planktonsiikojen maitia.

Käytännön hedelmöityskokeita ei meillä ole tehty kovin paljoa. Järvilohen pakastettua maitia on käytetty emokalakannan geenipohjan laajentamiseen luonnonmäiden hankinnan yhteydessä. Kokeellisessa mittakaavassa (muutamien satojen mätimunien hedelmöityserissä) hedelmöitystulokset ovat vaihdelleet muutamasta prosentista aina 70 prosenttiin. Järvitaimenilla vastaavat tulokset ovat vaihdelleet noin 5-50 %:iin. Saimaan nieriällä on tehty yksi hedelmöityskoe, missä noin 5 000 mätimunasta hedelmöityi 10 %. Planktonsiialla on kokeita tehty eniten ja sen maidin pakastukseen on olemassa menetelmä, jolla hedelmöityvyys säilyy tuoretta maitia vastaavana (Piironen 1987).

Yhteenvedona edellisestä voidaan todeta, että maidin pakastusmenetelmissä on vielä kehittämistarpeita, mutta jo nyt pakastus tarjoaa suhteellisen halvan ja luotettavan keinon geenimateriaalin pitkäaikaiseen säilytykseen ja suojeluun. Pakastetun maidin käyttö ns. geenipankkina edellyttää kuitenkin yksityiskohtaisempia geneettisiä tietoja viljeltävistä lajeista ja kannoista, jotta näin säilötyn geenistön käyttö voidaan suunnitella tarkoituksenmukaiseksi. Lyhyemmällä aikavälillä pakastettu maiti sopii kuitenkin erinomaisesti esimerkiksi uhanalaisten lajien viljelyn apuvälineeksi.

Kirjallisuus

- Allendorf, F.W., Ryman, N. & Utter, F. 1987. Genetics and fishery management: past, present and future. In: Ryman, N. & Utter, F. (eds.) Population genetics & fishery management. Seattle, Univ. of Washington Press. p. 1-19.
- Allendorf, F.W. & Ryman, N. 1987. Genetic management of hatchery stocks. In: Ryman, N. & Utter, F. (eds.) Population genetics & fishery management. Seattle, Univ. of Washington Press. p. 141-160.
- Gausen, D. 1986. The establishment of a salmon sperm bank in Norway. 9 p. (julkaisematon moniste)
- Kallio I. 1986. Emokalakantojen kehittäminen. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 51, s. 8-13.
- Koljonen M.-L. 1984. Ihmisen toiminnan vaikutus lohen perinnölliseen rakenteeseen. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 18, s. 1-39.
- Koljonen M.-L. 1986. Uhanalaisten lajien suojele valtion kalanviljelyssä. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 51, s. 14-17.
- Nelson, K. & Söule, M. 1987. Genetical conservation of exploited fishes. In: Ryman, N. & Utter, F. (eds.) Population genetics & fishery management. Seattle, Univ. of Washington Press. p. 345-368.
- Nyholm, K. & Piironen, J. 1987. Lohikalojen mädin ja maidin säilyttäminen. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 73, s. 161-169.
- Meffe, G. 1986. Conservation genetics and the management of endangered fishes. Fisheries 1 (11), p. 14-23.
- Meffe, G. 1987. Conserving fish genomes: philosophies and practices. Env. Biol. of Fishes 1 (18). p. 3-9.
- Piironen, J. 1983. Maitipankki; järvilohen pelastus? Pohjois-Karjalan Luonto, s. 15-17.
- Piironen, J. 1987. Factors affecting fertilization rate with cryopreserved sperm of whitefish (*Coregonus muksun* Pallas). Aquaculture 66, p. 347-357.
- Stoss, J. 1983. Fish gamete preservation and spermatozoan physiology. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. & Donaldson, E.M. (eds.) Fish physiology. vol. IX. Reproduction, Part B. London. Academic Press. p. 305-330.

MÄDIN KÄSITTELYN KRIITTISET VAIHEET

ERKKI VIRTANEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto; nykyinen toimipaikka Cultor Oy

Merkittävä osa haudontatappioista aiheutuu virheistä mädin käsittelyssä sen eri vaiheissa. Mädin käsittelyn merkitys korostuu toimittaessa pienillä mätimäärillä, varsinkin kenttäolosuhteissa.

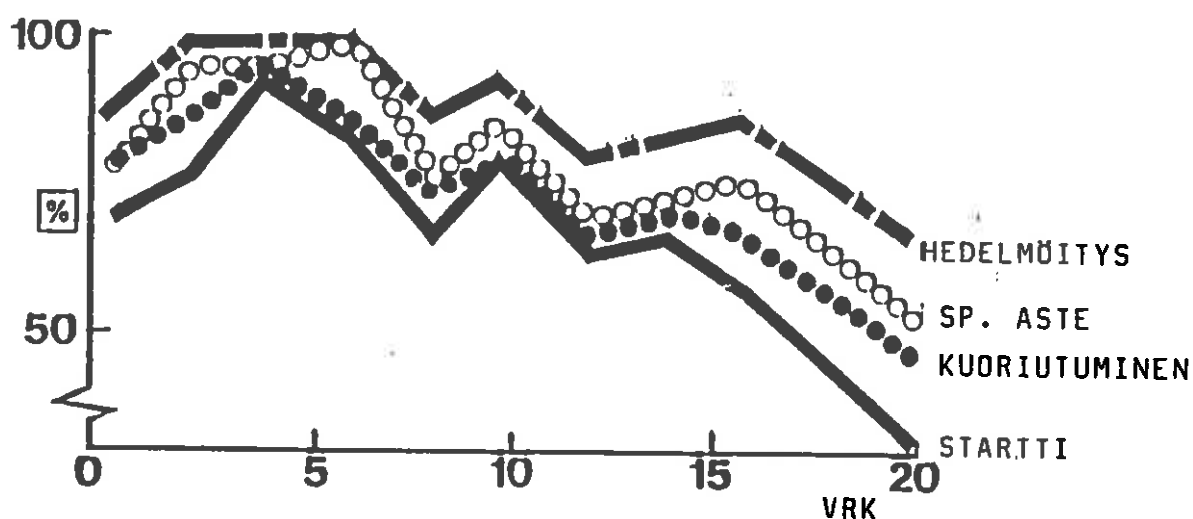
Mädin käsittelyssä ensimmäinen kriittinen vaihe on emokalojen käsittely. Perusongelmat aiheutuvat emokalapyynnissä pyynti- ja säilytysstressistä sekä yleisesti kalojen kutusyklin yksilövaihtelusta. Ensinmainittuja ongelmia käsitellään muualla. Kalojen kudun ajoitus on hormonaalisesti säädelty. Alustavissa kokeissa olemme todenneet pienessä nevalaisemo-otoksessa n. kahden viikon hajonnan hormonisyklissä ja kudun ajoittumisessa. Luonnonemoissa hajonta on todennäköisesti paljon suurempaa. Tämä merkitsee sitä, että ensimmäisten emojen ollessa lypsyvalmiita, toiset ovat vielä pitkään "kovia", ts. munasolujen irtoaminen eli ovulaatio on vielä edessäpäin. Kalojen nukutus ja kokeilu saavat aikaan etumunuaisen kortisolihormonin erityksen, joka häiritsee ovulaatiota. Myös kalan sisäinen pH laskee voimakkaasti, mikä voi heikentää mädin hedelmöitymistä. Yleisimmin käytetty nukutusaine, MS 222 laskee voimakkaasti pH:ta. Valitettavasti muiden nukutusaineiden käytöstä on vähän kokemuksia. Lopputuloksena on usein se, että herkässä vaiheessa useaan kertaan kokeillut emot eivät tuota hyvälaatuista mätää.

Emojen kokeilua ei siis pidä tehdä turhan usein. Rajoituksen kokeilujen harventamiselle aiheuttaa kuitenkin mädin "ylikypsyminen" ovulaation jälkeen. Kirjolohella mäti tulee lypsää aikaisintaan päivän-pari ja viimeistään viikon päästä ovulaatiosta, jotteivät haudontatappiot lisäänty oleellisesti (Springate ja Bromage 1984, kuva 1). Tyypillinen piirre ylikypsälle mädille on sen rasvapisaroiden yhtyminen ja läpikuultavuus. Käsittelykertojen määrä on siten käsittelyn minimoinnin, mädin ylikypsymisen - ja varsinkin kenttäoloissa - käytännön mahdollisuuksien sanelema kompromissi. Jos emot voidaan - ulkonäön ja/tai kokeilun perusteella - lajitella aikaisin ja myöhään kuteviin, voidaan käsittelyä vähentää. Varmempi konsti kutuajan ennustamiseen on hormonimääritys, mutta siihen ei ole kaikissa tapauksissa valmiuksia. Hormonipiikillä voidaan emojen kutua synkronoida, mutta tämä vaatisi menetelmien testaamista eri lajeilla oikean rutiinin löytämiseksi.

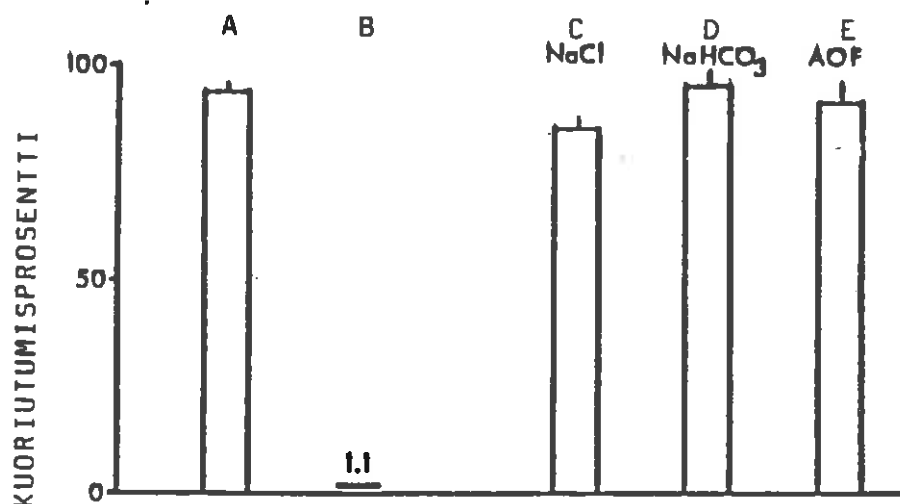
Lypsyä seuraava kriittinen vaihe on hedelmöitys, johon vaikuttaa suuresti myös lypsykäsittely: veri, rikkoutuneet munat tai muut epäpuhtaudet mädissä estävät hedelmöitymistä tehokkaasti. Yksi prosentti rikkoutuneita munia heikentää hedelmöityksasteen hopealohella yli 50 % ja kolme prosenttia estää hedelmöityksen lähes kokonaan (Wilcox ym. 1984). Vaikutus johtuu pääosin ovarionesteen kaliumpitoisuuden noususta, joka estää siittiöiden liikkumisen - solun sisällä on kaliumia monikymmenkertainen pitoisuus solun ulkoiseen nähden, jolloin solujen rikkoontuminen vähäisessäkin määrin nostaa soluvälinesteen kaliumpitoisuutta. Wilcox ym.

(1984) ovatkin laskeneet, että jo 7-8 rikkoutunutta mätimunaa yhden emon 3000 munan mätimäärässä voi oleellisesti heikentää siittiöiden liikkuvuutta. Mädin huuhtominen ennen hedelmöitystä puskuroidussa ruokasuolassa (NaCl 7.95 g/l, pH 9.00, Billard ym. 1977), keinotekoisessa ovarionesteessä (Stoss ja Donaldson 1983) tai natriumbikarbonaatissa (NaHCO_3 13.68 g/l, pH 8.35) poistaa rikkoutuneiden munien aiheuttaman ongelman tehokkaasti (kuva 2).

Hedelmöityksen onnistumisen toisena edellytyksenä on toimiva maiti. Vaikka tiedetään monien avioparien tarve käydä Turuus, kun jälkeläistä ei ala kuulua, uskovat monet kalanviljelijät maidin toiminnan olevan idioottivarmaa. Sperman liikkuvuuden tarkistus ei meillä ole valitettavasti muodostunut rutiiniksi tekniikan yksinkertaisuudesta huolimatta: pienenpieni pisara maitia objektilasille, mikroskoopin tarkennus kohteeseen ja pisara vettä spermaan. Maidin laimentamiseen ja säilytykseen on kehitetty erilaisia liuoksia, joilla yhteinen nimittäjä on korkea kaliumpitoisuus, mutta näiden käytöstä saatava hyöty on jossain määrin kiistanalainen.



Kuva 1. Mädin "ylikypsymisen" vaikutus mätitappioihin kirjolohella Springaten ja Bromagen (1984) mukaan. Pystyakselilla on kuvattu eloonjäämisprosentti eri kehitysvaiheisiin ja vaakakselilla ovulaation ja lypsyn välinen aikaero.



Kuva 2. Haudonnan onnistuminen (eloonjäämisprosentti kuoriutumiseen) eri tavoin hedelmöitetyllä hopealohen mädillä Wilcoxin ym. (1984) mukaan: A: käsittelemätön mäti, jossa ei rikkoutuneita munia, B: mäti, jossa 9 % munista rikottu ennen hedelmöitystä, C: kuten B, mutta rikkoutuneet munat huuhdeltu puskuroidulla ruokasuolaliuoksella, D: kuten B, mutta huuhdeltu natriumbikarbonaattiliuoksella, E: kuten B, mutta huuhdeltu keinotekoisella ovarionesteellä.

Hedelmöitystä seuraa mädin desinfektio ja siirto. Näissä on ajoitus tärkeä. Mädin on annettava turvota täysin ennen desinfektiota, ettei turpoamisessa munaan virtaava vesi veisi mukanaan alkiole myrkyllistä desinfektioainetta. Turpoamisnopeus vaihtelee kalalajeittain, ja se on lämpötilasta riippuvainen, joten desinfection suhteen on noudatettava kullekin lajille tehtyjä ohjeita. Desinfektio voidaan tehdä kuljetuksen jälkeenkin, mutta mädin on syytä antaa "rauhottua" siirron jälkeen pari tuntia vedessä, jotta siirron aikana tapahtuneet mahdolliset muutokset munien vesipitoisuudessa ehtivät tasapainottua. Takarajan desinfectionille ja siirrolle aiheuttaa mädin käsittelyherkkyyden lisääntyminen alkion lähtiessä kehittymään. Tarkkoja tietoja käsittelyherkkyyden muutoksista ei ole saatavissa. Kirjolohella alkio saavuttaa kaksi-nelisoluvaiheen n. 100 astetunnissa, jolloin vaara alkion vaurioitumisesta on jo ilmeinen. Käsittelyherkkyyden muutoksia tullaan kuluvana vuonna ja lähivuosina selvittämään eri viljelylajeilla.

Vaikka hedelmöitys, desinfektio ja kuljetus ovat kriittisiä vaiheita varsinkin kenttäolosuhteissa, nämä toimenpiteet siirretään kalanviljelylaitokselle hämmästyttävän harvoin. Jos käytettävissä

on pienimuotoisetkin eristystilat desinfioimattoman mädin käsittelyyn, on varteenotettava vaihtoehto hedelmöittäminen vasta määränpäässä. Sekä mäti että maiti kestävät varsin hyvin kuljetusta ja säilytystä, kunhan huolehditaan kahdesta asiasta: riittävästä hapesta ja viileydestä. Erityisesti maidin hapenkulutus on suuri, mikä edellyttää ohutta (n. 0,5 cm) maitikerrosta ja suurta hapen määrää kuljetuksessa. Mäti ja maiti on syytä pitää jäätetyssä tilassa kuljetuksen ajan.

Kirjallisuus

Springate, J. & Bromage, N. 1984. Husbandry and the ripening of eggs. *Fish Farmer* 7/3, p. 22-23.

Wilcox, K.W., Stoss, J. & Donaldson, E.M. 1984. Broken eggs as a cause of infertility of coho salmon gametes. *Aquaculture* 40, p. 77-87.

TOUTAIMENVILJELYN ALKUHANKALUUKSIA

JUSSI T. PENNANEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto

1. Lähtöasetelmat

Tämän vuosikymmenen alussa Suomessa oli jäljellä vain yksi kalastusta kestävä toutainkanta. Senkin kohtalosta oli oltu huolissaan 1960-luvulta asti, ja 1970-luvulla toutaimesta alettiin puhua uhanalaisena lajina. Meillä ei oltu tehty yhtään toutaimen keskittynyttä tutkimusta.

Toutainta oli pyydystetty kudulta, lypsetty, ja sen mätiä haudottu poikasiksi 1950-luvun lopussa Nokialla (Sopanen 1959). Poikaset päästettiin vesistöön vastakuoriutuneina. Seppo Hurme vetosi vuonna 1967 Kokemäenjoen vesistön toutaimen ottamiseksi viljelyn piiriin ja myöhemmin hän esitti, että valtion kalanviljelylaitosten pitäisi kiireesti ryhtyä pelastamaan toutainta häviämislähteenä (Hurme 1972). Harvat yritykset toutaimen viljelemiseksi 1970-luvulla tyrehtyivät alkuunsa lähinnä mädin saannin ja haudonnan ongelmien vuoksi. Epäonnistumiset vähensivät kalamiesten intoa emokalajien pyyntiin.

Toutaimen viljelystä kiinnostuttiin uudelleen RKTL:n kalantutkimusosastossa talvella 1983-1984. Samaan aikaan toutaimen kasvattamisesta innostui myös Juhani Jokela, joka halusi järjestää oman emokalapyyntinsä ja yrittää haudontaa. Tietoa särkikalajien viljelymenetelmistä ryhdyttiin hakemaan ulkomaisesta kirjallisuudesta, sillä kotimaiset kokemukset särkikalajien viljelystä olivat vähäiset.

RKTL:n toutainhankkeen käynnistyessä keväällä 1984 viljelykokeilun motiiviksi esitettiin ennen kaikkea alkuperäisen kannan vahvistaminen poikasistutuksilla. Vuoden 1985 tutkimussuunnitelmassa ilmaistiin myös halu ryhtyä kotiutusistutuksiin mm. uuden luontaisesti lisääntyvän toutainkannan luomiseksi. Toutainhanke pääsi alkuun Maailman Luonnon Säätiön (WWF) Suomen Rahaston myöntämän apurahan turvin. Toimintavarat olivat aluksi melko vähäiset. RKTL:n Porlan kalanviljelylaitos otti hoitaakseen emojen hankinnan Kulo- ja Rautaveden alueelta. Tämän järviolueen toutaimet päätettiin aluksi pitää viljely- ja istutus-toiminnassa erillään Kokemäenjoen ja Loimijoen alueen toutaimista joki- ja järviolueen toutainten mahdollisten perinnöllisten eroavuuksien toteamiseksi.

2. Alkuperäisen kannan pienuus

Emokalapyynnin alkaessa ei kutevien toutainten määrästä ollut tietoa. Kulo- ja Rautaveden toutainsaaliin tosin tiedettiin olevan vain noin 150 kg vuodessa (Mankki 1985). Emopyynnissä ei pyritty tavoittamaan kaikkia kudulle tulevia toutaimia, koska aluksi viljelyn onnistumisesta ei ollut takeita ja luonnonkudun turvaaminen koettiin tärkeäksi.

Vuosina 1984 ja 1985 saadut emokalat jätettiin Porlan kvl:n lammikoihin. Seuraavina keväinä niistä ei kuitenkaan ollut hyötyä viljelyssä. Niinpä kevästä 1986 alkaen lypsetyt emot on pyritty palauttamaan vesistöön merkittyinä. Saalistietojen ja merkityistä emoista saatujen palautusten perusteella yli 1,5 kg painoisten aikuisten toutainten määrä Kulo- ja Rautavedessä on kevästä 1986 kevääseen 1988 ollut 170-200 yksilöä. Emopyynnissä on niistä saatu huomattava osa, v. 1987 noin 16 % (26 yksilöä), v. 1988 noin 7 % (14 yksilöä).

3. Viljelymenetelmät

3.1 Emokalojen pyynti ja hormonikäsittely

Aluksi ei tiedetty tarkkaan edes toutaimen kutulämpötilaa eikä kutuvalmiuden päättelyä kalojen ulkoisista piirteistä. Tiedettiin vain, ettei emoja riittänyt hukattaviksi. Verkkopyynti, joka oli ainoa varma tapa saada emokaloja, oli siis tehtävä siten, että kaloille aiheutui mahdollisimman vähän vammoja. Kuteneiden yksilöiden pyyntiä oli vältettävä, ja myös kalojen vähäisen määrän vuoksi pyynti piti aloittaa ennen kutua.

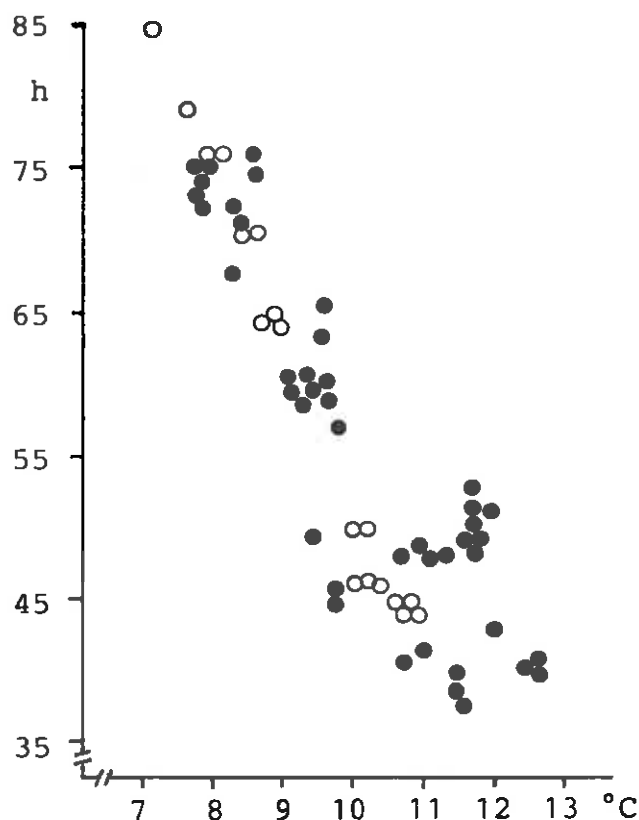
Pian ilmeni, että vaikka naarastoutaimet pyydystettiin vain jokunen päivä ennen kutua, niiden mädin lopullinen kypsyminen estyi sumputuksessa hyvin usein, eikä mätiä voitu lypsää (Kaukoranta ym. 1985). Ratkaisua ongelmaan etsittiin neuvostoliittolaisen esimerkin (Babaev 1976) mukaan hormoni-indusoinnista käyttäen hyväksi kalojen hypofyyseja. Kotimaisessa kalanviljelyssä tästä ei ollut sovellutuksia.

Tähänastisten kokemusten mukaan lahnan hypofyysiuutteen avulla lähes kutuvalmiin naarastoutaimen mädin lopullinen kypsyminen ja ovulaatio onnistuu lähes poikkeuksetta (Kaukoranta ja Pennanen 1990). Tarvittavat aivolisäkkeet on preparoitu kevättälvellä pyydytyistä kookkaista lahnoista. Hypofyysikäsittely on tehtävä viipymättä, noin 1-2 vrk sisällä pyyntihetkestä. Siihen ei kuitenkaan kannata ryhtyä, jos veden lämpötila on laskussa. Emoja on säilytettävä 7-10 °C lämpötilassa, mieluiten virtaavassa vedessä esim. kutupaikan tuntumassa, ja niiden turhaa käsittelyä on vältettävä.

Käytetty annostus on ollut 3 mg kuivattua hypofyysia/kg naaraiden elopainon mukaan. Koko annos voidaan antaa kerralla tai jaettuna kahteen osaan, jolloin pistosten väliä on vuorokausi ja ensimmäinen osa on 10-30 % kokonaisannoksesta. Käsittelyhetkellä tarvittava hypofyysimäärä jauhetaan ja uutetaan fysiologisessa suolaliuoksessa. Uute annetaan injektioruiskulla huumatun kalan selkälihakseen; ruiskeen tilavuus on noin 1 ml.

Hormonikäsittelyn avulla mädin lypsyaikankohta voidaan ennustaa melko tarkkaan, sillä siitä ovulaatioon kuluva aika on sidoksissa veden lämpötilaan (kuva 1). Jos käsittely on jaettu kahteen osaan, lasketaan tarvittava aika toisesta pistoksesta. Lypsyn ajoittaminen on tärkeä mädin hedelmöitymisasteeseen vaikuttava tekijä. Toistaiseksi ei ole tietoa, kuinka kauan

ovuloituneet mätimunat säilyttävät hedelmöittymiskykynsä. On mahdollista, että kudun säätelyssä toimii vuorokautinen rytmi, johon aivolisäkekäsittely pitäisi sovittaa.



Kuva 1. Laukaisevasta hormoniannoksesta ovulaatioon tarvittava aika suhteessa naarastoutainten säilytyslämpötilaan. o Kokemäenjoen vesistön toutain, ● Aralin toutain (Babaev 1976).

Hormoni-indusointi on tarpeen erityisesti kylminä keväinä, jolloin kutu pitkittyy. Vesien lämmitessä nopeasti, kuten keväällä 1986 ja 1988, saattaa vähän ennen kutua saatujen naaraiden mäti ovuloitua sumputuksessa ilman indusointiakin, ja osa naaraista on "vuotavia" jo saadessa. Vuotuisista sää- ja virtaamavaihteluista johtuen ollaan emokalojen kanssa joka kevät hieman erilaisessa tilanteessa. Ovulaation varmistamiseksi aivolisäkekäsittely kannattaa tehdä kaikille ennen kutua pyydystetyille naarastoutaimille (Kaukoranta ja Pennanen 1990).

Toistaiseksi mikään ei viittaa siihen, että hypofyysaatio vaikuttaisi kielteisesti mädin hedelmöittymiskykyyn tai poikasten eloonjääntiin. Porlan kv:n tuottamista vastakuoriutuneista toutaimenpoikasista olivat v. 1985 ja 1988 kaikki ja v. 1987 lähes kaikki peräisin lahnan aivolisäkeuutteella käsiteltyjen naaraiden mädistä. Viiden vuoden aikana Porlan käytettävissä on ollut yli 60 emokalaa (taulukko 1).

Taulukko 1. Porlan kv:n käytettävissä olleiden emotoutainten ja lypsettyjen yksilöiden määrä vuosina 1984-1988.

	Kutemattomat, elävinä saadut	Lypsetyt	
		naaraat	koiraat
1984	6	2	4
1985	11	4*	2
1986	20	4	9
1987	21	6	6
1988	9	2	3

* kolmea naarasta, joiden mäti oli "ylikypsää", ei ole luettu mukaan.

3.2 Hedelmöitetyn mädin käsittely ja haudonta

Särkikalojen "kontrolloidusta lisäämisestä" oli hyvin vähän kotimaista kokemusta toutainhankkeen käynnistyessä. Säyneen takertuvan mädin haudontaa oli kokeiltu suppiloissa (Laakso 1938), ja jonkin verran mädin takertuvuuden poistomenetelmiä oli sovellettu säyneenpoikasten tuotantoon (Partanen 1982).

Toutaimenkin mäti on erittäin takertuvaa ja paisuu hedelmöityksen jälkeen tilavuudeltaan moninkertaiseksi. Takertuvuus oli aluksi pääongelma suppilohaudonnassa, joka erilaisten kokeiluiden jälkeen osoittautui tuotannon kannalta parhaaksi haudontamenetelmäksi. Mädin on oltava haudonnan alussa jokseenkin aloillaan, mutta noin vuorokauden kuluttua (gastrulaation jälkeen) se on saatava kiertoliikkeeseen. Toutaimella on saatu tyydyttäviä tuloksia maitoveden (1:4-1:5) käytöstä mädin takertuvuuden poistoon suppilohaudontaa varten (menetelmästä ks. Kaukoranta ja Pennanen 1990). Karpin mädin hämmennykseen ennen suppiloon vientiä sopivat hyvin talkki tai maitojauhe (Soin 1978). Maitojauhetta on käytetty myös toutaimen mädin käsittelyyn (Vostradovský ja Váša 1981). Koejärjestelyjä eri menetelmien vertailemiseksi samalla mätierällä ei ole saatu toteutetuiksi. Viljelyn lähtömateriaali on kaikkiaan ollut toistaiseksi melko pieni (taulukko 2). Mädistä on kuoriutunut keskimäärin 15 %, kun mukaan on luettu myös huonosti hedelmöittyneet tai muuten tuhoutuneet mätierät.

Hyvä hedelmöitymisaste on ratkaiseva haudonnan onnistumisen kannalta. Valitettavasti haudonnassa on usein jouduttu yhdistämään eri naaraiden mädit ja näin menetetty mahdollisuuksia saada tietoa hedelmöitymiseen vaikuttavista seikoista. Jos mätiä joudutaan kuljettamaan viljelylaitokseen, se voidaan tehdä ennen hedelmöittämistä, kuivana (Jifi Vostradovský, suullinen tiedonanto). Juhani Jokelan hautomolla veden lämpötilan vaihtelut ovat aiheuttaneet tappioita haudonnan alku- ja loppuvaiheissa. Porlan kv:n hautomossa toutaimen alkioiden kehitys on turvattu ja kuoriutumista nopeutettu lämpimän (14-18 °C)

veden käytöllä. Karpin mädin tapaan mäti voidaan kuoriuttaa vähässä vedessä, vaikkapa pesuvadissa.

Taulukko 2. Porlan kv:ssa haudotun toutaimenmädin ja kuoriutuneiden poikasten määrä vuosina 1984-1988.

	Haudottu mäti		Kuoriutuneet poikaset
	dl	tuhansia kpl	tuhansia kpl
1984	6	260	1
1985	25	1 000	250
1986	16	640	15
1987	27	1 080	120
1988	11	440	135

3.3 Lammikkokasvatus

Poikaset voidaan siirtää lammikkoon, kun ne ovat täyttäneet uimarakkonsa. Istustiheys voi olla esim. 1,5-3,0 poikasta/m². Uimaanlähteneiden poikasten lukumäärän arviointi oli aluksi ongelmallista. Poikasmäärästä saadaan kuitenkin hyvä arvio jo hieman ennen kuoriutumista mittaamalla jäljellä olevan elävän mädin (alkioiden) tilavuus, ja laskemalla pienten otosten perusteella odotettavissa oleva poikasmäärä. Kasvatus kesänvanhoiksi luonnonravinnolla onnistuu hyvin. Tuotannossa (kg/ha) päästään vähintään samoihin lukuihin kuin kuhalla. Loppukesällä toutaimet käyttävät ravinnokseen enimmäkseen hyönteisiä.

Ongelmia on lähinnä toutainten kiinniotossa, jos lampi ei tyhjene täysin. Toutaimet tulevat lammikosta tiiviinä parvina vasta viimeisten vesien mukana.

4. Tuotanto- ja istutuspolitiikka

Vuonna 1988 oltiin sikäli uudessa tilanteessa, että toutain oli huomioitu valtion kalanviljelyn tuotannon tavoitteita kartoittaneen työryhmän esityksessä (Valtion kalanviljelyn...1988). Valtion omaksi tuotantotarpeeksi arvioitiin 50 000 kesänvanhaa toutainta vuodessa. Tehtiin toutaimen viljelysuunnitelma, ja toutain sai osansa Porlan kv:n käyttövaroista. Yhdessä WWF:n avustuksen kanssa varat riittivät viljelyrutiinin pyörittämiseen.

maati
-üte
kts.
s. 65

RKTL:sta annetun asetuksen (764/88) mukaan kalanviljelyosaston tehtävänä on mm. arvokalalajien säilyttäminen ja lisääminen, ja KVO:n toiminnassa tulee erityisesti kiinnittää huomiota uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttämiseen. Onko toutaintakin nyt ruvettu pitämään arvokalana? Onko valtiolla velvollisuus viljellä toutainta senkin jälkeen, jos lajin tulevaisuutta varjostavia vesistöjärjestelyjä ei toteuteta?

Toutaimen istukastarpeen määrittämiseen ei toistaiseksi ole kunnan perusteita. Hiidenveteen v. 1985 viedyt 15 000 kesänvanhaa toutainta alkoivat antaa saalista syksyllä 1988, mutta oliko Kuloveteen ja Rautaveteen samana vuonna viedyllä 21 500 poikasella vastaava vaikutus?

Hämeen ja Turun kalastuspiirien aloitteesta kokoontuneessa työryhmässä on päästy jonkinlaiseen sopuun toutaimen eri istutuskohteiden tärkeysjärjestyksestä (Pennanen ja Kaukoranta 1986). RKTL on tutkimustarkoituksessa tehnyt kotiutusistutuksia kolmeen vesistöön vuosina 1985-1987, ja viime vuonna jatkettiin näitä jo aloitettuja kotiutusistutuksia. Kotiutuksia voidaan mielestäni perustella sekä lajin säilyttämisellä että viljelyn edistämällä. Lisäksi, kun tutkimusvarat ovat edelleen vähäiset, voidaan uusista toutainvesistä saatavien havaintojen avulla helpoimmin tehdä joitain päätelmiä istutusten tuloksista.

Kokemäenjoen vesistön toutaimia on toutaintyöryhmän suosituksen mukaisesti viime keväästä lähtien käsitelty viljelyssä yhtenä kantana. Jarmo Koskiniemen (julkaisematon) tekemässä entsyymigeneettisessä tutkimuksessa joki- ja järvialueen emojen jälkeläisistä ei löytynyt eroja - eikä muuntelua. Luonnon emokalojen käyttö viljelyssä taannee mahdollisen perinnöllisen muuntelun säilymisen ja antanee myös kotiutuksiin paremman pohjan kuin pieni laitosemokalasto.

Nähdäkseni valtion kalanviljelyn pitäisi ottaa vastuulleen työläs toutaimen emokalapyynti ja vastakuoriutuneiden poikasten tuottaminen. Luonnonmädin hankinta on tällä hetkellä ainoa tiedossa oleva tapa tuottaa poikasia. Poikasten kasvattamisesta kaupallisessa mielessä kiinnostuneita on useita, ja markkinoita on ilmaantunut sitä mukaa kuin istukkaita on ollut tarjolla. Viidessä vuodessa istutuksiin on tuotettu 394 000 kesänvanhaa toutainta. Niistä 241 000 on mennyt Kokemäenjoen vesistöön. Istutustulosten selvittelyyn on mielestäni aihetta, sillä toutainta on käytetty mm. velvoiteistutuksiin.

Kirjallisuus

Babaev, N.S. 1976. *Metodičeskie ukazanija po iskusstvennomu razvedeniju aral'skogo žereha*. Leningrad, GosNIORH. 15 s.

Hurme, S. 1972. Toutaimen pelastaminen. Vammala. Tyrvään Sanomat 93/1972. (2.12.1972, eripainos 3 s.).

Kaukoranta, M. & Pennanen, J.T. 1990. Propagation and management of the asp, *Aspius aspius* (L.), in Finland. In: W.L.T. van Densen, B. Steinmetz & R.H. Hughes (eds.) *Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May - 3 June 1988*. Wageningen, PUDOC. p. 67-73.

Kaukoranta, M., Pennanen, J.T. & Ilmarinen, P. 1985. Toutaimen viljelyn ja suojelun näkymiä. *Suomen Kalastuslehti* 92(8), s. 338-341.

Laakso, U. 1938. Säynäs ja sen viljeleminen. Suomen Kalastuslehti 45, s. 138-140.

Mankki, J. 1985. Kulo- ja Rautaveden kalataloudellinen tarkkailu vuosina 1983 ja 1984. Tampere. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y. Julkaisu 164. 25 s. + liitt.

Partanen, L. 1982. Säyneen biologiaa sekä mädin hankinta, lypsy, haudonta ja poikasten jatkokasvatus Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella 1981-82. Parainen, Valtion kalatalousoppilaitos. Erikoistumistyö, 25 s.

Pennanen, J.T. & Kaukoranta, M. 1986. Toutain on tulossa. Kalamies 1986(9), s. 6-7.

Soin, S.G. 1978. Some features of the development of the carp, *Cyprinus carpio*, under hatchery conditions. J. Ichthyol. 17(5), p. 759-769.

Sopanen, O. 1959. Toutaimen tutustumassa. Erämies 1959(5), s. 92-93.

Valtion kalanviljelyn tavoiteryöryhmä. Valtion kalanviljelyn tavoiteryöryhmän muistio. MMM 1988, 14. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki.

Vostradovský, J. & Váša, J. 1981. Bolen dravý (*Aspius aspius* L.) - nový objekt umělého chovu. (Summary: Asp (*Aspius aspius* L.) as a new fish species for rearing.) Buletin VÚRH Vodaňy 17(3), s. 10-13.

8) Jussi Pennanen mukaan (7.1.1992) rüitteen ykersäkin on vaatinut lisäkäväkösi Kai Westman, JP on antanut tiedon vüitteeksi restoravalle toimittajalle, joka on erehtynyt ottamaan vüitteeksi väärin paperia.

Oikea vüite on:

|| Valtion kalanviljelyä tuostannon tavoitteet, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki 1988. Moniste, 102 s.

Monistelle ei eritellä nimilehdellä tekijöitä eikä toimittajia, mutta johdanto-osassa mainitaan kirjoittajat (8 kpl) ja toimittajat (3 kpl). (Sitä ei mainita, että käytännössä toimittaminen ja iso osa poljatyötä on yhden hlön tekemää.)
[Westman lienee muistellut paperin nimen RKT:n sijasta henkilöille - hän ymmärtää.]

TÄMÄN PÄIVÄN VALMIUDET RUOKINTAVILJELYN LAAJEMPAAN SOVELTAMISEEN POIKASTUOTANNOSSA

JUHA KOSKELA¹⁾ JA ILKKA RISSANEN²⁾

¹⁾ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos

²⁾ Suomen Lohenkasvattajain Liitto ry

1. Johdanto

Kalanviljelyn kehittymisen ja kasvamisen myötä kiinnostus eri lajien poikasviljelyyn ruokintaviljelyn avulla on viime vuosien aikana kasvanut. Tähän on vaikuttanut tarve tuottaa uusia lajeja ja kantoja istukkaiksi ja ruokakalaviljelyyn, sekä tarve kontrolloida kalojen kasvuun ja kuolleisuuteen vaikuttavia tekijöitä.

Nykyisin Suomessa harjoitettava poikasviljely voidaan viljelymenetelmien mukaan jakaa kahteen pääryhmään: ruokintaviljelyyn ja luonnonravintolammikkoviljelyyn. Ruokintaviljely on ensisijassa lohikalajien (lohi, kirjolohi, taimen, nieriä) tuotantomuoto (Kalanviljely Suomessa... 1988). Luonnonravintolammikoissa tuotetaan lähinnä siian ja kevätkutuiisten kalojen (harjus, kuha, hauki, särkikalat) 1-kesäisiä poikasia (taulukko 1). Näiden kahden päämuodon väliin jää lisäksi ns. lisäruokintaviljely, jossa luonnonravinnon lisäksi poikasille tarjotaan lisäravinnoksi kuivarehua. Viimeksi mainitun viljelymuodon merkitys on meillä vähäinen.

Taulukko 1. Ruokintaviljelyn ja luonnonravintolammikkoviljelyn avulla istutuksiin tuotetut määrät yksilöinä v. 1987 viljelymuodoittain.

Viljelymuoto	Laji tai lajiryhmä	Tuotanto milj. yks.
Ruokintaviljely	Lohi	5,1
	Taimen	4,2
	Nieriät	<0,1
Luonnonravintoviljely	Siiat	31,1
	Kuha	2,7
	Harjus	2,0
	Hauki	1,9
	Säyne	0,6
	Lahna	0,2
	Toutain	0,1
Karppi	<0,1	

Laskettaessa eri viljelymuotojen tuotantoa yksilömäärinä, on luonnonravintolammikkokasvatus pääviljelymuoto. Myöskin useampia lajeja tuotetaan luonnonravintolammikkoviljelyn avulla kuin ruokintaviljelyn avulla. Ruokintaviljelyn merkitys kasvaa taulukossa 1 ilmoitetuista luvuista, kun otetaan huomioon ruokakalakasvatukseen menevien kirjolohen poikasten määrä. Mitattaessa tuotantoa markkamääräisesti korostuu ruokintaviljelyn asema edelleen, koska ruokintaviljelyllä tuotettujen poikasten keskikoko on suurempi kuin luonnonravintolammikkoviljelyllä tuotettujen poikasten keskikoko. Koska valtaosa istutuksiin menevistä ruokintaviljelyllä tuotetuista poikasista on lohta ja taimenta, muodostuu myös kilohinta suhteellisen korkeaksi.

Kannattaa huomioida, että kaikkia ruokintaviljelyllä tuotettavia poikasia voidaan kasvattaa myös sopivissa luonnonravintolammikoissa. Kaikkia luonnonravintolammikkoviljelyssä olevia lajeja ei sen sijaan voida tuottaa tällä hetkellä ruokintaviljelyllä. Luonnonravintolammikkoviljelyllä voidaan siis tuottaa useampia kalalajeja kuin pelkällä ruokintaviljelyllä.

2. Ravitsemuksellisia ja viljelytekniisiä kysymyksiä

Poikasviljelyn käynnistäminen ruokintaviljelyn avulla vaatii tiettyjä lajikohtaisia perusvalmiuksia. Nämä valmiudet liittyvät lajin viljelybiologisten ominaisuuksien tuntemiseen lajin eri elinvaiheissa, ennen muuta ravitsemuksen, ympäristövaatimusten ja viljelytekniikan osalta.

2.2 Ravitsemuksellisia kysymyksiä

Pääosa nykyisin saatavilla olevista rehuista on kehitetty petomaisten lohikalojen (lohi, taimen ja kirjolohi) kasvatukseen. Näissä rehuissa ravintoaineiden määrää ja suhteita on kehitetty lajikohtaisia tarpeita vastaaviksi.

Luonnonravintolammikkoviljelyn avulla tuotettujen lajien ravitsemukselliset vaatimukset, erityisesti starttivaiheessa, ovat yksi keskeisistä syistä, jotka ovat rajoittaneet ruokintaviljelyn laajempaa käyttöä näiden lajien viljelyssä. Kalojen siirtyessä ulkoisen ravinnon käyttöön vaatimukset ravinnon laadun suhteen ovat korkeat ja vähäiset puutteet ravinnon laadussa johtavat nopeasti puutosoireiden kehittymiseen tai kalojen kuolemaan (Dabrowski 1986). Lohen ja taimenen alkukasvatukseen valmistetut rehut eivät sovellu esim. siian ja harjuksen starttiruokintaan.

Erilaisten ravintoainevaatimusten on katsottu johtuvan osaltaan kehitysvaihe-eroista lajien välillä siirryttäessä ulkoisen ravinnon käyttöön. Kehitysasteen mukaan lajit voidaan jakaa kahteen ryhmään (Govoni ym. 1986):

kehittyneet lajit

heikosti kehittyneet lajit

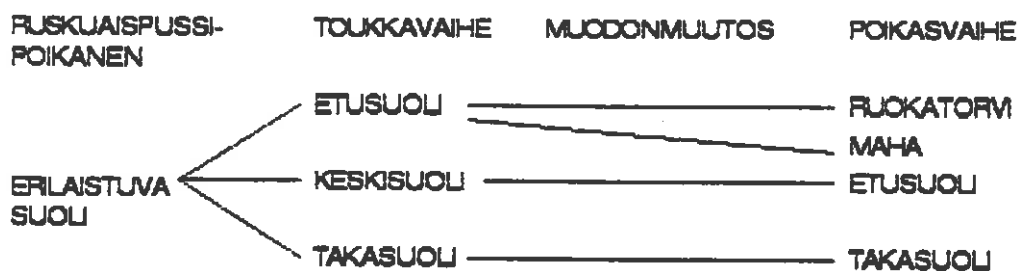
Kehittyneiden "varhaiskypsien" lajien poikaset muistuttavat ulkoiselta rakenteelta jo poikasvaiheen kalaa. Tähän lajiryhmään kuuluu vähän lajeja: eräät lohensukuiset lajit, kuten meillä

nykyisin ruokintaviljelyn avulla tuotetut lajit sekä eräät ahvenkaloihin kuuluvat suuhautojat.

Pääosa makean veden ja suolaisen veden kalalajeista kuuluu heikostikehittyneisiin lajeihin. Lajit ovat alkuvaiheessa toukkamaisia ja läpikäyvät muodonmuutoksen l. metamorfoosin, jonka jälkeen muistuttavat poikasvaiheen kalaa. Näitä heikostikehittyneitä lajeja on voitu viljellä toukkavaiheessa vain luonnonravinnon avulla.

Kyvvyssä sulattaa ravintoa on eroja näiden lajiryhmien välillä johtuen eroista ruuansulatuskanavan rakenteesta ja toiminnassa. Kehittyneillä lajeilla ruuansulatuskanavasta on erilaistunut maha ja ruuansulatushappoja erityksen myötä ravinnon hydrolyysi sekä alhaista pH:ta vaativien proteolyyttisten entsyymien toiminta on mahdollista. Ravinnon sulatuksen oletetaan tapahtuvan pääasiassa suolen sisäisesti endogeenisten entsyymien toiminnan avulla. (Kawai ja Ideka 1973, Dabrowski 1986, Govoni ym. 1986).

Heikostikehittyneet kalalajit ovat toukkavaiheessa vatsattomia l. agastrisia ja ruuansulatuskanava muodostuu putkimaisesta rakenteesta (kuva 1). Ruuansulatushappoja erittävien rauhasien on erityisesti proteiinien imeytymisen ja sulatuksen oletettu tapahtuvan pääasiassa solun sisäisesti endosytoosin avulla (Watanabe 1984). Tällöin myös eksogeenisten proteolyyttisten entsyymien on katsottu olevan keskeisessä osassa ravinnon sulatuksessa (Dabrowski ja Glogowski 1977).



Kuva 1. Ruuansulatuselimistön erilaistuminen kalan poikasten eri kehitysvaiheissa (Govoni ym. 1986).

Toukkavaiheen kesto vaihtelee eri lajeilla ja on lämpötilasta riippuvainen. Esim. siialla mahan erilaistuminen alkaa 10 asteen lämpötilassa noin 23 vrk kuluttua ruskuaispussivaiheen päättymisestä, mutta ruuansulatuskanavan pH alenee ruuansulatushappoja erittävien rauhasien kehittyttyä vasta kahden kuukauden ikäisellä poikasella (Mähr ym. 1983).

Muut ravitsemukselliset tekijät tunnetaan huonosti. Todennäköisesti fosfolipidit ovat tärkeitä heikostikehittyneiden lajien toukkavaiheen ravitsemuksessa (Kanazawa 1985). Myöskin siian

toukkavaiheessa C-vitamiinin tarpeen on havaittu olevan huomattavasti lohikalajien tarvetta suuremman (Zitzow ja Millard 1988).

Poikasvaiheessa lajikohtaiset ravitsemukselliset erityisvaatimukset vähenevät ja esim. siian ja harjuksen poikasviljely on mahdollista nykyisillä kaupallisilla lohikalajien kasvatukseen valmistetuilla rehuilla. Näissä rehuissa ravintoaineiden suhteita ja laatua on kehitetty lajikohtaisia tarpeita vastaaviksi. Tämän vuoksi käytössä olevien poikasrehujen koostumus on tuskin optimaalinen esim. siian ja harjuksen viljelyyn. Toisaalta näiden lajien ravitsemuksellisia vaatimuksia esim. ravinnon proteiini-energiasuhteen tai välttämättömien aminohappojen ja rasvahappojen määrän osalta ei tunneta, joten tiedollista pohjaa rehujen kehittämiseksi ei ole olemassa.

2.2 Viljelytekniisiä kysymyksiä

Nykyisin poikasviljelyssä käytetty viljelytekniikka perustuu virtaavaa vettä suosivien reviiirikalojen viljelyyn. Näillä lajeilla vaatimukset viljely-ympäristön ja viljelytekniikan osalta ovat suhteellisen samankaltaiset ja ne tunnetaan nykyisin hyvin.

Luonnonravintolammikkoviljelyn avulla tuotetut lajit muodostavat heterogeenisen lajiryhmän, johon kuuluu: pelaagisia parvikalalajeja, reviiirikalalajeja, sekä viileän veden että lämpimän veden lajeja. Näiden lajien vaatimukset viljely-ympäristön ja viljelytekniikan suhteen tunnetaan huonosti.

3. Mihin lajeihin ruokintaviljelyä nykyisin voidaan laajentaa

Hyvin monille alkuvaiheessa heikostikehittyneille makean veden lajeille on viime vuosien aikana kehitetty alkukasvatukseen soveltuvia kaupallisia kuivarehuja. Rehuja on kehitetty eri maissa kalataloudellisesti merkittävillä lajeilla. Rehuista mainittakoon Yhdysvalloissa kehitetty AP 100 (Zeigler Bros. Inc., Gardners. PA), Japanissa kehitetty Fry Feed Kyowa B (Kyowa Hakko Kogyo Co. Ltd, Tokio) sekä Tetra-Werkin kehittämä starttirehu Ranskassa. Näillä rehuilla päästään esim. siian alkukasvatuksessa jo hyvään tulokseen (Zitzow ja Millard 1988, Rösch 1988).

Suomessa saatavilla oleva kaupallinen kuivarehu (Aquastart) mahdollistaa siian ja harjuksen alkukasvatuksen toukkavaiheessa ja kalojen kuolleisuuden ja kasvun osalta päästään jo tyydyttävään tulokseen (taulukko 2). Eri siikakannoista tai lajeista ainakin planktonsiian, vaellussiian ja peledsiian viljely on mahdollista.

Taulukko 2. Kuolleisuus ja kasvatuloksia siian ja harjuksen toukkavaiheen kasvatuksesta kuivarehuilla.

Laji tai kanta	Kuolleisuus %	Kasvunopeus %/vrk	Lämpötila °C
Planktonsiika ¹⁾	13 - 26	2,5 - 11	8 - 15
Peled ²⁾	-	4,8	14,5
Plankton x peled ²⁾	-	6,3	14,5
Peled x plankton ²⁾	-	7,6	14,5
Plankton x vaellus ²⁾	-	6,3	14,5
Harjus ³⁾	6 - 33	7 - 11	10 - 22

Viitteet

¹⁾ Koskela (1988)

²⁾ Rissanen ja Koskela (1989)

³⁾ Koskela julkaisematon

Välttämättä kaikkia meillä olevia siikakantoja ei voida viljellä nykyisillä kuivarehuilla. Kuivarehujen soveltuvuudessa on havaittu olevan eroja eri siikakantojen välillä (Rösch ja Dabrowski 1986).

Siian ja harjuksen osalta keskeiset kysymykset liittyvät lajien viljelytekniikkaan. Tällä hetkellä ei ole riittävästi tietoa, jotta voitaisiin laatia ohjeellinen normisto esim. ruokintamäärille ja viljelytiheyksille. Viljelyolosuhteiden esim. altaiden muodon ja allashydrauliikan, sekä valaistuksen merkityksestä kasvatustuloksiin tiedetään niin ikään niukasti. Lajikohtaisten viljelytekniisten ratkaisujen löytäminen voi olla avain ruokintaviljelyllä tuotettavan lajivalikoiman laajenemiselle.

Kokemukset muiden luonnonravintolammikkoviljelyn avulla tuotettujen lajien alkukasvatuksesta ruokintaviljelyn avulla lienevät vähäisiä. Näiden lajien ruokintaviljely voi olla mahdollista edellä esitettyjen kuivarehujen avulla tai rehun ja Artemia-lisän avulla. Asian selvittämiseksi olisi tehtävä kasvatuskokeita. Myöskin kontrolloidusti tuotettuun planktonravintoon perustuva viljelymenetelmä (Watanabe 1988) voi mahdollistaa laajemmin heikostikehittyneiden lajien alkuvaiheen ruokintaviljelyn.

Yhteenveto

Ruokintaviljelyn laajentamista eri lajien poikasviljelyyn on aiemmin estänyt alkukasvatukseen soveltuvien rehujen puuttuminen. Tällä hetkellä käytettävissä olevat kuivarehut mahdollistavat jo siikojen ja harjuksen alkuvaiheen ja poikasvaiheen kasvatuksen. Näiden lajien osalta ruokintaviljely on vielä lähtökuopissa. Monet lajien viljelytekniikkaan ja ympäristövaatimukseen liittyvät keskeiset kysymykset on vielä ratkaisematta.

Kirjallisuus

- Dabrowski, K. 1986. Ontogenetical aspects of nutritional requirements in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 85 A, p. 639-655.
- Dabrowski, K. 1986 & Glogowski, J. 1977. The role of exogenic proteolytic enzymes in digestion process in fish. *Hydrobiologia* 54, p. 129-134.
- Govoni, J.J., Boehlert, G.W. & Watanabe, Y. 1986. The physiology of digestion in fish larvae. *Env. Biol. of Fish.* 1-3, p. 59-77.
- Kalanviljely Suomessa 1987. *Suomen Kalankasvattaja* 5/1988, s. 32-33.
- Kanazawa, A. 1985. Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: Cowey, C.B, Mackie, A.M. & Bell, J.G. (eds.) *Nutrition and feeding in fish*. London, Academic press. p. 281-298.
- Kawai, S. & Ikeda, S. 1973. Studies on digestive enzymes of fishes-III. Development of the digestive enzymes of rainbow trout after hatching and the effect of dietary change on the activities of digestive enzymes in the juvenile stage. *Bull. of Jap. Soc. Scient. Fish.* 39 (7), p. 819-824.
- Koskela, J. 1988. Siian alkukasvatuksesta kuivarehulla. *Suomen Kalankasvattaja* 4/1988, s. 26-28.
- Mähr, K., Grabner, M., Hofer, R. ja Moser, H. 1983. Histological and physiological development of the stomach in *Coregonus* sp. *Arch. Hydrobiol.* 98 (3), p. 344-353.
- Rissanen, I. & Koskela, J. 1989. Eri siikamuotojen kasvu starttiruokintavaiheessa. In: Siikasiivuja: Tutkimusraportteja siikakannan, lämpötilan ja valaistuksen vaikutuksesta siian poikasvaiheen intensiiviviljelyssä. *Suomen Lohenkasvattajain Liitto ry:n julkaisuja* no 14, s. 1-23.
- Rösch, R. 1988. Mass rearing of coregonid (*Coregonus lavaretus* L.) larvae on a dry diet. *Finnish Fish. Res.* 9, p. 345-351.
- Rösch, R. & Dabrowski, K. 1986. Tests of artificial food for larvae of *Coregonus lavaretus* from lake Constance. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 22, p. 99-114.
- Watanabe, T. 1984. Digestion and absorption in fish larvae. *Aquabiology* 6, p. 191-197.
- Watanabe, T. 1988. Nutrition and growth. In: Shepherd, C.J. & Bromage, N.R. (eds.) *Intensive fish farming*. London, BSP professional books. p. 154-195.
- Zitzow, R.E. ja Millard, J.L. 1988. Survival and growth of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) larvae fed only formulated dry diets. *Aquaculture* 69, p. 105-113.

VALTION KALANVILJELYN XIII NEUVOTTELUPÄIVIEN OHJELMA

Keskiviikko 5.4.

- 10.00 Tervetuliaissanat (Matti Sipponen)
 10.20 Neuvottelupäivien avaus ja kalanviljelyosaston toimintatavoitteiden tarkastelu (Kai Westman)
 11.00 Maa- ja metsätalousministeriön puheenvuoro (Markku Aro)
 11.30 Lounas
 13.00 Lajien ja kantojen uhanalaisuuden populaatio-genetiikka (Outi Muona)
 13.30 Miten lait säätelevät kalakantasuojelua (Pertti Rassi)
 14.00 Miten mitokondrio-DNA:n tutkimukset voivat palvella kantaerottelua ja mitä tuloksia on saatu (Martti Hakumäki ja Kirsi Partti-Pellinen)
 14.30 Kahvi
 15.00 Miten entsyymielektroforeettiset tutkimukset voivat palvella kantaerottelua ja mitä tuloksia on saatu (Marja-Liisa Koljonen)
 15.30 Kalakantarekisterin nykytila, rakenne ja tavoitteet (Irma Kallio-Nyberg)
 16.00 Miten kalakantojen tuottoa lisätään Japanissa (Kari Ruohonen)
 17.00 Päivällinen

Torstai 6.4.

- 9.00 Kalanviljelyn käyttö uhanalaisten kalakantojen säilyttämisessä (Unto Eskelinen)
 9.30 Miten emokalastojen hoidolla voidaan vaikuttaa mädin laatuun ja määrään (Päivi Eskelinen ja Pentti Pasanen)
 10.00 Kahvi
 10.30 Pakastetun maidin käyttö uhanalaisten kalalajien viljelyssä (Jorma Piironen)
 11.00 Mädin käsittelyn kriittiset vaiheet (Erkki Virtanen)
 11.30 Lounas
 13.00 Toutaimenviljelyn alkuhankaluuksia (Jussi Pennanen)
 13.30 Tämän päivän valmiudet ruokintaviljelyn laajempaan soveltamiseen poikas-tuotannossa (Juha Koskela ja Ilkka Rissanen)
 14.00 Mitä mahdollisuuksia ja rajoituksia on sopimusviljelyn käytössä uhanalaisten kantojen tuotannossa (Esa Erkamo)
 14.30 Yleiskeskustelu ja tilaisuuden päätös
 15.00 Kahvi

KIITOKSET

Toimittajat haluavat lausua parhaat kiitokset Helena Pasaselle, joka kirjoitti alkuperäiset esitelmät yhtenäiseen muotoon.

VUOTEEN 1991 MENNESSÄ JULKAISTUT VALTION KALANVILJELYN NEUVOTTELUPÄIVIEN ESITELMÄT

Valtion kalanviljelyn III neuvottelupäivät 8.-9.5.1979 Laukaan Pitkäniemessä. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto, 1981. Monistettuja julkaisuja 3. 90 s.

Valtion kalanviljelyn IV neuvottelupäivät 9.-10.4.1980 Lammin biologisella asemalla. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto, 1983. Monistettuja julkaisuja 14. 70 s.

Valtion kalanviljelyn V neuvottelupäivät 2.-3.4.1981 Laukaan Pitkäniemessä. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto, 1984. Monistettuja julkaisuja 17. 67 s.

Valtion kalanviljelyn VI neuvottelupäivät 30.-31.3.1982 Kuopiossa. Toim. A. Vihervuori. RKTL kalantutkimusosasto, 1985. Monistettuja julkaisuja 31. 120 s.

Valtion kalanviljelyn VII neuvottelupäivät 12.-14.4.1983 Punkaharjulla. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto, 1986. Monistettuja julkaisuja 51. 119 s.

Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivät 10.-12.4.1984, Lammi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto, 1989. Monistettuja julkaisuja 98. 149 s.



- No. 21. HONKASALO, L., PENNANEN, J. ja LAPPALAINEN, A.: Kalakannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi Kokemäenjoen vesistössä Nokian alapuolella. (Damage caused to the fish stocks and its compensation in the Kokemäenjoki watercourse downstream of the town of Nokia). Helsinki 1991. 125 s.
- No. 22. MUTENIA, A. ja SALONEN, E.: Järvitaimenen ja järvilohon velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärven vuosina 1976–1988. (Brown trout (*Salmo trutta m. lacustris* (L.)) and landlocked salmon (*Salmo salar* L.) in Lake Inari, northern Finland: statutory stocking, its results, and the fishery and catches in 1976–1988. s. 1–70.
MUTENIA, A. ja AHVONEN, A.: Inarijärven verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968–1986). (Test fishing with gill net series in Lake Inari, northern Finland, in 1968–1986). s. 71–98. Helsinki 1991.
- No. 23. HONKANEN, A., KUMMUNSAALO, J., PARTANEN, H. ja HILDÉN, M.: Kotitalouksien ja suurtalouksien kalankäyttö vuonna 1988. (Fish consumption in private households and in institutes, restaurants, etc., in Finland in 1988). Helsinki 1991. 32 s.
- No. 24. Inarijärvi-symposium: alkusanat ja ohjelma (Symposium on Lake Inari: Foreword and programme)
TUUNAINEN, P.: Inarijärvi-symposiumin avaus: Säännöstelyä 50 vuotta, hoitoa 15 vuotta (Opening of the symposium on Lake Inari: 50 years of water level regulation, 15 years of management), 1–2
JÄRVINEN, E.: Inarijärven säännöstelystä (Water level regulation in Lake Inari), 3–10
HEINIMAA, P.: Inarin alueen velvoitekalaviljely (Statutory fish culture and releases in the Lake Inari area), 11–19
PASANEN, P.: Inarin ja Sarnijärven kalaviljelylaitosten toiminta (Activities of Inari and Sarnijärvi fish culture stations), 20–26
NIEMITALO, V.: Inarin luonnonravintolammikoiden hoito ja vesistövaikutukset (Natural-food ponds in Inari: management and effects on watercourses), 27–44
MUTENIA, A.: Inarijärven kalastuksen ja kalansaaliiden kehittyminen (Development of fisheries and catches in Lake Inari), 45–55
SALOJÄRVI, K. & MUTENIA, A.: Inarijärven pohjasiikakannoista ja istutusten tuloksellisuudesta (*Coregonus pidschian* in Lake Inari: Stocks and stocking results), 56–75
SALONEN, E.: Järvitaimen- ja järvilohi-istutusten tuloksellisuus Inarijärven (Results of stocking with brown trout (*Salmo trutta m. lacustris*) and land-locked salmon (*Salmo salar*) in Lake Inari), 76–87
AHONEN, M. & JÄÄSKÖ, O.: Nierian ja harmaanierian Carlin-merkintätulokset Inarijärven (Results of Carlin tagging experiments with arctic char (*Salvelinus alpinus*) and lake trout (*Salvelinus namaycush*) in Lake Inari), 88–98
MUTENIA, A. & SALONEN, E.: Muikku, uusi laji Inarijärven kalayhteisössä ja saaliissa (Vendace (*Coregonus albula*), a new species in the fish community and catches in Lake Inari), 99–115
AHONEN, M.: Kalastustekniikan kehitys Inarijärven (Development of fisheries technology in Lake Inari), 116–123
SOIVIO, A., FORSMAN, L., KAUTTU, A., KAUTTU, J. & MUONA, M.: Taimenen selviytyminen troolauksesta (Survival of trawl-caught trout (*Salmo trutta m. lacustris*)), 124–136
SALMINEN, A. & MUTENIA, M.: Inarijärven ammattikalastuksen kannattavuus (Profitability of professional fishery in Lake Inari), 137–148
TUUNAINEN, O.: Inarijärven kalan keräily ja kuljetus (Collection and transport of fish caught in Lake Inari), 149–153
AHVONEN, A.: Inarin sivuvesistöjen käyttö ja hoito (Use and management of the tributaries of Lake Inari), 154–158. Helsinki 1991.
- No. 25. KANGASPUNTA, M.: Valtion kalanistutusten kannattavuuden arviointi (Evaluation of the profitability of the state fish stocking). Helsinki 1991. 106 s.
- No. 26. WESTMAN, K.: Kalakantarekisteri ja uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen (The Finnish fish stock register and the conservation of valuable and threatened fish stocks), 1–14
KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L.: Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nieriä (The Finnish fish stock register: salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and char (*Salvelinus alpinus*)), 15–115. Helsinki 1991.
- No. 27. TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja HEIKKILÄ, P.: Siika- ja lohilooukkurakenteet eteläisen Perämeren alueella (Construction of trap nets for whitefish (*Coregonus lavaretus*) and salmon (*Salmo salar*) in the southern Bothnian Bay). Helsinki 1991. 43 s.
- No. 28. KARTTUNEN, V.: Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus (Whitefish stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). Helsinki 1991. 72 s.
- No. 29. HILDÉN, M., MICKWITZ, P., PAANANEN, T., PARTANEN, H., SETÄLÄ, J., SÖDERKULTALAHTI, P. ja VIHERVUORI, A.: Merialueen ammattikalastuksen ja kalan jalostuksen kapasiteetti Suomessa (The capacity of marine professional fishing and fish processing in Finland). Helsinki 1991. 72 s.
- No. 30. SALMI, J. ja SALMI, P.: Silakan kalastuksesta monilajikalastukseen. Pohjois-Satakunnan rannikon ammattikalastuksen muutokset (Transformation of the Baltic herring fishery to a multispecies fishery off the Finnish coast of the Bothnian Sea). Helsinki 1991. 140 s.
- No. 31. Valtion kalaviljelyn XIII neuvottelupäivät. Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot (State fish culture conference, No. XIII. Conservation of valuable and threatened fish species and stocks: objectives and methods). 5. - 6.4.1989, Jyväskylä. U. Eskelinen, M. Pursiainen ja R. Rahkonen (toim.). Helsinki 1991. 74 s.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA -
FISKUNDERSÖKNINGAR**



SISÄLTÖ – INNEHÅLL – CONTENTS

Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot (State fish culture conference, No. XIII. Conservation of valuable and threatened fish species and stocks: objectives and methods) (Statens XIII fiskodlings konferens. Bevarande av värdefulla och utrotningshotade fiskarter och fiskstammar: målsättningar och metoder). 5. - 6.4.1989, Jyväskylä. U. Eskelinen, M. Pursiainen ja R. Rahkonen (toim.). 74 s.

ISSN 0787-8478
Helsinki 1991
Yliopistopaino