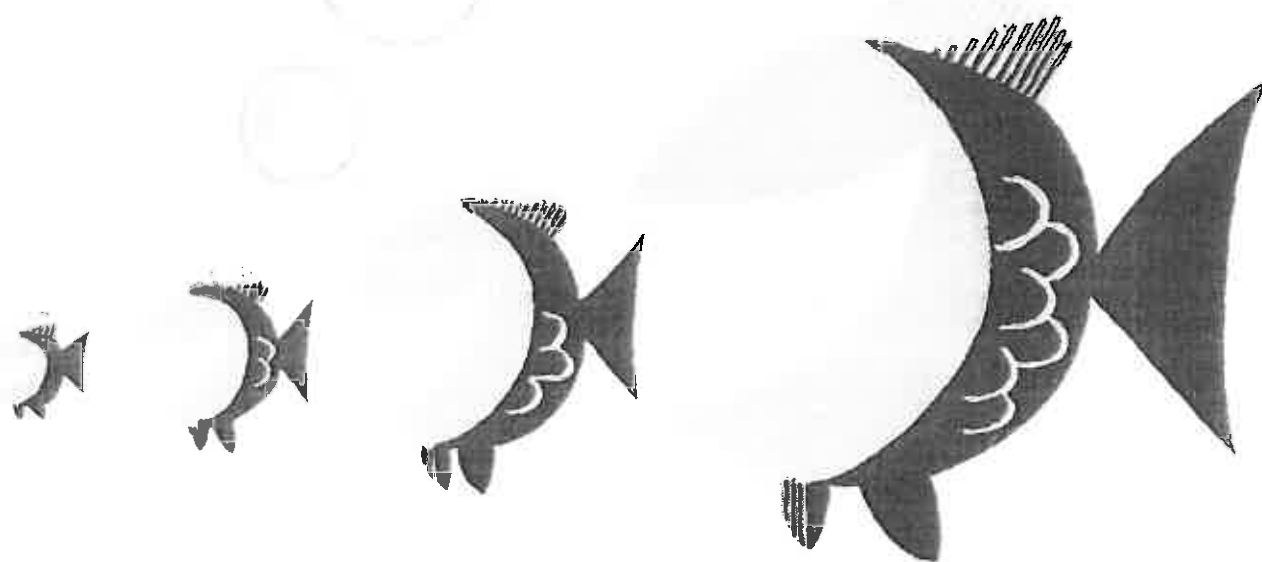


RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA-
FISKUNDERSÖKNINGAR**



**60
1993**



RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA - FISKUNDERSÖKNINGAR



Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Toimittajat: Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Antti Lappalainen, Riitta Rahkonen, Atso Romakkaniemi, Matti Salminen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti 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. Julkaisukieliä 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 1–98), "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".

Kirjoittaja on vastuussa kirjoituksensa sisällöstä, eikä se välttämättä edusta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen virallista kantaa.

Ansvarig redaktör: Lauri Urho

Redaktörer: Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Antti Lappalainen, Riitta Rahkonen, Atso Romakkaniemi, Matti Salminen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti 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 1–98), "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".

Författaren ansvarar för artikelns innehåll, som inte nödvändigtvis representerar Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets officiella ståndpunkt.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 60

1993

Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät
31.3.-1.4.1993, Tampere

Mädintuotanto ja emokalojen viljely

Toimittajat Kari Ruohonen ja Jukka Ruuhijärvi

Helsinki 1993

ISSN 0787-8478
Helsinki 1993
Yliopistopaino

SISÄLLYS

Emokalanviljelyn merkitys, kehittyminen ja tavoitteet valtion kalanviljelyssä <i>Kai Westman</i>	1
Lohikalajien emokalanviljelyn suunnittelu ja viljelytekniikka <i>Pentti Pasanen & Keijo Juntunen</i>	11
Emokalajien ja mädintuotannon säätely ympäristötekijöiden avulla <i>Antti Soivio</i>	16
Hormonien käyttö mädintuotannossa <i>Markku Kaukoranta</i>	22
Emokalanviljelyn geneettiset periaatteet <i>Marja-Liisa Koljonen</i>	30
Sukutuotteiden pakastaminen viljelyn vaihtoehtona? <i>Jorma Piironen</i>	34
Emokalajien ja mädin käsittelyn sekä haudonnan vaikutus mädin laatuun <i>Matti Karjalainen</i>	37
Kokemuksia Tornionjoen lohen luonnonmädistä ja laitosmädistä <i>Juha Iivari</i>	43
Kokemuksia Simojoen lohen luonnonmädistä ja laitosmädistä <i>Juhani Ryttilähti</i>	50
Kuhan luonnonmädin hankinnan tulevaisuus <i>Jukka Ruuhijärvi</i>	52
Sisävesien lohikalajien mädinhankinnan tulevaisuus <i>Jorma Piironen</i>	57
Kalataudit ja luonnonmädin hankinta <i>Perttu Koski</i>	63
Emorapujen viljelystä <i>Jouni Tulonen</i>	65
Rapujen mädin tuottaminen ja keinohaudonta <i>Teuvo Järvenpää</i>	74
Uusia lajeja emokalanviljelyyn: lähtökohtia ja kokemuksia kuhan laitosviljelystä <i>Markku Pursiainen, Risto Kannel & Markku Hyvönen</i>	79
Mädin hinnoittelu valtion kalanviljelyssä <i>Timo Mäkinen</i>	90
Mädin hinnoittelusta: mädin "oikea" hinta? <i>Kari Kilpinen</i>	100
Neuvottelupäivien ohjelma.....	105
Osanottajat.....	107
Valtion kalanviljelyn neuvottelupäivät.....	109

EMOKALANVILJELYN MERKITYS, KEHITTYMINEN JA TAVOITTEET VALTION KALANVILJELYSSÄ

KAI WESTMAN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto, PL 202 00151 Helsinki

1. Johdanto

Suomella on runsaiden sisävesiensä, pitkän rannikkonsa ja Itämeressä olevan laajan kalastusvyöhykkeensä vuoksi hyvät mahdollisuudet kalatalouden harjoittamiseen. Koska erityisesti vaelluskalojen poikastuotanto on vesien rakentamisen tai muun käytön, mutta usein myös liiallisen kalastuksen johdosta suuresti vähentynyt ja lukemattomissa vesissä kokonaan loppunut, edellyttää vesiemme tuotantomahdollisuuksien hyödyntäminen, arvokalakantojen säilyttäminen ja elvyttäminen sekä kalastuksen ylläpitäminen ja kehittäminen jatkuvia ja runsaita kalojen poikasistutuksia. Istutuksia tarvitaan lisäksi, kun vesissä on käyttämättömiä tai vajaa-tehoisesti käytettyjä kalojen ravintovaroja taikka vähäarvoisia lajeja halutaan korvata arvokaloilla.

Kalanviljelyn ja poikasistutuksiin perustuvan kalakantojen hoidon menestyksellisyys ja kehittyminen riippuvat ensisijaisesti alkutuotannon, mädin ja pikkupoikasten saannista ja niiden laadusta. Arvokkaiden kalalajien ja -kantojen korkealaatuisen mädin ja poikasten tuottaminen on mm. kalakantojen rodullista puhtautta koskevien vaatimustensa, pitkäjänteisyytensä, tutkimus- ja kehitysvaatimustensa, laaja-alaisuutensa sekä heikon välittömän tuottonsa vuoksi katsottu kuuluvan valtion kalanviljelyn tehtäviin. Ruokakalanviljelyn tarvitsemasta mädintuotannosta on yksityinen kalanviljely huolehtinut tähän asti, mutta valtion kalanviljelyn odotetaan jo lähivuosina pystyvän toimittamaan merkittäviä määriä jalostettujen kirjolohikantojen mädintä.

Kalanviljelyosaston tehtäviä ja tavoitteita sekä työnjakoa suhteessa yksityiseen kalanviljelyyn ja velvoiteviljelyyn on käsitelty 1970- ja 1980-luvuilla lukuisissa komiteoissa, työryhmissä ja kirjoituksissa ja nämä kysymykset olivat viimeksi esillä valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivillä vuonna 1989 (Westman 1991) sekä XVI neuvottelupäivillä vuonna 1992 (Westman 1993)

2. Mädituotantomenetelmät

Kalojen mätiä voidaan hankkia ja tuottaa kahdella periaatteessa erilaisella menetelmällä. Mäti voidaan hankkia luonnonvaraisista tai istutuksilla ylläpidetyistä luonnonkannoista, "villeistä" kaloista kutupyynnin tai mätiturojen ja vastaavien avulla tai mäti voidaan tuottaa kasvattamalla emokaloja kalanviljelylaitoksissa. Molempia menetelmiä käytetään Suomessa.

Aika ajoin on ilmennyt vastakkainasettelua luonnonmädin hankinnan ja emokalanviljelyn välillä. Nämä eivät ole kuitenkaan toisiansa poissulkevia joko-tai vaihtoehtoja, vaan molempia voidaan ja tulisikin käyttää toisiaan täydentäen samankin lajin mädin tuottamiseen. Kummalakin menetelmällä on omat etunsa ja rajoituksensa. Kalalajista, olosuhteista, luonnonkantojen tilasta, mädin tuotannon tarkoituksesta, tuotannon kustannuksista ym. seikoista riippuu, kumpaa menetelmää, vaiko molempia, tulisi käyttää mädin tuottamiseen.

3. Mädin hankinta luonnonkaloista

Luonnonmädin hankintaa istutuspoikasten viljelemiseksi on Suomessa harjoitettu ainakin jo 1800-luvun puolivälistä asti (lähemmin Eskelinen ym. 1992, Siltamaa & Westman 1992). Kiinnostus erityisesti lohikalojen emojen pyyntiin mädin hankkimiseksi lisääntyi 1870-luvulla, jolloin huoli kalakantojen säilymisestä sai Senaatin maanviljelystoimituskunnan myöntämään onnistuneista poikasistutuksista rahapalkintoja sekä tukemaan myös hautomoiden perustamista (Westman 1992). Mädin hankinta luonnonkaloista säilyikin ainoana mädin tuotantomenetelmänä aina 1950-luvulle asti, jolloin emokalanviljelyä alettiin kehittää.

Luonnonkaloista saadun mädin merkittävin etu on se, että emokalat ovat luonnonvalinnan läpikäyneitä. Tällaisesta mädistä kasvatettujen poikasten perimä on siten sama kuin ainakin osalla kalakannasta, johon ne istutuksen jälkeen kuuluvat. Luonnonmäti on myös usein laadultaan parempaa kuin laitosemoista saatu vaikkakin emokalojen ravinnon, ruokinnan ja muun hoidon kehittyminen on viime vuosina merkittävästi parantanut laitosmädin laatua. Näiden tärkeiden etujen vastapainoksi liittyy mädin hankintaan luonnonkaloista mm. seuraavia haittoja ja vaikeuksia (Westman & Tuunainen 1981 osittain muutettuna):

- mädinsaanti on vaihtelevaa, vaikeasti ennakoitavissa ja usein epävarmaa, koska kudulle valmistuminen ja kutu luonnonoloissa vaihtelevat sää- ym. tekijöistä riippuen vuosittain,
- mädin hankinta rajoittuu yleensä kalojen luonnollisille kutualueille ja kutuaikoihin tai niiden läheisyyteen,

- emokalojen valinta ja jalostustyön tekeminen on em. syistä johtuen vaikeata,
- monien vaelluskalojen kutevat kannat ovat niin vähäisiä vesien rakentamisen ja muun käytön sekä vaellusaikaisen liiallisen kalastuksen vuoksi, että mätiä ei enää saada tarvittavia määriä tällä menetelmällä,
- tarttuvat kalataudit ja ympäristömuutokset ovat jo aiheuttaneet merkittävää haittaa erityisesti mereisten vaelluskalojen mädinhankinnalle ja muodostavat jatkuvasti arvaamattoman riskitekijän luonnonmädinhankinnalle,
- sisävesien suojelemiseksi tarttuvilta kalataudeilta on mm. mädin siirrot merialueelta alimman nousuesteen yli kielletty, mikä rajoittaa merkittävästi luonnonmädin käyttöä viljelyssä.

Joidenkin kalalajien emokalojen viljelymenetelmiä ei vielä tunneta riittävän hyvin taikka viljely ja lisääntymisen säätely on niin vaikeata, että luonnonmädin tai pikkupoikasten hankinta on tarkoituksenmukaisin ja edullisin menetelmä istutuspoikasten tuottamiseksi. Tällaisia lajeja ovat mm. ankerias, nahkiainen ja toistaiseksi myös kuha, vaikkakin sen emokalanviljelyä koskeva tutkimus- ja koetoiminta on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa käynnissä. Eräillä lajeilla (esim. hauki) on luonnonmädin hankinta runsaista kalakannoista tai muista syistä johtuen niin helppoa, että emokalojen kasvatustenetelmien kehittämiseen ei ole ollut tarvetta.

Lajit, joiden mätiä valtion kalanviljely on viime vuosina hankkinut eniten luonnonkannoista ovat eri siikamuodot, kuha, hauki, harjus, toutain, Tornionjoen lohi, järvilohi, meritaimen ja järvitaimen. Siikojen mädinhankintaa tehdään sekä luonnonkannoista että jatkuvilla istutuksilla ja muilla hoitotoimilla nk. emokalajärvissä ylläpidetyistä kannoista.

Vuotuiset vaihtelut luonnonkannoista hankittujen mätierien määrissä ovat melko suuret. Esimerkiksi v. 1992 hankittiin petomaisten lohikalajien mätiä 1 milj. kpl, siikojen mätiä 60 milj. kpl ja kevätkutuisen (kuha, harjus, toutain) mätiä 9 milj. kpl.

4. Mädituotanto emokalanviljelyllä

Eräiden ruokakalojen, erityisesti karpin kasvatuksessa ryhdyttiin jo varhain tuottamaan mätiä emokalojen viljelyllä. Kalarehujen ja ruokinta- sekä muiden viljelymenetelmien kehittyminen johtivat meillä 1950-luvulta lähtien emokalanviljelyn jatkuvaan lisääntymiseen mätitarpeiden tyydyttämiseksi menetelmän eräiden merkittävien etujen vuoksi. Näitä ovat mm:

- mädintuotanto voidaan varsin tarkasti ennakoida ja haluttu mätimäärä tuottaa emoka-

lammäärän säätelyllä,

- emokaloja voidaan yksilöllisesti seurata kasvatuksen aikana, jolloin niiden ominaisuuksien selvittäminen on mahdollista. Tämä tekee mahdolliseksi mm. emokalojen valinnan ja rodunjalostuksen,
- kututapahtuma ja lisääntyminen ovat hyvin valvottavissa ja hallittavissa,
- kudun ja lisääntymisen ajankohtaa voidaan tietyssä määrin säädellä esim. veden lämpötilan, valaistuksen ja hormonien avulla,
- mädin ja maidin laatuun voidaan vaikuttaa esim. ravinnolla ja ruokinnalla,
- kalatautiriskejä voidaan minimoida ja mädintuotanto varmistaa mm. sijoittamalla emokalat useille laitoksille ja tarvittaessa eristämällä ne muusta ympäristöstä.

Ruokakalan tuotannossa käytetään yksinomaan laitosmätää, sillä pyrkimyksenä on pitää emokalakantoja jatkuvasti sukupolvi toisensa jälkeen kalanviljelylaitoksessa, jotta ne valikoituisivat vähitellen laitosolosuhteisiin yhä paremmin sopeutuneiksi. Tämä parantaa niiden jälkeläisten kasvatustuloksia samoissa olosuhteissa. Kalojen kasvunopeuden ym. toivottujen ominaisuuksien kehittymistä voidaan vielä merkittävästi edistää rodunjalostuksen avulla, jonka tutkimuslaitos on äskettäin käynnistänyt tarkoitukseen vuokratussa kalanviljelylaitoksessa Tervossa.

Istutuspoikasten tuottamiseen tarvittavia suuria mätimääriä ei kalakantojen heikentymisen ja kutualueiden menetysten vuoksi ole enää pitkään aikaan ollut mahdollista hankkia yksinomaan luonnonkaloista. Ainoa mahdollisuus monien arvokkaiden vaelluskalojen säilyttämiseen ja niiden elvyttämiseen sekä kalastuksen turvaamiseen ja kehittämiseen on mädin tuottaminen kalanviljelylaitoksissa emokalankasvatuksella. Kalataudit, jotka nykyään jo suuresti rajoittavat mereisten kalalajien luonnonmädin käyttöä, muodostavat lisäksi niin merkittävän ja arvaamattoman riskitekijän koko kalataloudessamme, että mädin tuotannossa ei voida olla riippuvaisia pelkästään luonnonmädistä.

Emokalanviljelyä on ajoittain kritisoitu puhumalla kalojen "degeneroitumisesta" tai "laitostumisesta". Tällä lienee tarkoitettu sitä, että viljelyssä kalat valikoituisivat laitoksissa mutta ei enää luonnonvesissä menestyviksi kannoiksi. Kantojen säilyttämiseksi mahdollisimman "vileinä" on emokalojen kasvatusohjelmiin mm. sisällytetty poikasten jatkuva istuttaminen luonnonvesiin ja uusien emokalojen kasvattaminen luonnonmädistä tai luonnosta pyydytyistä poikasista, jolloin kannan laitosuminen estetään luonnonvalinnan avulla. Kalanviljelyssä noudatettavia perinnöllisiä näkökohtia kalakantojen hoitoon liittyen on lähemmin selvitetty lukuisissa kirjoituksissa ja tutkimuksissa (esim. Koljonen 1984, Piironen 1990), valtion kalan-

viljelyn XIII neuvottelupäivillä vuonna 1989 sekä vuonna 1992 pidetyssä seminaarissa (Koljonen 1992, Pasanen 1992). Valtion kalanviljelylaitosten emokalastojen alkuperästä on myös tehty yhtenäinen selvitys (Kallio 1986).

5. Emokalanviljelyn kehittyminen

Suomessa 1800-luvun puolivälissä käynnistyneet luonnonkaloista saadun mädin haudontakokeilut laajenivat vuosisadan vaihteessa lammikkoviljelyksi, jossa kokeiltiin haudottujen poikasten jatkokasvatusta (lähemmin Eskelinen ym. 1992, Siltamaa & Westman 1992). Kalanviljelyn tavoitteeksi nähtiin jo tuolloin niin poikasten viljely istutuksia varten kuin myöskin syöntikokoisen kalan kasvattaminen (Anon. 1893). Varhaisimmissa kalanviljelyoppaissa annettiin myös ohjeita kalojen ympärivuotiseen kasvatukseen soveltuvien altaiden rakentamisesta (esim. Nordqvist 1902) ja sellaisia myös tehtiin (mm. Evon kalanviljelylaitos, Kirjavainen & Westman 1992).

Vaikka sekä mädin haudonta- että poikasten kasvatustekniikasta kuin myös altaiden rakentamisesta näyttää jo 1900-luvun alussa olleen varsin runsaasti tietoutta (esim. Sandman 1895, 1905, Nordqvist 1902, Ericsson 1914) ja hautomoita sekä kalanviljelylaitoksia oli parikymmentä toiminnassa, ei varsinaista emokalanviljelyä eli kalojen kasvatusta mädistä aikuisiksi näytetä kuitenkaan harjoitetun. Istutuspoikasten kasvatusta rajoitettiin ensimmäiseen kesään ja talvilammikoita käytettiin lähinnä luonnosta pyydettyjen kalojen säilyttämiseen. Näitä myös osattiin ruokkia talvella jäässä olevan luukun kautta (Nordqvist 1902). Mädin tuottamista emokalanviljelyllä ei ilmeisesti nähty tarpeelliseksi, koska luonnonkaloista oli mätää tuolloin saatavissa riittävästi. Kalojen ympärivuotinen hoito oli silloisella tekniikalla ja käytettävissä olevalla ravinnolla lisäksi suuritöistä ja tappiot, jotka saattoivat varsinkin talvisaikaan nousta suuriksi kuten mm. Evon kalastuskoeaseman ja kalanviljelylaitoksen toimintakertomuksissa useasti todetaan (Kirjavainen & Westman 1992), olivat varmaan omiaan vähentämään kiinnostusta tällaiseen viljelyyn.

Nykyisen tyyppinen emokalanviljely alkoi Suomessa vuonna 1951, jolloin kalastusmestari Heikki Kajosaari lypsi silloin Kalataloussäätiön hallussa olleen Porlan kalanviljelylaitoksen lammikoissa näytekaloina olleita järvitaimenia ja haudotti mädin poikasiksi (Kajosaari 1958, Koli & Sormunen 1973). Menestyksen innoittamana laajennettiin kasvatuskokeiluja muihinkin lohikaloihin edelleen myönteisin tuloksin. Mainittakoon, että lohista lypsettiin Porlassa mätää syksyllä 1964 eli samana vuonna, jolloin Ruotsissakin saatiin ensimmäisen kerran mätää viljellyistä lohista. Aikaisemmin ei makeassa vedessä ollut kasvatettu merilohista emokalakantoja (Heino 1972) ja vielä 1930- ja 1940-luvuilla oltiin siinä käsityksessä, että lammikossa kasvatetuista lohikaloista ei yleensäkään saada elinvoimaista mätää (Valli 1936). Para-

doksaalista kyllä, tämäkin perustui Porlassa tehtyihin havaintoihin!

Arvokalojen hoidon vaikeaksi ongelmaksi muodostunut mädinhankinta esitettiin Porlan kokeusten perusteella ratkaistavaksi perustamalla tätä tarkoitusta varten emokalalaitoksia, nk. keskuskalanviljelylaitoksia. Emokalanviljelyn tuloksellisuutta ja luonnonkantojen tilaa osoittaa se, että jo 1950-luvun puolivälin tienoilla Porlan kalanviljelylaitos tuotti enemmän järvi- taimenen mätiä kuin luonnosta saatiin koko maassa. Suurimmillaan laitoksen vuosituotanto oli lähes 300 mätilitraa (Koli & Sormunen 1973).

Varsin pian eli jo 1960-luvun alussa käynnistettiin ensimmäisen emokalayksikön, Etelä-Suomen keskuskalanviljelylaitokseksi tarkoitetun Hatsinan kalanviljelylaitoksen rakennustyöt ja vuosikymmenen puolivälissä aloitettiin nykyisten Pohjois-Suomen ja Laukaan keskuskalanviljelylaitosten rakentaminen (lähemmin Koli & Sormunen 1973, Siltamaa & Westman 1992).

Hatsinassa suoritettiin Kalataloussäätiön toimesta lohensukuisten petokalojen emokalankasvatuskokeiluja (Heino 1972) ja Laukaan sekä Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitosten viljelyohjelmiin sisällytettiin heti alusta alkaen lukuisten uhanalaisiksi käyneiden lohikalakantojen emokalankasvatus (esim. Vääriskoski ym. 1968, Maataloushallitus 1970, Westman ym. 1971, Simola 1972, Tuunainen 1973). Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksessa aloitettiin jo vuonna 1966 – laitoksen rakentamisen vasta käynnistyttyä – Iijoen patoamisen (v. 1961) takia uhanalaiseksi käyneen Iijoen lohen emokalanviljely (Afanasjeff 1981). Mainittakoon, että vuonna 1971 hankittiin Iijokisuulta viimeisen kerran lohen luonnonmätiä ja siitä lähtien tämä korvaamaton lohikanta – yksi kolmesta enää jäljellä olevasta Itämereen laskevien lohijokiemme kannoista – on ollut viljelyn varassa. Samalla tavalla on emokalanviljelyn avulla saatu pelastetuksi monia muitakin häviämässä olevia kalakantoja kuten esim. Saimaan järvilohi ja nieriä (Pironen 1990).

Kalakantojen heikentymisen, kalatautiriskien lisääntymisen ja istutusten kasvun vuoksi jouduttiin emokalanviljelyä erityisesti 1980-luvulla voimakkaasti laajentamaan. Valtion kalanviljelylaitoksissa on viljelyssä jo yhteensä 20 kalalajia ja 86 kalakantaa sekä kaksi rapulajia. Emokalastojen kokonaisbiomassa on n. 70 tonnia. Laitosten mädintuotanto on n. 22 milj. lohien, taimenten ja nieriöiden mätimunaa, n. 100 milj. siikojen mätimunaa ja n. 19 milj. kuhan ja harjusten mätimunaa. Noin 95 % petomaisten lohikalalojen, n. 50 % siikojen ja n. 90 % harjusten mädistä tuotetaan emokalanviljelyllä ja myöskin kuhan emokalankasvatus on käynnistynyt.

6. Emokalanviljelyn tulevat tarpeet

Suomessa toteutettu lohikalokasvatusohjelma mädintuotannon turvaamiseksi on laajuutensa ja viljeltyjen lajien ja kantojen lukumäärän suhteen ainutlaatuinen Euroopassa. Esimerkiksi Ruotsissa ja Islannissa harjoitettava laajamittainen lohien istutuspoikasten viljely perustuu kudulle nousevista lohista hankittuun mätiin. Tämä on ollut näissä maissa mahdollista, koska kaikkia lohijokia ei ole rakennettu ja padotuissa joissakin on runsailla poikasistuksilla ylläpidetty riittäviä lohikantoja.

Vaelluskalojen luonnonmädin hankintamahdollisuudet ovat Itämeren piirissä kuitenkin nopeasti heikentyneet erityisesti kalatautien ja ympäristömuutosten takia. Luonnonvesissä on käytännössä mahdotonta estää kalatautien leviämistä, jos niitä ilmenee kalakannoissa. Tämä voi johtaa myös huomattaviin vaikeuksiin mädin hankinnassa, kuten Ruotsissa 1970-luvulla todettiin kutevissa lohissa esiintyneen nk. "UDN-taudin" yhteydessä (Valtonen ym. 1977). Paisetauti on viime vuosina merkittävästi haitannut mm. Tornionjoen lohien mädin hankintaa ja Voimalohi Oy on paisetaudin vähentämiseksi jokisuulaitoksillaan luopunut vaelluskalojen luonnonmädin hankinnasta ja käyttää Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen tuottamaa laitosmätää. Pohjanlahteen viime vuosina levinneet BKD ja IPN rajoittavat entisestään luonnonmädin käyttöä, sillä näiden tautien leviämistä mädin mukana ei voida estää mädin desinfioinnilla.

Vuosina 1991 ja 1992 on Itämeren alueella hankitun lohien mädin kuolleisuus ollut toistaiseksi tuntemattomasta syystä poikkeuksellisen suurta, n. 50–90 %. Emokalanviljelyllä tuotetussa mädissä ei vastaavaa kuolleisuutta ole havaittu (Pasanen 1992). Ruotsin luonnonmätiin tukeutuvat lohi-istutukset Itämereen ovat mädin huonon laadun takia vaikeuksissa ja siellä ollaan saattujen tietojen mukaan käynnistämässä lohien emokalanviljelyä mädinsaannin turvaamiseksi. Lohi-istutusten väheneminen tullee joka tapauksessa muutaman vuoden kuluttua heijastumaan lohisaaliisiin.

Valtion kalanviljelyn merkitys luonnonvesien kalakantojen hoidossa tarvittavan alkumateriaalin tuottajana on nykyisin varsin keskeinen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen rooli mädin tuottajana emokalanviljelyllä tulee edelleenkin korostumaan erityisesti kalatautien torjunnan edellyttämän mereisten vaelluskalokantojen, lohien, meritaimenen ja vaellussiihan luonnonmädin hankinta- ja käyttörajoitusten vuoksi. Erityisesti Perämeren alueella, jossa on suuria istutusvelvoitteita, tämä on jo aiheuttanut huomattavia mädintuotantotarpeita.

Kalastuslaki velvoittaa kalastusalueet laatimaan käyttö- ja hoitosuunnitelman, jonka tulee muun ohella sisältää kalakantojen hoitoa koskevat yleiset suuntaviivat. Valmistuneet lukuisat

vesistökohtaiset ja alueelliset hoitosuunnitelmat näyttävät myös merkittävästi lisäävän arvokalojen istutustarpeita ja siten luovan odotuksia myös valtion kalanviljelytoiminnan laajuudelle.

Ravun ja täpläravun mädin tuotanto on toistaiseksi ollut melko vähäistä. Varsinkin rapuruttoa kestävän täpläravun pikkupoikasten kysyntä on nopeasti kasvamassa kiinnostuksen lisääntyessä rapukantojen hoitoon. Viime vuosina on mm. Evon ja Porlan kalanviljelylaitoksissa kehitetty menetelmiä rapujen mädin ja poikasten laajamittaiseksi tuottamiseksi (lähemmin Skurdal ym. 1989). Maa- ja metsätalousministeriön asettama valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä (1988) esitti, että valtion tehtävänä on tehostaa emorapujen viljelyä mädin ja pikkupoikastarpeen tyydyttämiseksi. Ravun ja täpläravun viljelyä ollaankin lisäämässä.

Määrällisten tavoitteiden ohella on emokalanviljelylle asetettava myös tavoitteeksi mädin laadun parantaminen mm. emokalojen viljelymenetelmiä, ravintoa ja ruokintaa kehittämällä. Emokalojen oikealla hoidolla voidaan vaikuttaa sekä mädin laatuun että määrään kuten valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivillä todettiin (Eskelinen & Pasanen 1991). Mädin laadun parantuminen parantaa mäti/poikanen tuotantosuhdetta ja vaikuttaa siten myös mädin tuotantotarpeisiin.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toiminta- ja taloussuunnitelmassa vuosille 1994–1997 todetaan, että uuden vesiviljelyn tulosalueen tehtävänä on ylläpitää taloudellisesti arvokkaita kalakantoja ja tuottaa niiden sekä rapujen mätiä ja poikasia valtion omien tarpeiden sekä yksityisen kysynnän edellyttämässä määrin. Rodunjalostuksella tuotetaan perintökijöiltään sekä laadultaan ja tuotanto-ominaisuuksiltaan korkeatasoista kasvatusaineistoa ruokakalan viljelyä varten. Näiden vaativien ja velvoittavien tehtävien hoito edellyttää paneutumista emokalanviljelyn kehittämiseen sekä monipuolista tutkimus- ja koetoimintaa.

Kirjallisuus

- Afanasjeff, J. 1981. Lohen emokalaviljely Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksessa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 3, s. 47–51.
- Anon. 1893. Sananen kalalammikoista. Suomen Kalastuslehti 2, s. 2–4.
- Ericsson, B. 1914. Lammikkoviljelyksen synty ja kehitys Evon kalastuskoeasemalla. Suomen Kalastuslehti 21, s. 51–59.
- Eskelinen, P. & Pasanen, P. 1991. Miten emokalastojen hoidolla voidaan vaikuttaa mädin laatuun ja määrään? Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 31, s. 47–50.
- Eskelinen, U., Mäkinen, T. & Ruohonen, K. 1992. Kalanviljelyn kehitys kokeilusta elinkeinoksi ja kalakantojen suojeluksi. Suomen Kalatalous 60, s. 121–131.
- Heino, L. 1972. Lohensukuisten petokalojen emokalakasvatus. Kalataloussäätiön monistettu-

- ja julkaisuja n:o 45. 19 s. Kalataloussäätiön tutkimuslaitos. Helsinki. (moniste).
- Juntunen, K. 1992. Valtion kalanviljelyn (RKTL/KVO) tuotannon suuntaviivat. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 57, s. 20-41.
- Kajosaari, H. 1958. Emotaimenten kasvatusta lammikossa. Suomen Kalastuslehti 65 (1), s. 3-6.
- Kallio, I. 1986. Vaelluskalakantojen nykyinen tila ja hoito. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 44, s. 1-51.
- Kirjavainen, J. & Westman, K. 1992. Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos 100 vuotta. Suomen Kalatalous 60, s. 1-69.
- Koli, L. & Sormunen, T. 1973. Katsaus Kalataloussäätiön toimintaan 1948-72. Kalataloussäätiö. 25 s. Helsinki. (moniste).
- Koljonen, M.-L. 1984. Ihmisen toiminnan vaikutus lohen perinnölliseen rakenteeseen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 18. 39 s.
- Koljonen, M.-L. 1992. Perinnölliset näkökohdat Perämeren vaelluskalakantojen hoidossa. Perämeren rakennettujen jokien vaelluskalakantojen hoito. Nättepori, Ii, 17.11.1992. s. 45-54. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos, Taivalkoski. (moniste).
- Maataloushallitus 1970. Yleissuunnitelma toimenpiteiksi kalastusolomme kehittämiseksi. Maataloushallituksen kalatalousosasto. Monistettuja julkaisuja n:o 1. 88 s. Helsinki.
- Nordqvist, O. 1902. Kalastustalouden käsikirja. Kalastajain ja metsästäjien kirjasto 1. 202 s. Helsingin sentraalikirjapaino ja kirjasto-osakeyhtiö. Helsinki.
- Pasanen, P. 1992. Vaelluskalakantojen mädinhankinnan järjestäminen. Perämeren rakennettujen jokien vaelluskalakantojen hoito. Nättepori, Ii, 17.11.1992. s. 55-58. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos, Taivalkoski. (moniste).
- Piironen, J. 1990. Saimaan järvilohen ja nieriän viljely ja hoito. Suomen Kalatalous 56, s. 66-73.
- Sandman, J. 1895. Muutama sana Lohjan Kyrkstädiin perustetuista kalalammikoista. Suomen Kalastuslehti 4, s. 157-162.
- Sandman, J. 1905. Uusia tuloksia kalanviljelyksestä Evon kalastuskoeasemalla. Suomen Kalastuslehti 14, s. 67-72.
- Siltamaa, E. & Westman, K. 1992. Valtion kalanviljelyn alkutaipaleelta. Suomen Kalatalous 60, s. 132-141.
- Simola, O. 1972. Valtion kalanviljelyn tavoitteet. Kalamiehet ry:n jatkokoulutuskurssien 4.-8.9.1972 esitelmiä ja alustuksia, s. 74-85. Kalamiehet ry. (moniste).
- Skurdal, J., Westman, K. & Bergan, P. I. (toim.) 1989. Crayfish culture in Europe. Report from the workshop on crayfish culture, 16-19. Nov. 1987, Trondheim, Norway. 198 s.
- Tuunainen, P. 1973. Valtion kalanviljelytoiminnan päämäärät kalavesien istutustoiminnan suhteen. Suomen Kalankasvattaja 1973 (1), s. 8-10.
- Valli, J. 1936. Kalanviljelylaitoksen lammikoissa kasvatetuista järvilohista saatu mäti ei elinvoimaista. Suomen Kalastuslehti 43, s. 32.
- Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä 1988. Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 1988: 14. 77 s.
- Valtonen, M., Aro, M., Simola, O., Sumari, O., Westman, K. & Janatuinen, J. 1977. UDN-työryhmän mietintö. 27 s. + 26 liites. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. (moniste).
- Westman, K. 1991. Kalanviljelyosaston tehtävät ja tavoitteet. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 31, s. 5-11.
- Westman, K. 1992. Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos. 100-vuotta kalataloustutkimusta ja valtion kalanviljelyä. Suomen Kalastuslehti 99 (8), s. 20-24.

- Westman, K. 1993. Valtion kalanviljelyn kehittäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 59, s. 1–10.
- Westman, K., Sumari, O. & Toivonen, J. 1971. Laukaan keskuskalanviljelylaitoksen tutkimustoiminnan periaatteelliset suuntaviivat. Suomen Kalastuslehti 78, s. 4–8.
- Westman, K. & Tuunainen, P. 1981. Luonnonmädin hankinnan ja emokalanviljelyn merkitys kalakantojen hoidossa. Suomen Kalastuslehti 88, s. 164–167.
- Vääriskoski, E., Sumari, O., Toivonen, J., Westman, K. & Airaksinen, K. 1968. Valtion kalanviljelylaitokset. Alustava laitoskohtainen käyttösuunnitelma. Maataloushallitus. 19 s. Helsinki. (moniste).

LOHIKALOJEN EMOKALANVILJELYN SUUNNITTELU JA VILJELYTEKNIikka

PENTTI PASANEN¹ & KEIJO JUNTUNEN²

¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos, 93400 Taivalkoski

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Muonion kalanviljelylaitos, 99300 Muonio

1. Johdanto

Emokalanviljelyn suunnittelua yleisellä tasolla on pohtinut viimeksi kalanviljelyosaston sisäinen ns. varakantatyöryhmä, jonka tehtävänä oli mm. kalanviljelyinformaation yhtenäistämisen, laatia periaatteet uusien lajien ja kantojen viljelyyn ottamiseksi sekä tehdä esitys ns. varakantajärjestelmästä. Emokalanviljelyä kalakantojen tasolla on tarkasteltu eri laitosten viljelysuunnitelmissa, joissa on määritelty kunkin laitoksen toimialueen emokalanviljelyn tarve ja mitoitus.

2. Emokalanviljelyn tarpeen arviointi

Määrällisen ja laadullisen mädintuotantotarpeen arvioimiseksi valtion kalanviljely on kiinteässä yhteydessä kalatalousviranomaisiin sekä seuraa kalataloussuunnittelua, vesioikeusprosesseja ja mädin kysynnän muutoksia. Tarkistetut tarvearviot esitetään vuosittain kalanviljelyosaston toiminta- ja taloussuunnitelmissa.

Arvioitaessa uuden kannan ottoa viljelyyn joudutaan punnitsemaan mm. kannan uhanalaisuutta, kalataloudellista merkitystä, tuotteen kysyntää ja tutkimuskäyttöä. Kaikkia uhanalaisia kalakantoja ei kustannussyistä voida ottaa emokalanviljelyyn. Esimerkiksi kaikkien uhanalaisten purotaimenkantojen taltioiminen emokalalaitoksiin on taloudellisesti mahdotonta. Usein kannan säilytys on hoidettavissa esimerkiksi kalastuksen säätelyllä. Maidin pakastaminen on myös eräissä tapauksissa käyttökelpoinen ratkaisu. On myös selvitetävä onko uhanalainen kanta todella geneettisesti erilaistunut. Useimmiten kannan viljelyynoton ratkaisee lajin ja kannan kalataloudellinen merkitys, eli onko mädistä kysyntää. Kalataloudellisesti arvokas kanta voidaan ottaa viljelyyn ilman uhanalaisuuden vaatimustakin. Valtion kalanviljelyn tehtävänä on tuottaa materiaalia myös tutkimustarpeisiin. Usein lajin uhanalaisuus, ta-

loudellinen merkitys ja tutkimuksellinen kiinnostavuus kulkevat käsi kädessä.

3. Viljelyn mitoitus

Emokalanviljely pyritään mitoittamaan mahdollisimman tarkoin arvioidun mätitarpeen mukaisesti. Emokalanviljelyssä syntyy kuitenkin tuotantoylijäämää useista eri syistä. Emokalanviljelyn mitoitusta säätelevät emoparven perinnöllisesti riittävä laajuus, mädin kysyntä ja viljelyn varmistamisen tarve.

Emokalastolla on geneettinen minimikoko, jonka mädintuotanto ylittää usein poikastuotantotarpeet. Emokalastojen on oltava suuria (vähintään 500 yksilöä), jos viljeltävänä on pelkäämään kalanviljelylaitokseen taltioitu kanta tai luonnonkannan tila on niin heikko, että uutta perinnöllistä materiaalia on huonosti saatavilla (ks. Koljonen 1993). Lyhyellä tähtäyksellä, kun emokalastot voidaan säännöllisesti uusua luonnosta, voi emoparven populaatiokoko olla pienempikin.

Emokalanviljely on pitkäjännitteistä, jolloin tarpeen ja kysynnän muutokset joudutaan arvioimaan vähintään viiden vuoden tähtäimellä. Emokalanviljelyyn otetusta kannasta on laitoksessa samanaikaisesti useita eri ikäisiä kasvavia ja tuotannossa olevia parvia. Viljelyn mitoituksessa on varauduttava emokalastojen uusimissyklistä ja tuotannon epävarmuustekijöistä johtuviin vaihteluihin. Emoparviin uusimiskierron pituuden määrää naaraiden tuotantoajan kesto, joka on yleensä noin 5 vuotta. Mitä suurempi mädin tarve on sitä tiheämmin peräkkäiset ikäluokat seuraavat viljelyssä toisiaan. Koiraiden tuotantoikä on huomattavasti lyhyempi kuin naaraiden tuotantoikä johtuen koiraiden naaraita suuremmasta kuolevuudesta. Koiraiden loppuessa voidaan tarvittava maiti lypsää nuoremmista ikäluokista. Lähitulevaisuudessa on syytä selvittää pakastetun maidin käyttöä hedelmöitykseen, jolloin voitaisiin vähentää koiraiden viljelyä ja toisaalta laajentaa kannan perinnöllistä pohjaa.

4. Viljelyn varmistaminen

Häiriötön mädintuotanto turvataan laitoksen sisällä jakamalla emokalastot useisiin rinnakkaisiin viljely-yksiköihin ja käyttämällä tuotannossa samanaikaisesti useita ikäluokkia. Tärkeimpien emokalastojen mädintuotanto jaetaan lisäksi useammalle laitokselle, jolloin toisella laitoksella on tuotannon päävastuu ja toinen laitos varmistaa viljelyn. Tuotannon varmistamisessa on olennaista, että myös varmistavan laitoksen tuottamalle mädille on selkeä käyttötarkoitus. Viljelyn jakaminen useammalle laitokselle aiheuttaa tuotantoylijäämän kasvua, joten ns. varakantaviljely kannattaa rajoittaa vain tärkeimpiin parviin. Tiettävästi yhtään viljelyyn otettua tärkeää kalakantaa ei ole toistaiseksi menetetty. Laitosten sisäisen varmistuksen lisäksi

varakantana voivat toimia haudottavana oleva mäti, pakastettu maiti, jatkokasvatustiloksessa olevat poikaset, luonnonravintopoikaset, luonnonemot ja -poikaset tai emokalajärveen istutettu kanta. Usein tietty kanta on tuotantohäiriötilanteissa korvattavissa toisella kannalla, joten myös eri kannat varmistavat toisiaan. Viljelyn varmistamisen tarpeellisuus ja menettelytapa on harkittava laji- ja kantakohtaisesti.

5. Tuotantovastuun jako ja kapasiteetin riittävyys

Varakantatyöryhmä tarkasteli myös laitosten tuotantovastuita, jotka perustuvat pääosin alueellisiin lähtökohtiin. Mädituotannossa päävastuun kantaja on kunkin kalalajin ja -kannan läheisin ja mielellään ko. vesistöalueella toimiva laitos. Toisaalta vastuut jaettiin maantieteellisesti lähinnä pohjois-eteläsuunnassa sekä suurimpien vesistöaluekokonaisuuksien mukaisesti. Tuotantovastuun jakaminen em. perusteella on tarpeen tuotannon turvaamiseksi mm. kalatautikysymysten vuoksi. Esitys eri laitosten vastuualueiksi on esitetty kalanviljelyosaston sisäisessä tavoiteohjelmaluonnoksessa.

Varakantatyöryhmä kartoitti valtion kalanviljelylaitosten käytössä olevat viljelytilat ja toisaalta emokalanviljelyn tilatarpeen. Emokalanviljelyyn käytettävissä olevien altaiden yhteenlaskettu pinta-ala ylittää reilusti vuoteen 1995 saakka tiedossa olevan tilatarpeen.

6. Tuotantotilat ja -tekniikka

Emokalanviljelyn tekniikkaa on pohdittu uusien ja saneerattavien kalanviljelylaitosten suunnittelutyöryhmissä sekä lukuisissa tutkimus-, koe- ja kehittämishankkeissa.

Valtion kalanviljelyn odotetaan tuottavan korkealuokkaista, rotupuhdasta ja kalataudeista vapaata mätiä jatkokasvatusta varten. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksessa todetun paisetaudin seurauksena kalanviljelymenetelmiä jouduttiin arvioimaan osittain uudestaan. Erityisesti kiinnitettiin huomiota altaiden ja välineistön desinfiointiin. Nykyisin käytössä olevia sora-, puu- ja betoniverhoiltuja altaita ei kyetä desinfiointiin riittävän tehokkaasti. Kalatauteja laitoksen sisällä levittävät altaasta toiseen vapaasti liikkuvat linnut, minkit, ketut ym. eläimet. Kalatautitorjunnan tehostamisen myötä päädyttiin Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen saneeraussuunnitelmissa kokonaan katettuihin allastiloihin ja luovuttiin kokonaan perinteisistä ulkoaltaista. Allastilojen kattamiseen on päädytty myös Inarin, Käylän ja Muonion kalanviljelylaitosten peruskorjauksissa. Aiemmin katettua vartuneempien kalojen viljelytilaa on rakennettu Itä-Suomen ja Laukaan keskuskalanviljelylaitoksiin ja Tornionjoen kalanviljelylaitokseen.

Viljelyrutiinissa kalojen lypsyyiin liittyvät työvaiheet tehdään ulkona altaissa syys–joulukuun välisenä aikana. Työskentely altaassa säiden armoilla on työsuojelullisesti arveluttavaa. Tilojen kattaminen parantaa olennaisesti viljelijöiden työoloja. Pohjois-Suomen laitoksissa, jotka ottavat vetensä joesta, altaat ovat yli puoli vuotta jään peitossa, jolloin kalojen tarkkailu ja lypsyyssä vaurioituneiden kalojen hoito on vaikeaa. Jääpeitteen aikana kalojen ruokinta ja ruoan hyväksikäyttö on tehotonta, mikä hidastaa kalojen kasvua ja heikentää kuntoa. Kattaminen parantaa allashygieniaa vähentämällä valon määrää ja leväkasvua sekä mahdollistamalla altaiden puhdistuksen myös talvella. Altaiden kattaminen tekee mahdolliseksi automaattien ja robottien käytön emokalojen ruokinnassa ja valvonnassa sekä antaa mahdollisuuden kutuajan kohdan muunteluun valorytmin avulla.

Altaiden kattaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, mutta tehtyjen selvitysten perusteella pääosa lisäkustannuksista saadaan takaisin jo investointivaiheessa. Altaiden rakentamisessa voidaan käyttää keveitä allasrakenteita, koska jääkuormia ja routimisvaaraa ei tarvitse ottaa huomioon. Tällöin myös putkistot voidaan perustaa matalampaan syvyyteen. Viljelyn kannalta huomattavaa etua saadaan pienentyneenä kuolleisuutena ja parantuneena kasvuna, kun kaloja voidaan tarkkailla, hoitaa ja ruokkia ympäri vuoden. Työskentelyolot paranevat lypsyyin aikana olennaisesti ja robottien sekä automaattien käyttö ruokinnassa alentaa työvoimakustannuksia. Käyttökustannukset eivät lisäänty merkittävästi, koska tiloja pyritään lämmittämään mahdollisimman vähän.

Uusissa laitoksissa emokala-altaat ovat pääosin pyöröaltaita. Ratkaisuun on päädytty osittain kattamiskustannusten alentamiseksi, koska pyöröaltaissa voidaan käyttää suurempia viljelytiheyksiä kuin uoma-altaissa ja pienentää siten katettavaa pinta-alaa. Pyöröaltaiden etuna on niiden itsepuhdistuvuus, jolloin kalojen ulosteet ja syömättä jäänyt rehu saadaan altaasta talteen ja altaan puhdistustarve on vähäinen. Pyöröaltaissa saavutettavalla suurella virtausnopeudella on myönteisiä vaikutuksia kalojen kuntoon.

Altaiden halkaisijaksi on emokaloilla valittu 8 m, joka on riittävän pieni, jotta kahteen riviin rakennettavien altaiden katteen jänneväli ei kasva kohtuuttoman suureksi. Toisaalta allas on riittävän iso keskimääräiselle emoparvelle. PSKKVL:n, Inarin ja Muonion kalanviljelylaitosten allastilojen kattamisessa on päädytty ns. Rannilan kaareen, jonka itsekantava teräksinen kaarirakenne mahdollistaa optimaalisen tilankäytön. Käylän kalanviljelylaitokseen on rakennettu perinteisempi teräsrunkoinen halli.

7. Tulevaisuuden näköalat

Katettujen viljelytilojen rakentaminen avaa runsaasti mahdollisuuksia tehostaa emokalanvil-

jelyä. Työmenetelmiä voidaan kehittää ja koneellistaa kalojen keräilyssä, siirrossa ja lypsässä, kun työskennellään sisällä.

Siirtyminen käsiruokinnasta automaatti- ja robottiruokintaan mahdollistaa ruokinnan optimoinnin. Emokalanviljelyssä on hyvät lähtökohdat vähentää rehukustannuksia ja vesistökuormitusta ruokinnan optimoinnilla, koska viljelyssä ei tavoitella maksimikasvua. Ruokintaohjelmia laadittaessa on eri lajien ravinnonottokäyttäytyminen tunnettava tarkkaan (esim. vuorokaudenaika, syökö pinnasta vai pohjalta, ym.). Nuoruvaiheessa ravintotilanteella voidaan vaikuttaa kalan sukukypsyyden kehittymisikään. Sukukypsän kalan lisääntymissykli säätelee ravinnonottoa eri vuodenaikoina.

Kutuajankohdan manipuloinnille valorytmin avulla on katetuissa tiloissa hyvät edellytykset. Emokalanviljelyssä voidaan yrittää pidentää kasvukautta myöhäistämällä kutua. Naaraiden suuri koko ennen sukukypsyyden saavuttamista on tavoiteltavaa, koirailta tilanne on päinvastoin. Varhaiskypsien koiraiden käyttöä hedelmöitykseen kannattaa kokeilla, koska maidin riittävyys ei ole ongelma. Toisaalta myös pakastetun maidin käyttöä tulisi tuoda rutiiniviljelyyn, jolloin emokalamassaa voidaan vähentää ja toisaalta ylläpitää ja laajentaa emokalaston perinnöllistä pohjaa.

Mädin laadussa on edelleen ongelmia lähinnä lohella, jonka kuolevuus haudonnan aikana on suurta. Asiakkaat vaativat nykyisin enenevässä määrin myös erikoispalveluja, kuten kuoriutumisen aikaistamista lämmitetyllä vedellä tai viivästymistä jäädytetyllä vedellä. Erilaisten geenimanipuloitujen tuotteiden kysynnän oletetaan myös lisääntyvän.

Uusien emokalastojen perustaminen ja vanhojen uusiminen tulee jatkossa vaikeutumaan voimassa olevien kalatautisäädösten takia. Erityisesti mereisten lajien emokalaparvien uusiminen edellyttää emokalojen säilytystiloja ja karanteenihaudontaan soveltuvien tiloja.

Emokalaviljelyssä on runsaasti tutkittavaa, mutta tutkijaresurssit laitoksilla ovat vähäiset. Tutkijat olisi saatava altaan äärelle.

Kirjallisuus

Koljonen, M-L. 1993. Perimän muuttuminen on otettava huomioon kalakantojen hoidossa. Suomen Kalastuslehti 2, s. 10–13.

EMOKALOJEN JA MÄDINTUOTANNON SÄÄTELY YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN AVULLA

ANTTI SOIVIO

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, PL 202 00151 Helsinki

1. Johdanto

Kalan sopeutuminen ympäristötekijöihin perustuu monimutkaisiin, ulkoisiin ärsykkeisiin reagoiviin säätelymekanismeihin, joista jokaisen kalanviljelijän tulisi olla perillä. Ilmeisten laji- ja jopa kantakohtaisten erojen vuoksi nykytietämyksellä kyetään lähinnä ennakoimaan tiettyjen ympäristötekijöiden vaikutuksia. Toisaalta, jos kyetään täysin hallittuun viljelyyn (säädeltävä lämpötila ja valaistus sekä emokaloja tyydyttävä rehu häiriöttömissä olosuhteissa) kyetään mädin laatuun ja kutuaikaan nykytiedoillakin vaikuttamaan.

Kalaan viljelyssä vaikuttavia tekijöitä ovat mm. veden laatu ja virtaus, lämpötila, valaistusolot, käsittelyt ja kylvetykset, lääkehoidot ja rehut. Lähes kaikkiin liittyy viljelijän pyrkimys mekanismin hyötykäyttöön, mutta taitamattomuus johtaa usein myös epätoivottuihin reaktioihin kalassa. Usein ympäristö välittyy kalaan aistien välityksellä ja vaikutus siirtyy kalan sisäisen säätelymekanismin laukaisijaksi yleensä varsin korkealla hermostollisella tai hormonaalisella tasolla.

Toisenlainen mekanismi vaihtolämpöiseen kalaan vaikuttavana ympäristömuuttujana on esim. lämpötilalla, jonka kohoaminen tiettyyn määrään asti kiihdyttää kalan yleistä aineenvaihduntaa n. kaksinkertaiseksi jokaista 10 °C nousua kohden. Vastaavasti aineenvaihdunta hidastuu lämpötilan laskiessa. Tähän perustuen kyetään jossain määrin säätelemään myös mädin kehittymisnopeutta. Myös ympäristön osmoottisten ominaisuuksien, happipitoisuuden tai happamoitumisasteen muutokset säätelevät kalan elintoimintoja muuttamalla suoraan sen sisäistä "miljöötä" eli ympäristöä. Seuraavassa käsitellään lyhyesti niitä mädintuotantoon vaikuttavia emokalan toimintoja, joita kyetään säätelemään ulkoisia olosuhteita muuttamalla.

2. Sukukypsyys ja lisääntymissyklit

Suomessa kaikki viljelyssä olevat kalalajit "kutevat" eli tuottavat sukutuotteita, maitia ja mätää, kerran vuodessa. Luonnonoloissa kutuaika ajoittuu siten, että ulkoiset olosuhteet ja ravin-

totilanne ovat mahdollisimman suosiolliset hedelmöitetystä mädistä kuoriutuvalle poikaselle. Kalat säättävät sukurauhastensa kypsymisen ja kutuajan ulkoisten säätelymekanismien avulla. Näitä ovat esim. ravinnon riittävyys, lämpötilan tai valaistuksen muutos, tulvan aikaansaama veden laadun muutos. Riippumatta sukupuolesta sukurauhasen kehittyminen kutuvaiheeseen vie kuitenkin pitkän ajan, naarailla jopa lähes kaksi vuotta vaikka tulevien poikasten hyvinvoinnin kannalta tärkeä ajanjakso, kutuvaihe, kestää vain joitakin päiviä.

Ulkoiset tekijät laukaisevat tiettyjä aineenvaihdunnan muutoksia, joiden tavoitteena tässä tapauksessa on sukurauhasten aktivoiminen oikeaan aikaan. Vaikka tämä on sukurauhasten kasvulle ja näin koko kutuvaiheelle välttämätön alkusysäys, koko tapahtumaketjun hienosäädön hoitavat elimistön itsensä tuottamat sukupuolitoimintoihin liittyvät hormonit. Tärkeimpiä sukukypsytyksen ja kudun säätelyyn osallistuvia sisäeritteisiä rauhasia ovat hypotalamus (alanäkökukkula), aivolisäke ja sukurauhaset. Tämän monimutkaisen tapahtuman tunteminen ja ymmärtäminen ainakin jossakin määrin on edellytyksenä, jos halutaan tehostaa kalanviljelyä säätelemällä kutusykliä ympäristötekijöiden avulla.

Siihen vaikuttavat muutokset kalan sisäisessä ja ulkoisessa ympäristössä, usein niin, että ulkoinen muutos tavalla tai toisella muuttaa sisäistä ympäristöä. Tämän seurauksena aivoissa, näköhermojen risteytymiskohdan läheisyydessä oleva hypotalamus erittää lyhyitä aminohappopoketjuja (peptidejä), vapauttajahormoneja (releasing hormoneja), jotka kulkeutuvat lyhyen matkan aivojen pohjassa, näköhermojen alapuolella olevaan aivolisäkkeeseen. Sen solut puolestaan erittävät nyt sukurauhasiin vaikuttavia, gonadotrooppisia, hormoneja, jotka veren mukana kulkeutuvat sukurauhasiin. Nämä gonadotropiinit säätelevät kaikkia toiminnallisia ja rakenteellisia muutoksia molempien sukupuolten sukurauhasissa. Ne laukaisevat sukuhormonien muodostumisen ja erittymisen sukurauhasista. Juuri nämä sukuhormonit, joko yksin tai yhdessä gonadotropiinien kanssa, säätelevät sukurauhasten kasvua ja toimintaa.

Koiraan siittiörauhanen tuottaa pääasiallisesti kahta "miespuolista" l. androgeenista hormonia, testosteronia ja 11-ketotestosteronia. Munarauhanen tuottaa kahta erityyppistä "naishormonia", estrogeenejä, pääasiassa 17-beta-estradiolia ja estronia sekä progestageenejä, joita ovat 17alfa-20beta-dihydroprogesteroni sekä 17alfa-hydroxiproprogesteroni. Kaikilla näillä yhdisteillä on ns. steroidirunko, ja ne ovat samanlaisia kaikissa selkärangkaisissa, ja kaikkien "rakentuminen" alkaa kolesterolista.

Vaikka kalojen suvunjatkamistoiminnoissa on näennäisesti suuria eroja (syys-/kevätkutuiset; iso-/pienikokoinen mäti jne), on kaikilla kaloilla ylläesitetty lisääntymisen periaatekaava.

3. Kutuajan tarkoituksellinen säätely

Vettä jäähdyttämällä kyetään kutuaikaa viivästämaan ja lämmittämällä aikaistamaan. Kirjolohti on tässä suhteessa oiva esimerkki. Alunperin luonnossa kevätkutuisen kala on Skandinaviassa ja osassa Skotlantiakin säilynyt kevätkutuisena. Jos kirjolohta viljellään tasalämpöisessä 10 °C vedessä, se on syyskutuisen. Syksyinen lämpötilan lasku 1–2 asteeseen viivästyttää kuitenkin kutua n. 3 kk. Useat maamme kirjolohentajat osaavat myös emoja lämmittämällä saada ne menestyksekkääseen lypsykuntoon tammi–helmikuussa. Tämän kaltainen kutuajan siirtely on maassamme ollut lähinnä yksityisten viljelijöiden käytössä ja näinollen kirjoloheen kohdistuvaa. Muiden lohikalajien mätiä tuottava valtion kalanviljely on käyttänyt lämpökäsittelyä lähinnä kutuajan synkronointiin tietyissä kalaryhmissä. Myös karpin viljelyssä Porlan kvl:lla käytetään jatkuvasti lämmintä vettä mädin kypsyttämiseen.

Pienetkin lämpötilaerot (pohja/syvännevesi suhteessa pintaveteen) tuottavat pitkällä aikavälillä niin kesällä kuin talvellakin melkoisen määrän päiväasteita! Näin on mahdollista aktiivisesti puuttua lähinnä mädin laatuun: mätimunien koon kasvu hyötyy lämmön kohottamisesta myös talvisaikaan. Pintavesiviljelyssä emokalat ovat toki huomattavan kylmässä koko talvikauden, jos vertaamme vaikka eteläisellä Itämerellä syönnöksellä oleviin lohiin. Liikaa lämmitettäessä syyskutuisen kala saattaa ryhtyä lisääntymispuuhiin jo keväällä edellyttäen, että muut ympäristötekijät tätä ajankohtaa suosivat. Tässä on huomattava, että luonnossa vapaana liikkuva vaihtolämpöinen kala ei ole samalla tavoin ympäristön lämpötilan armoilla kuin viljelty kala. Se kykenee hakeutumaan elintoiminnoilleen suosiolliseen lämpötilaan, tietysti ympäristön rajoissa. Kudulle kypsyvät lohikalat hakevat talvella lämpimämpää vettä kuin syönnösvaellukselle valmistautuvat jokipoikaset.

Valaistusrytmiä muuttamalla voidaan vaikuttaa kalan kutuaikaan. Englantilainen, nykyään Stirlingin yliopistossa Skotlannissa vaikuttava Niall Bromage on kirjolohitutkimuksillaan osoittanut kutuajan riippuvuuden valaistusrytmistä eli päivän pituudesta. Mielenkiintoinen piirre on se, että kirjolohti kutee mitä vaihtelevimmissa, säännöllisissä valorytmeissä täydestä pimeydestä tai lyhyestä päivästä pitkään päivään, jopa jatkuvaan valaistukseen. Tämä osoittaa kiistatta, että kirjolohella on sisäinen rytmi, joka säätelee kutuaikaa. Tähän sisäiseen säännölliseen rytmiin kyetään kuitenkin vaikuttamaan valojakson pituutta muuttamalla. Bromage on kehittänyt tietyt säännöt, joiden puitteisiin kutuajan säätely mahtuu. Valojakson pidentyessä (joulusta juhannukseen) valojakson pidentäminen normaalista aikaistaa kutua, aluksi voimakkaammin, huhtikuun jälkeen vähemmän. Valojakson lyhentäminen pidentyvän päivän aikaan aluksi viivästyttää kutua maaliskuun lopulle asti ja saa aikaan maksimaalisen aikaistumisen huhtikuun alusta elokuun alkuun välisenä ajanjaksona. Luonnollisen päivän lyhentyessä valojakson pidentäminen juhannuksesta lokakuun alkuun välisenä ajanjaksona viivästyttää kutuaikaa ja

tämän jälkeen taas aikaistaa sitä (aina juhannukseen asti). Lyhennetty valojakso puolestaan varhaistaa kutua elokuun puolivälistä aina jouluuun asti.

Äskeinen hieman toisin ilmaistuna: Normaalial pidempi valojakso lokakuun puolivälistä juhannukseen aikaistaa, muuna aikana se myöhäistää kutuaikaa. Normaalial lyhempi valojakso joulusta maaliskuun alkuun myöhäistää, muuna aikana, heinä–elokuun vaihdetta lukuunottamatta, se aikaistaa kutuaikaa.

Ylläoleva on kirjolohikokeisiin perustuvaa teoriaa, joka toimii ilmeisen hyvin tasaisessa 10-asteisessa vedessä. Jopa siten, että Englannissa jo 1980-luvun alussa oli tilattavissa kuukauden välein ympäri vuoden vastakuoriutuneita kirjolohenpoikasia. Näiden tuottamisessa oli kuitenkin käytetty apuna myös mädin kehityksen hidastamista ja nopeuttamista eri lämpötilaisissa haudonnoissa. 0-asteisessa vedessä kirjolohen, myös mädin, aineenvaihdunnan nopeus on n. puolet ja 15-asteisessa vedessä n. 1,5-kertainen 10-asteiseen verrattuna. Käytännön kokemuksen perusteella emokalojen kutuaikojen hajonta pienenee, jos sama ryhmä vuodesta toiseen käsitellään samassa valorytmissä. Kutuaikaa voitaneen vielä täsmentää sitä edeltävällä emokalojen lämpökäsittelyllä. Laitoksillamme olevilla lohi- ja taimenemoilla säätyy kutuaika ilmeisesti suuresti esitetyn kirjolohimallin mukaisesti. Valon voimakkuuden osuutta kalan elintoimintojen ohjaajana ei ole tutkittu. Valon voimakkuudella yhdessä sen rytmisyyden kanssa saattaa kuitenkin olla vaikutuksesnsa siihen, että lohi ja taimen kutevat pohjoisilla laitoksilla aikaisemmin ja lämpimämmässä vedessä kuin eteläisillä. Valon elintoimintoja säätelevää osuutta arvioitaessa on erittäin perusteltua kattaa pohjoiset tuotantotilat siten, että niiden valorytmiä kyetään säätämään. Halli tulee kuitenkin kyetä tarpeen vaatiessa pimentämään täydellisesti, sillä ihmisen aistimassa pimeässä saattaa olla riittävästi valoa laukaisemaan kalan elimistön säätelytoimintoja.

Veden lämpötilan muuttuminen vaikuttaa kalan elintoimintoihin täysin fysikaalisesti. Lämmön nousu kiihdyttää aineenvaihduntaa, sen lasku hidastaa sitä. Valorytmit säätelevät kalan elintoimintoja aktiivisella erilaisten hormonien eritystä, jolloin ketju lisääntymisen osalta tavallisesti laukeaa vapauttajahormonien erityksen lisääntyessä. Tähän saattaa osaltaan olla syynä valossa heikentynyt käpylisäkkeen melatoniinihormonin erityys.

4. Mädituotannon säätely

Mäti määriteltäneen hyvälaatuiseksi, jos sen hedelmöityvyys on hyvä, kuolevuus silmäpisteasteella, kuoriutumisessa ja startissa on pieni ja se tuottaa nopeakasvuisia tasakokoisia poikasia. Vaikka edellä olevasta voitaneen olla yksimielisiä, ei hyväksyttävistä kuolevuusprosentteista eri vaiheessa ole saavutettu yksimielisyyttä. N. 40 vuotta sitten Briggs raportoi amerikk-

kalaisten hautomoiden silmäpisteasteen kuolleisuudeksi 18–19 %. Samankaltaiseen tulokseen on päästy viime aikoina Englannissa. Tulos yllättää, kun ottaa huomioon haudontatekniikan "kehityksen" 30 vuoden aikana. Viimeksi mainitut tekijät kuvaavat hedelmöitymisprosentiksi 90 % ja kuoriutumisprosentiksi 70 %. Näihin varmasti suomalainenkin viljelijä olisi tyytyväinen. 4-kuukautiseksi syöväksi poikaseksi selvisi 35–40 %. Nämä ovat keskiarvoja suuremmista otannoista, joissa parhaiden hedelmöitymisprosentti oli lähes 100 % ja huonoimpien 0 %.

Ravinnon vaikutuksesta mädin laatuun ks. esim. Eskelinen & Pasanen (1991). Kirjallisuudesta saa helposti sen vaikutelman, että ravintokoostumusten ja määrien vaikutukset ovat ristiriitaisia ja lisäksi vaikeita tulkita koejärjestelyiden muiden muuttujien vuoksi. Rehun rasvahappojen kulkeutuminen emon elimistöön ja sitä kautta mätiin on kuitenkin kiistattomasti osoitettu. Hämmästyttävintä tilanteessa on se, että vaikka rehun rasvat ovat peräisin kalaöljystä, sillä tuotetun kalan rasvahappokoostumus poikkeaa merkittävästi luonnonravinnolla kasvaneen kalan koostumuksesta.

Mädin jyväs-kokoon vaikuttaa ensisijaisesti estrogeenin maksassa laukaiseman vitellogeneesin tehokkuus ja kesto-aika. Näinollen kyseessä on kutuajan säätelyyn automaattisesti liittyvä ilmiö. Matalissa lämpötiloissa vitellogeneesi on hyvin hidasta ja mäti jää pienirakeiseksi. Mätimunnan koolla ei ole suoranaista vaikutusta muuhun kuin vastakuoriutuneen ruskuaispussipoikasen kokoon. Ruskuaispussipoikasen energiankulutuksen jakautumiseen liikunnan ja kasvun välille vaikuttavat puolestaan niin monet ulkoiset tekijät, ettei starttipoikasen kokoa voi yleis-pätevästi ennustaa mätimunnan koon perusteella.

Ainoa tekijä, jonka on osoitettu selvästi vaikuttavan mädin laatuun, on lypsyajankohta. Ovuloitujen munien tulee saada olla ruumiinontelossa (kirjohella) 4–10 päivää 10-asteisessa vedessä, jotta ne saavuttaisivat parhaan hedelmöitymiskykynsä. Tämän jälkeen mädin laatu nopeasti huononee. Huonosti hedelmöitynyttä mätiä ei kannata hautoa, koska sen huonous "ker-tautuu" myöhemmin, niin silmäpisteasteella, kuoriutumisessa kuin starttissakin.

5. Tahaton lisääntymisen säätely

Useat viljelytoimet häiritsevät sukukypsyyden ja kutuvalmiuden kehittymistä ja vaikuttavat näin ollen haitallisesti lisääntymistulokseen. On todettu, että taimenen elimistön kohonneet kortisolitasot, jotka viljelyoloissa useimmiten johtuvat jonkin asteisesta kalan häirinnästä, vaikuttavat häiritsevästi lisääntymisen hormonaaliseen säätelyyn. Koirilla esimerkiksi aivolisäkkeen gonadotropiinin määrä pienenee merkittävästi ja veren testosteronipitoisuus saattaa pudota puoleen normaalista. Näiden koiraiden sukuraushaset ovat huomattavasti normaalia

pienemmät. Häirityillä naarailla todettiin myöskin aivolisäkkeen gonadotropiinipitoisuuden laskeneen, mikä johti veren hormonitasojen (testosteroni, estradioli) pienenemiseen. Tästä seurasi hidastunut vitellogeneesi ja munarauhasten jääminen normaalia pienemmiksi. Kirjohilla on saatu samankaltaisia tuloksia, joskaan muutokset normaalista eivät ole yhtä merkittäviä. Kuitenkin aivolisäkkeen gonadotropiini vähenee ja estää merkittävästi munarauhasen testosteroni- ja estrogeenieritystä. Kortisolilla saattaa myös olla estävä vaikutus estrogeenin aikaansaamaan vitellogeneesiaktivaatioon.

6. Lisääntymistoimintojen edistäminen viljelyssä

- pitkäaikaisen rasituksen välttäminen
 - lajittelu, kuljetukset
- rasituksen poistaminen korkeissa veden lämmöissä
 - kaikkalainen häiriö
- peräkkäisten rasitusten välttäminen
 - toistuvat hoitotoimet ja kylvetykset
- huolehtiminen nopeasta palautumisesta
 - laimeat (0,5 %) suolakylvyt rasituksen jälkeen
- paastottaminen 2–3 vrk ennen rasitusta
- kalatiheyden säättäminen vähiten häiritseväksi
- kevyt "tainnutus" ennen käsittelyjä
 - fenoksietanoli varsinkin toistuvissa käsittelyissä
- rodunjalostus
 - häiriövasteettomat kalat

Kirjallisuutta

- Billard, R. 1992. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes. *Aquaculture* 100, s. 263–298.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrust, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. & Barker, G. 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing off egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 100, s. 141–166.
- Eskelinen, P. & Pasanen, P. 1991. Miten emokalastojen hoidolla voidaan vaikuttaa mädin laatuun ja määrään? Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. *Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar* 31, s. 47–50.
- Pickering, A. D. 1992. Rainbow trout husbandry: management of the stress response. *Aquaculture* 100, s. 125–139.
- Shephard, J. & Bromage, N. (toim.) 1988. *Intensive Fish Farming*. BSP Professional Books, Oxford. 404 s.

HORMONIEN KÄYTTÖ MÄDINTUOTANNOSSA

MARKKU KAUKORANTA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, PL 202 00151 Helsinki

1. Johdanto

Kalojen sukupuolinen kypsyminen on mahdollista, kun tietyt ehdot ovat täyttyneet. Oheinen kuva (kuva 1) esittää kaavamaisesti kypsymiseen vaikuttavia tekijöitä ja sen säätelyn mekanismeja (ks. tarkemmin Soivio (1993) tässä niteessä).

Yksinkertaistettuna prosessi kulkee seuraavasti: suotuisten ympäristötekijöiden vaikutuksesta aivojen pohjassa sijaitseva hypothalamus erittää vapauttajahormoneiksi kutsuttuja aivohormoneja, jotka aktivoivat aivolisäkkeen eli hypofyyysin gonadotropiinisolujen hormonierityksen. Nämä hormonit, gonadotropiinit, siirtyvät verenkierron välityksellä gonadeihin ja laukaisevat niissä tapahtuvat kypsymiseen johtavat toiminnalliset ja rakenteelliset muutokset.

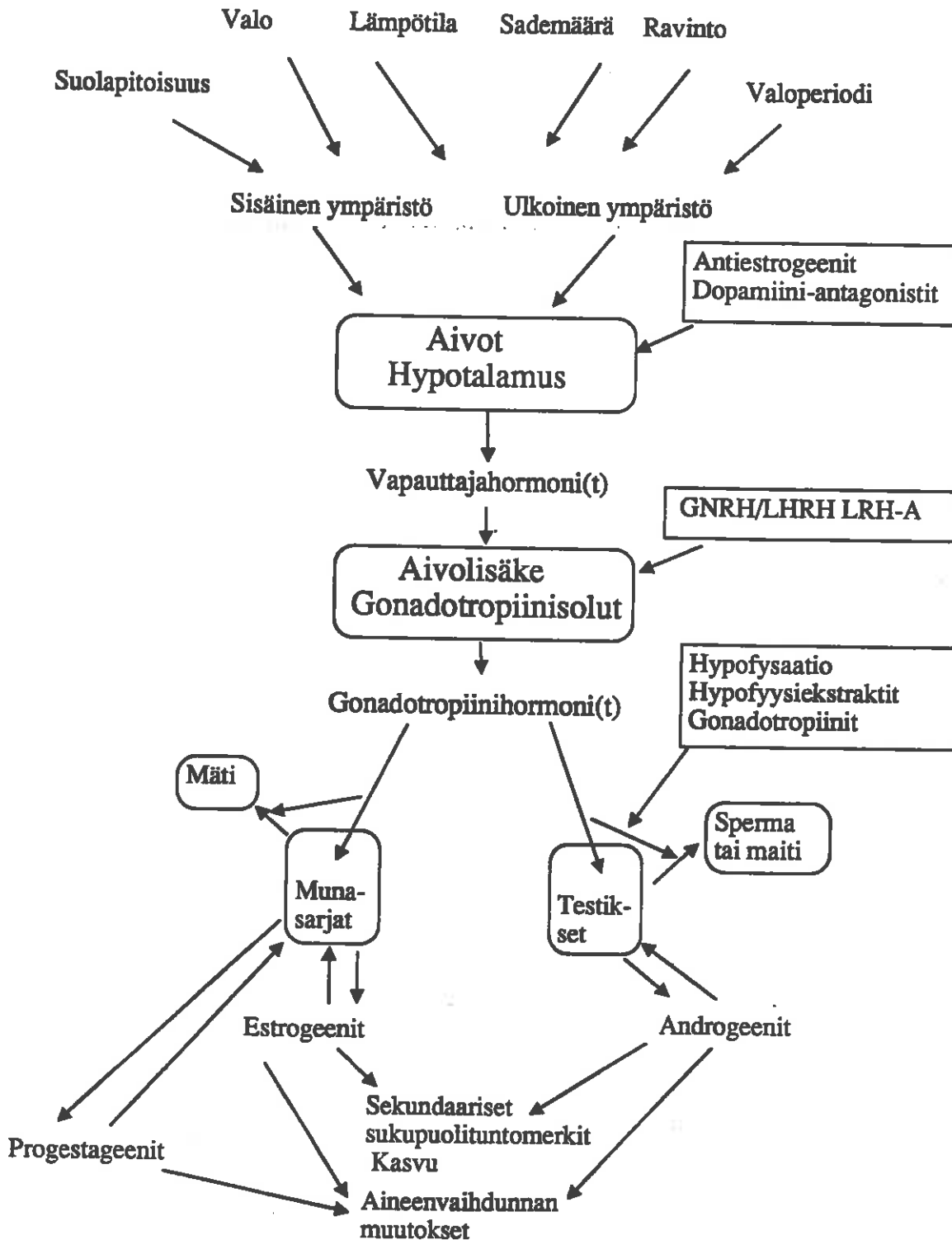
2. Hormonien käytön syistä

Laitosemoja käyttävä kalanviljely perustuu oikeastaan kokonaan kalojen kypsymisen säätelyyn ulkoisten tekijöiden avulla. Laitosolot luodaan sellaisiksi, että kala kasvaa, hormonisäätely toimii ja emojen lypsy tai kontrolloitu kutu on mahdollinen. Lohi on hyvä esimerkki siitä, miten petos onnistuu: laitosemot kasvavat ja kypsyvät allasolosuhteissa, ilman suolaista merivettä, kutuvaellusta ja kamppailua kutujokien vuolasta virtaa vastaan.

Luonnonmädin hankinnassa saadaan yleensä kutupaikoilta pyydystetyksi niin paljon emoja, että vain valitaan tarpeellinen määrä kypsiä kaloja, joiden mädillä saadaan haudontasuppilot täytetyiksi. Näin toimivat maamme lukuisat pienet haukirantojen kenttähautomot.

Kuitenkin sekä laitosviljelyssä että luonnonmädin hankinnassa saattaa kalojen sukusolujen lopullinen kypsyminen pysähtyä, koska kaikkia hormonaalisen prosessin vaatimia ympäristöärsykeitä ei laitoksessa tai vangiksi joutuneella kalalla ole olemassa. Tällöin voidaan lopullisen kypsymisen vaatima hormonilataus antaa kalalle ruiskeena.

Keinollinen säätely



KUVA 1. Lisäntymisen säätely ja joitakin kudun kemialliseen indusointiin käytettyjä hormoneja (Shepard & Bromage 1988).

3. Käytännön taustaa

Hormonaalista indusointia on kaloilla käytetty noin puolen vuosisadan ajan. Ensimmäiset työt tehtiin Etelä-Amerikassa, Intiassa ja Neuvostoliitossa 1930-luvulla. Neuvostoliitossa menetelmää ryhdyttiin laajamittaisesti soveltamaan jo 1940-luvun alussa karpin ja sen sukulaisten sekä sampien viljelyssä. Kuitenkin vasta 1950-luvulla menetelmä levisi muuallakin laajempaan käyttöön.

Perinteisesti on hormonimenetelmää käytetty kaloilla, joiden lisääntyminen on laitosoloissa joko vaikeutunut tai kokonaan estynyt. Viime aikoina on hormonikäsittelyä ruvettu käyttämään myös niillä lajeilla, joilla laitoslisääntyminen muutenkin onnistuu. Hormoneilla joko varhaistetaan, viivästetään tai samanaikaistetaan lypsyä tai parannetaan koiraiden maidintuottoa.

Taloudellisesti hormoni-indusointi on ollut varmasti kaikkein merkittävintä neuvostoliittolaisessa sammenviljelyssä, jossa emokalot saadaan kypsymään yhdistetyllä ekologisella ja hy-pofyysikäsittelyllä. Sammen laitosviljely perustuu nykyisin kaikkialla tähän teknologiaan.

Toinen merkittävä kalaryhmä, joiden intensiiviviljely rutiininomaisesti perustuu hormonikäsittelyyn, on särkikalat – karppi ja sen aasialaiset sukulaiset, ruohokarppi ja paksuotsat. Jälkimmäiset eivät pelagofiilisinä virtakutijoina suostu laitoksissa muuten lisääntymään. Oppikirjoissa olevat taulukot kaloista, joilla on menestyksellisesti käytetty hormoni-indusointia, ovat hyvin vaillinaisia. Niistä puuttuu mm. meilläkin tällä menetelmällä viljeltävä toutain sekä suuri joukko akvaariokaloja, joita harrastajatkin hormonien avulla viljelevät. Toiminta on tullut niin yleiseksi, että alan lehdissä ei noteerata saavutukseksi jonkin lajin ensimmäistä onnistunutta akvaarioviljelyä, mikäli sitä on hormoneilla autettu.

4. Tärkeimmät menetelmät

4.1. Yleistä

Monia kypsymismekanismiin vaikuttavia hormoneja käytetään kalojen kypsymisen keinotekoisessa indusoimisessa. Indusoinnin onnistumisen ehdottomana edellytyksenä on kuitenkin se, että kalan sukupuolinen kypsyminen on edennyt vähintään neljänteen vaiheeseen. Naarailta tämä tarkoittaa sitä, että on tapahtunut vitellogeneesi, oosyytin tuma on polarisoitunut, siirtynyt solun toiseen napaan. Tämä voidaan tarvittaessa tarkistaa ottamalla kalan sukuaukosta ohuella lasi- tai muoviputkella mätinäyte mikroskooppista tutkimusta varten. Käytännössä kokenut viljelijä pystyy jo kalan ulkonäöstä päättelemään kalan tilan eikä ryhdy kypsymät-

tömiä kaloja käsittelemään. Injektion jälkeen on huolehdittava kalojen hyvinvoinnista. Kevät-kutuisilla kaloilla voi esimerkiksi säilytysveden lämpötilan lasku tehdä hormonikäsittelyn tehottomaksi. On myös vältettävä kaloja stressaavaa turhaa käsittelyä.

4.2. Hypofysaatio

Vanhin – ja käytännössä hyväksi koettu menetelmä on ns. hypofysaatio eli aivolisäkeuutteen käyttäminen. Aivolisäkeuute valmistetaan joko saman tai vieraan (yleensä kuitenkin läheisen lajin) tuoreista, pakastetuista, alkoholiin säilötyistä tai asetonin avulla rasvattomiksi tehdyistä kuivatuista aivolisäkkeistä. Aivolisäkkeet otetaan sukukypsistä kaloista ennen kutua. Kuteneiden kalojen aivolisäkkeet eivät kelpaa, koska hormonivarannot ovat kudun aikana ehtyneet. Etenkin homologinen, samasta lajista saatava, mutta myös heterologinen (eri lajista, mutta kuitenkin yleensä samasta heimosta valmistettu), hypofyysiuute vaikuttaa yleensä hyvin ja laukaisee melko luonnonmukaisen kypsymisprosessin. Hypofysaatiomenetelmän haittoina pidetään hypofyysien valmistuksen tai hankinnan työläyttä tai kalleutta. Joitakin harvoja lajeja lukuun ottamatta ei kaupallisia hypofyysivalmisteita ole saatavilla, vaan ne joudutaan keräämään itse. Uhanalaisten lajien viljelyssä ei yleensä voida käyttää saman lajin hypofyysijä, koska niitä luovuttavat kalat joudutaan luonnollisesti uhraamaan. Varsinkin vieraan lajin hypofyysiuute saattaa aiheuttaa kalalla immunologisen reaktion, joka tekee uutteen toistuvan käytön mahdottomaksi. Haittana pidetään myös sitä, että hypofysaatin tarkka standardoiminen on vaikeaa, koska aivolisäkkeen sisältämä hormonimäärä vaihtelee. Käytännössä kyllä yleensä päästään riittävään tarkkuuteen.

4.3. Puhdistetut gonadotropiini- ja steroidit

Tavallisesti käytettävän aivolisäkkeestä valmistettavan kokonaisuutteen ohella on käytetty myös niin kaloilta kuin nisäkkäiltä eristettyjä gonadotropiinihormoneja. Lukuisissa kokeissa on kypsyminen kalojen gonadotropiineilla saatu aikaan, mutta rutiiniviljelyyn eivät menetelmät ole siirtyneet. Etsittäessä kaupallisesti saatavilla olevia valmisteita on kokeita tehty myös nisäkähormoneilla. Esim. ihmisistukasta eristetty choriogoniini saa joillakin harvoilla kaloilla kypsyminen aikaan. Käytännön kannalta aine on vähämerkityksellinen; mm. meilläkin tehtyjen karpikokeiden perusteilla se ei suurinakaan annoksina karppiin tehoa. Edellä mainituilla valmisteilla sekä steroideilla on käytännön viljelyssä ollut pientä merkitystä joidenkin lajien maidintuotannon parantamisessa.

4.4. Vapauttajahormonit ja niiden analogit

Viime aikoina on käytännön viljelyn kannalta saatu hyviä tuloksia vapauttajahormoneihin

kuuluvien LHRH:n (luteinisoivan hormonin vapauttajahormonin), GNRH:n (gonadotropiinihormonin vapauttajahormonin) ja näiden keinotekkoisten analogien käytöstä. Näiden etuna on universaalisuus – hyvä vaikutus eri lajeilla. Nämä aivolisäkkeen toimintaan vaikuttavat hormonit ovat ilmeisesti evolutiivisesti hyvin varhain kehittyneitä ja konservatiivisia. Tämä seikka on mahdollistanut hyvin eri organismeihin vaikuttavan analogin valmistuksen ja käytön. Näiden kaupallisten, tosin melko kalliiden valmisteiden saatavuus on jo hyvä. Analogien tunnettu konsentraatio parantaa myös menetelmien ja annostusten vakioimista. Näitä on myös enenevässä määrin käytetty lihaksen sisäisenä, hitaasti hormonia vapauttavana kapselina etenkin maidintuotannon parantamiseksi, mutta myös sukupuolisen kypsymisen aikaansaamiseksi monilla laitosoloissa huonosti viihtyvillä merilajeilla.

Vapauttajahormonien ja dopamiiniantagonistien yhtäaikainen käyttö on osoittautunut erityisen tehokkaaksi; jo yksi yhteisannos on useilla tutkituilla karppikaloilla osoittautunut riittäväksi stimuloimaan ovulaation, jonka ajoituksen säätely on tällä menetelmällä myös tuntuvasti parantunut. Yhteinen käyttö on myös mahdollistanut annosten (jopa alle 20 µg/kg) ja siten myös sivuvaikutusten pienentämisen.

5. Hormonikäsittelyn käyttö Suomen kalanviljelyssä

Lukuun ottamatta täysnaarasparvien tekemistä käännettyjen koiraiden avulla ei hormoneja ole maamme kalanviljelyssä paljonkaan käytetty. Onnistuuhan yleisimpien viljelylajien kudeus ilman niitä. Samoin lohikalajien kudun synkronointi hallitaan ulkoisten tekijöiden säätelyllä niin hyvin, että LHRH-analogilla tapahtuvaa kudun synkronointia ei liene maassamme käytetty. Norjalaiset käyttävät ennen haluttua ajankohtaa annettua LHRHa-ruisketta verkkoaltaissa kasvatetuille lohiemoille hyvin tuloksin.

Suomessa on tehty kuhan lypsyyntä tähtääviä hormonikäsittely-yrityksiä. Kokeet olivat suppeita ja tulokset vaihtelevia: osa kaloista kypsyi, mutta hormoniannos ajoi useista emoista mädin keskenmenonomaaisesti ulos niin, että emot vahingoittuivat. Porlassa ja Evolla tehty sumppukudetus- ja haudontamenetelmien onnistunut kehitystyö on tehnyt kuhan hormonikäsittelyn ainakin tässä vaiheessa tarpeettomaksi.

5.1. Toutaimen viljely

Ainoa laji, jonka viljelyssä hormoni-indusointia maassamme rutiininomaisesti käytetään, on toutain. Syy tähän on ensisijaisesti uhanalaisesta luonnonkannasta saatavien emokalojen vähyys. Aina ei saada samanaikaisesti kutuvalmiita naaraita ja koiraita, vaan kaloja joudutaan sumputtamaan. Sumputus taas useasti stressaa emokaloja niin paljon, että mädin lopullinen

kypsymisprosessi pysähtyy.

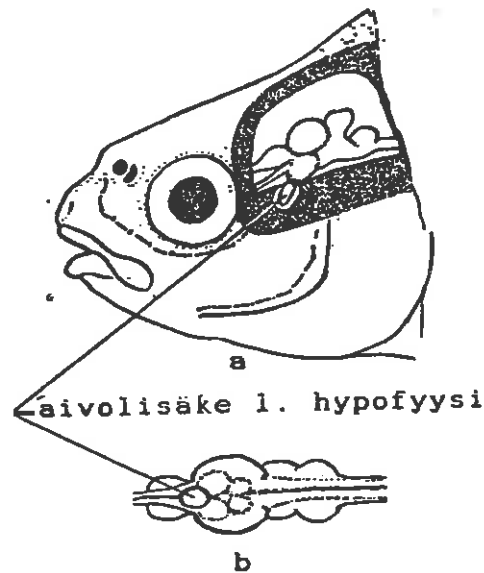
Viljelyssä on käytetty alun perin Aralin toutaimelle kehitettyä, hypofyysaatioon perustuvaa menetelmää. Hypofyysiuute on valmistettu asetonikuivatuista, itse kerätyistä tai Venäjältä hankituista lahnan aivolisäkkeistä.

5.1.1. Aivolisäkkeiden valmistus

Aivolisäke löytyy kalojen aivojen alapuolelta, näköhermojen tyveltä, kallonpohjassa olevasta pienestä syvennyksestä (kuva 2). Se on noin nuppineulan pään kokoinen valkea pallonen. Se preparoidaan verestetyistä, tuoreista, ennen kutua pyydetyistä sukukypsistä kaloista. Kummankin sukupuolen aivolisäkkeet kelpaavat. Hypofyysistä poistetaan vesi ja rasva kolmasti vaihdettavassa asetonissa usean tunnin ajan ja säilytetään kuivattuina tiiviissä koeputkissa. Vastoin joskus kirjallisuudessa esiintyneitä suosituksia, voidaan vuosikausia säilytettyjä aivolisäkkeitä menestyksekkäästi käyttää viljelyyn. Tarkempi preparointi- ja säilöntäteknologia on saatavissa esim. kirjoittajalta.

5.1.2. Indusoitu lypsy

Itse indusointi toimii seuraavan kaavion mukaisesti: Kutuvalmiille, nukutetuille naaraille annetaan joko kahdessa (0,5 + 2,5 mg/kg vuorokauden välein) tai yhdessä annoksessa (3 mg/kg) pulveriksi hienonnettua, fysiologiseen suolaliuokseen suspensioksi sekoitettua hypofyysiuu-



KUVA 2. Lahnan pää. Aivojen ja hypofyyisin sijainti lahnan kallossa. a) aivot ja hypofyysi sivulta, b) alta (Fadejevin mukaan, Kondrad 1974).

tetta. Suspension väkevyydellä ei ole merkitystä, mutta annostuksen tulee olla tarkka, eikä ruiskutettava liuosmäärä saa kudosrepeämien vaaran vuoksi ylittää 1 ml:aa. Annos ruiskutetaan suomutaskun kautta selkälihakseen tai vatsaevien takaa ruumiinonteloon. Jos lämpötilan säätely ei ole mahdollista, ei kaloja injektoida veden kylmenemisen uhatessa. Käsittelyn jälkeen arvioidaan ovulaatioajankohta lämpötilaan perustuvasta "lasketun ajan" kaaviosta. Hypofyysaation etuja onkin kalojen vähäinen käsittelytarve. Lypsyvalmiin emon tuntee hyvin pehmeästä, turvonneesta vatsasta ja sukuaukosta ulos pullistuvasta munanasetinpapillista. Koska luonnosta kutupaikoilta pyydytyt toutaimet ovat kypsymisensä eri vaiheessa, vaihtelee myös hypofyysi-induktion tarve ja teho. Joskus ei sitä tarvita kuin yksittäisille kaloille.

Hedelmöittymistuloksen kannalta näyttää olevan tärkeää pyrkiä standardoimaan menetelmää siten, että ovulaation oikea ajoitus onnistuu (ts. lypsää kalat silloin, kun mäti on valmista – ei liian aikaisin eikä myöhään). Tsekinmaalla on alustavasti kokeiltu LHRHa:n käyttöä myös toutaimella.

5.2. Karppi

Karppi on toinen laji, jolla hypofyysikäsittelyä on Suomessa käytetty. Menetelmä on korkeampia lämpötiloja lukuun ottamatta samanlainen kuin toutaimella ja se on kuvattu hyvin mm. FAO:n kuvitetussa viljelyoppaassa. Hormonikäsittely mahdollistaa karpin suppilohaudontaan perustuvan intensiiviviljelyn.

Yhdistetty lämpö- ja hormonikäsittely mahdollistaa kalojen lypsyn käytännössä mihin aikaan tahansa ja useaan kertaan vuodessa. Jos karpin poikanen saadaan esimerkiksi lämpimiä processivesiä käyttäen esikasvatetuksi ennen lammikkokasvatuskautta, voi olla mahdollista tuottaa karppi-istukas yhdessä kasvukaudessa. Tällöin karppi olisi myös yksityisen luonnonravintokasvattajan kannalta houkutteleva viljelylaji.

Lämpö- ja hypofyysimanipulaatiolla onnistuttiin Porlan nykyisissäkin puutteellisissa olosuhteissa tuottamaan aikaistettua poikasta. Menetelmän kunnollinen tutkiminen ja siihen perustuva tuotanto ovat mahdollisia vasta Porlan saneerauksen jälkeen.

5.3. Muut lajit

Muilla lajeilla ei Suomessa ole hormoniviljelyä harjoitettu, mutta mikäli esimerkiksi vimman, säyneen, turvan ja lahnan istukastuotantoon laajemmassa määrin ryhdytään, ovat viljely- ja indusointimenetelmät samankaltaiset kuin toutaimella. Suutarin intensiiviviljely on Tsekissä onnistunut LHRHa:n ja dopamiiniantagonistin avulla. Suutarilla on osittunut kutu. Hor-

monikäsitteily mahdollistaa ensimmäisen, kaikkein suurimman mätierän lypsytyn.

Jos ruohokarpia, monnia tai sampia kohtaan osoitettu kiinnostus johtaa näiden lajien tuontiin, tulee niiden viljely perustumaan laitosemojen hormonikäsitteilyllä indusoituun lypsytyn ja suppilo- tai laatikkohaudontaan.

Kirjallisuutta

- Abraham, M. 1988. Recent trends in research on induced spawning of fish in aquaculture. *J. Appl. Ichthyol.* 4, s. 49–64.
- Babaev, N.S. 1976. Metoditsheskie ukazaniya po iskustvennomu razvedeniju aral'skogo tshereha. Leningrad, GosNIORH. 15 s.
- Billard, R. & Marcel, J (toim.) 1986. Aquaculture of carp and related species. Special Issue. *Aquaculture* 54, s. v–viii + 1–164.
- Crim, L. W., Lee, C. S., Peter, R. E. & Sherwood, N. M. (toim.) 1987. Induced Spawning of Asian Fishes. Special Issue. *Aquaculture* 74, v–viii + 1–166.
- Gerbil'skij, N. L. 1941. Metod gipofizarnyh injektsij i ego rol' v rybovodstve. Teoksessa: Metod gipofizarnyh injektsij i ego rol' v vosprojsvodstve rybnyh zapasov. Leningrad. Izdatel'stvo LGU, s. 5–36.
- Hoar, W. S., Randall, D. J. & Donaldson E. M. (toim.) 1983. Fish physiology. Vol. IX. Reproduction. Part B. Behavior and fertility control. Academic Press. NY. 477 s.
- Horváth, L. & Tamás, G. 1985. Common carp. Part 1. Mass production of eggs and early fry. *FAO Training Series* 8. Rome. 90 s..
- Kondrat, A. G. 1974. Metoditsheskie ukazaniya po sboru, zagotovke i hraneniju gipofizov tshastikovyh ryb. GosNIORH. Leningrad. 12 s.
- Pennanen, J. T. 1991. Toutaimenviljelyn alkuhankaluuksia. *RKTL. Kalantutkimuksia* 31, s. 59–65.
- Shephard, J. & Bromage, N. (toim.) 1988. Intensive Fish Farming. BSP Professional Books, Oxford. 404 s.
- Taranger, G. L., Stefansson S. O. & Hansen, T. 1992. Advancement and synchronization of ovulation in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) following injections of LHRH analogue. *Aquaculture* 102, s. 169–175.

EMOKALANVILJELYN GENEETTISET PERIAATTEET

MARJA-LIISA KOLJONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto, PL 202 00151 Helsinki

1. Johdanto

Kalanviljely on eläinten keinollista lisäämistä ja siten siinä on aina kysymys perintöaineksen käsittelystä. Kalanviljelytoiminnalla voidaan huomattavasti muuttaa kalakannan perinnöllistä rakennetta ja siten vaikuttaa vesistössä elävän kalakannan perinnöllisiin ominaisuuksiin.

Pääosa valtion kalanviljelyn tuotannosta istutetaan luonnon vesiin, jolloin tahallisesti aiheutetut perinnölliset muutokset eivät yleensä ole perusteltuja. Perinnöllisyystieteellisestä näkökulmasta tärkein tavoite onkin tällöin tahattomien muutosten ehkäisy ja perintöaineksen säilyttäminen mahdollisimman monipuolisena ja alkuperäisenä. Tarkoituksena on siten pyrkiä estämään sekä pienestä populaatiokoosta että tahattomasta valinnasta ja kantojen sekoittumisesta aiheutuvat muutokset, eli perintötekijöiden häviäminen ja perinnöllisten ominaisuuksien muuttuminen.

Emokalanviljelyn avulla tuotetut poikasmäärät ovat usein suuria, jolloin perinnöllisten muutosten vaikutukset saattavat olla hyvinkin laaja-alaisia. Kaikessa kalanviljelyssä, myös emopyyntiin perustuvassa viljelyssä, tulee kiinnittää huomiota perinnöllisten rakenteiden säilymiseen. Se on kuitenkin erityisen tärkeää emokalanviljelyyn perustuvassa viljelyssä. Vaikka jokaiselle kalakannalle on laadittava hoito-ohjelma sen oman erityistilanteen mukaisesti, voidaan silti esittää tiettyjä emokalanviljelyn yleisperiaatteita, joita tulisi pyrkiä noudattamaan siinä määrin kuin kulloinkin on mahdollista.

2. Tarvitaanko emokalasto?

Milloin emokalaston perustaminen geneettisistä syistä on järkevää? Periaatteessa suositeltavin ja usein halvinkin tapa viljellä on emokalanpyynti. Emokalanpyyntiin perustuvassa viljelyssä vuosittain lisääntyvät emot vaihtuvat, joten sen avulla voidaan usein ylläpitää suurempi lisääntyvän kannan koko kuin emokalaston avulla. Lisäksi luonnosta pyydytetyt emot eivät ole olleet laitosvalinnan alaisia ja niiden elinkyky luonnossa on testattu. Emopyynti soveltuu hyvin suurten luonnossa lisääntyvien kantojen hoitoon. Kuitenkin, jos luonnonvarainen kanta on

pieni emokalaston perustaminen on usein järkevää. Jos luonnosta pyydettyjen emojen saata-
vuus on epävarmaa, tai jos emopyynti vaarantaa luonnonvaraisen kannan lisääntymisen, tai
jos sama tai suurempi geneettinen materiaali voidaan säilyttää viljelyllä, emokalanviljely on
yleensä perusteltua.

3. Milloin muutosten välttäminen on tärkeää?

Viljelystä aiheutuvien muutosten välttäminen on erityisen tärkeää, jos viljelyllä on suojeluta-
voite, jos viljelyssä oleva materiaali on ainut olemassa oleva geneettinen aines kyseisestä kan-
nasta, eikä sitä voida siis uudistaa luonnosta. Muutosten välttäminen on tärkeää myös, jos tar-
koituksena on viljellä useita sukupolvia samasta perustajamateriaalista tai jos kysymyksessä
on elvytyshanke, jolloin istutettujen kalojen toivotaan lisääntyvän edelleen ja muodostavan
myöhemmin luonnossa lisääntyvän kannan. Voimakkaat perinnölliset muutokset saattavat
alentaa kannan elinkykyä luonnossa, joten kaikkien luontoon istutettavien kantojen viljelyssä
muutosten välttämiseen tulee jossain määrin kiinnittää huomiota.

4. Muutoksia aiheuttavat tekijät

Kalanviljelyssä perintöaineksen muuttumiseen vaikuttavat tekijät ovat populaatiokoko, perin-
tötekijöiden siirtymisteho, tahaton valinta ja kantojen sekoittuminen.

Kaikkein tärkein perinnölliseen muunteluun vaikuttava tekijä on populaatiokoko. Hyvin suuri
osa hoitostrategioita koskevista kysymyksistä voidaan ratkaista ajattelemalla, kuinka voidaan
ylläpitää suurin mahdollinen populaatiokoko. Kokoon läheisesti liittyvä tekijä on myös teho,
sillä teho on tietenkin sitä suurempi mitä suuremmasta populaatiosta on kyse. Tehoon vaikut-
tavat kuitenkin myös esim. hedelmöitysmenetelmät. Tahaton valinta voi olla hyvinkin suuri
muutoksia aiheuttava tekijä, mutta sen aiheuttamia muutoksia on hyvin vaikea mitata. Kanto-
jen sekoittumisesta aiheutuvat muutokset ovat sitä suurempia mitä enemmän kannat poikkeaa-
vat perinnölliseltä rakenteeltaan toisistaan, joten yleensä kantoja yhdistettäessä tulisi yhdistää
mahdollisimman samankaltaiset kannat.

5. Emokalaston koko

Viljelyssä siirretään geenejä sukupolvesta toiseen ja sitä paremmin uusi sukupolvi tietenkin
edustaa aikaisempaa, mitä suurempi vanhempais määrä sen tekemiseen on käytetty. Perustet-
tavan emokalaston kokosuositus on sitä suurempi, mitä tärkeämpää geenien säilyminen on.
Jos on kysymyksessä ainutlaatuinen, viljelyn varassa oleva kanta, suositus on vähintään 250
naarasta ja 250 koirasta. Jos emokalaparvi kyetään uudistamaan luonnosta ja viljellään vain

yksi sukupolvi, 70 naarasta ja 70 koirasta on katsottu riittäväksi suositukseksi. Käytännössä joudutaan usein kasvattamaan huomattavasti pienempiäkin emokalaparvia, tällöin tilannetta voisi auttaa pyrkimällä uudistamaan niitä nopeammin.

6. Emojen otanta

Viljelyssä tuotettujen poikasten perinnölliset ominaisuudet määräytyvät emokalaparven perustajakalojen ominaisuuksien mukaisesti. Jos valitaan varhain kudulle nousevia emoja, on jälkeläistökin keskimäärin varhemmin kutevaa kuin alkuperäinen kanta. Erittäin suuri osa kalakantojen ominaisuuksista on osittain perinnöllisesti määräytyneitä ja siksi ominaisuuksien säilymisen kannalta otannan tulisi olla mahdollisimman satunnainen. Suojeltavien kantojen ominaisuuksien jakaumien tulisi olla mahdollisimman alkuperäisiä vastaavia erityisesti koon, nousuajan, kutuajan ja sukukypsyysien suhteen. Laidunnettavilla kannoilla tulisi tarkkailla, ettei tapahdu muutosta taloudellisesti epäedulliseen suuntaan. Perustamismateriaalina tulee mieluiten olla sukukypsät kalat, jolloin ei ole todennäköistä että yksilöiden välinen sukulaisuus on suuri ja siten perustajien määrä on lähempänä tehollista perustajien määrää. Kuitenkin, jos perustajamäärä sukukypsistä kaloista jää liian pieneksi, tulee käyttää nuorempia kaloja, jopa varhain kypsyviä koiraita.

7. Hedelmöitykset

Hedelmöityksillä voidaan vaikuttaa erilaisten geenien ja geenimuotojen siirtymistehoon emokalastoa perustettaessa. Sukupuolijakauma, jälkeläismäärien vaihtelu ja erilaisten risteytysten määrä vaikuttavat kaikki siirtymistehoon. Suositeltavinta on, että sukupuolijakauma on mahdollisimman tasainen. Perintötekijöiden siirtyminen on myös tehokkainta silloin, kun kaikkien vanhempien jälkeläismäärät ovat mahdollisimman yhtäsuuret. Tätä edistää esim. hedelmöitettävien mätimäärien tasaaminen. Kaikki myöhemmin tehtävä karsinta saattaa myös suosia joitain perheitä, joten parasta olisi jos emokalasto olisi mahdollisimman oikean kokoinen alusta lähtien. Erilaisten geeniyhdistelmien määrää voidaan lisätä lisäämällä keskinäisten risteytysten määrää. Koiraiden genomien jakautumisen tasaamiseksi on suositeltavaa käyttää vain yhtä koirasta ositettua mätierää kohti. Esim. Naaras A:n mäti jaetaan viiteen erään ja hedelmöityksiin käytetään viittä ensimmäistä koirasta ja naaras B:n mäti samoin viiteen erään, jotka hedelmöitetään seuraavalla viidellä koiraalla jne. (vrt. kaavio alla).

♀A	♀B
A1 A2 A3 A4 A5	B1 B2 B3 B4 B5
♂1 ♂2 ♂3 ♂4 ♂5	♂6 ♂7 ♂8 ♂9 ♂10

8. Emokalaston kasvatus

Koska kasvu on perinnöllinen ominaisuus eikä suojeltavan kannan kasvuominaisuuksien eikä muidenkaan kasvuun liittyvien ominaisuuksien toivota muuttuvan, emokalastoja ei tulisi lajitella kasvunopeuden suhteen. Mikäli laistumisvalinnan vaikutuksia halutaan vähentää, tulisi emokalastot kasvattaa mahdollisimman väljässä, mahdollisimman luonnonmukaisessa ympäristössä ja lisäksi mm. ilmastollisesti istutusympäristöä vastaavissa oloissa.

SUKUTUOTTEIDEN PAKASTAMINEN VILJELYN VAIHTOEHTONA?

JORMA PIIRONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos, 58175 Enonkoski

1. Taustaa

Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta perustuu Suomessa viljeltävien kalojen lisääminen emokalanviljelyllä saatavien sukutuotteiden, mädin ja maidin, tuotantoon. Luonnosta saadaan vain murto-osa (noin 1 %) petomaisten lohikalojen ja noin kolmannes siikojen harjusten, kuhien ja muiden kalojen poikastuotannossa käytetystä mädistä (Juntunen 1992). Käytännössä myös ns. uhanalaisten kalalajien (-kantojen) säilytys tapahtuu ensisijassa emokalanviljelyyn perustuvalla poikastuotannolla. Päävastuu luonnonkantojen emokalanviljelystä on valtion kalanviljelylaitoksilla, joilla v. 1992 oli viljelyssä 86 eri kantaa 20 kalalajista.

Myös kaikki ruokakalantuotannossa tarvittava kirjolohen mäti tuotetaan emokalanviljelyllä, jonka yksityiset laitokset ovat hoitaneet tarpeittensa mukaisesti. Tervossa käynnistyneen rodunjalostuslaitoksen toiminnan myötä on valtion rooli kuitenkin tulevaisuudessa kasvamassa myös kirjolohen mädin tuottajana.

Emokalanviljely on tunnetusti pitkäjänteistä, kallista sekä riskialtista toimintaa. Onkin syytä pohtia onko emokalanviljelylle olemassa vaihtoehtoja? Voidaanko sukutuotteiden pakastamisella saavuttaa kustannussäästöjä tai muuten helpottaa emokalanviljelyä? Ensiksi on kuitenkin tarkasteltava, miten kalojen sulusolujen pakastaminen nykyisin hallitaan.

2. Siittiöiden pakastaminen

Kalojen siittiöiden pakastamiseen on kehitetty käyttökelpoisia menetelmiä, joilla siittiöitä pystytään säilyttämään hedelmöityskykyisinä satoja vuosia (esim. Leung & Jamieson 1991, Piironen 1992). Siittiöt ovatkin pienen solukokonsa ja suhteellisen yksinkertaisen rakenteensa ansiosta soveliaita pakastamiseen. Monet pakastamiseen liittyvät tapahtumat ovat kuitenkin edelleen vain osittain tunnettuja. Kokeellisesti on menetelmissä havaittu lajikohtaisten erojen lisäksi myös yksilöllistä vaihtelua, mikä lisää pakastuksen epävarmuutta. Melko suuren osan siittiöistä tiedetään tuhoutuvan pakastamisen aikana (Lahnsteiner ym. 1992) ja siksi pakastettuja siittiöitä tarvitaan yleensä ainakin 10–15 kertaista pakastamattomiin verrattuna hedel-

möityksen varmistamiseksi.

Esimerkiksi kirjolohelle tämä merkitsisi noin 3–4,5 miljoonaa pakastettua siittiötä mätimunaa kohti. Jos litrassa on 15 000 mätimunaa tarvittaisiin 45–67,5 miljoonaa siittiötä, mikä merkitsee noin 4,5–6,75 ml maitia (siittiötiheys 10 miljoonaa/ml). Jos tämä maitimäärä pakastettaisiin 0,05 ml pelletteinä (esim. Nyholm & Piironen 1987, Piironen 1991), joissa tilavuudesta 3/4 on suojaavaa liuosta, tarvittaisiin 360–540 pellettä yhtä mätilitraa kohti. Tämän maitimäärän pakastamiseen kuluisi aikaa arviolta noin tunti ja hedelmöittämiseen noin 2 tuntia, koska hedelmöitys olisi tehtävä noin 500 mätimunana erissä. Vastaava hedelmöitys tuoreella maidilla ei vie muutamia minuutteja kauempaa.

Merkittävin syy siihen, että pakastetulla maidilla ei voida hedelmöittää kerralla suuria mätimääriä aiheutuu lähinnä pakastettujen siittiöiden lyhyestä aktiivisuusajasta. Esimerkiksi lohikalojen siittiöiden normaali liikeaika on noin 20–30 sekuntia. Tämä aika on käytännössä mahdollinen mädin hedelmöitysaika. Koska pakastettujen siittiöiden aktiivisuus on sulatuksen jälkeen vain muutamien sekuntien luokkaa, eivät ne ehdi hedelmöittää kuin pienen mätimäärän.

Yllämainitut seikat ovat käytännön kannalta merkittävimmät pakastetun maidin käyttöä koskevat rajoitteet. Sen vuoksi menetelmiä kehitetäänkin jatkuvasti yhä suurempien maitimäärien pakastamiseksi yhdellä kertaa ja toisaalta myös suurempien mätimäärien hedelmöittämiseksi (vrt. Piironen 1992).

3. Mädin pakastus

Toisin kuin siittiötä, mätimunia ei kyetä vieläkään pakastamaan (Piironen 1992). Syynä tähän on mätimunien suuri koko sekä läpäisevyydeltään erilaisten kalvojen olemassaolo. Lohikalojen mätimunien pakastuskokeissa on havaittu ns. pakastuksen suoja-aineiden läpäisevyyden olevan erittäin hidasta. Silloin ongelmaksi muodostuu solunsisäinen jäätyminen ja sen seurauksena solun kuolema, vaikka käytettäisiin erittäin alhaisia jäätymisnopeuksia. Toisaalta taas suoja-aineen pitoisuuden nostaminen aiheuttaa osmoottisia ja aineiden myrkyllisyyteen liittyviä ongelmia. Siittiöihin verrattuna perusongelma mätimunien pakastamisessa on edelleen riittävän solunsisäisen dehydraation eli veden poistamisen vaikeus.

Suuri edistysaskel mädin pakastamisessa tapahtui, kun Jamieson (Leung & Jamiesonin 1991 mukaan) onnistui ensimmäisen kerran pakastamaan Australian bassin (*Macquaria novemaculeata*) mätimunia käyttämällä vakuumia suoja-aineen (dimetyylisulfoksidi) läpäisevyyden parantamiseksi. Hän pystyi hedelmöittämään noin 20 % nestetyypeen (–196 °C) säilötyistä mätimunista sulatuksen jälkeen. Tämän tekniikan kehittäminen voi johtaa menestykseen

myös muiden lajien mätimunien pakastamisessa, mutta paljon työtä on tehtävä ennenkuin menetelmät ovat valmiita käytäntöön.

4. Pakastettujen sukusolujen käyttömahdollisuudet

Kun nykyiset kalojen sukusolujen säilytysmahdollisuudet tiedetään, voidaan todeta, ettei pakastamalla voida korvata esimerkiksi emokalanviljelyä. Kuitenkin teoreettisesti on ajateltavissa, että ainakin joidenkin uhanalaisten lajien tai kantojen säilyttäminen pakastettuina sukusoluina voisi tulla tulevaisuudessa kysymykseen. Pakastamista voidaan ajatella erityisesti silloin, kun jatkuvaa mädin tai poikasten tuotantotarvetta ei ole.

Pakastettua maitia sensijaan voidaan jo käyttää, ei tosin viljelyä korvaavana, mutta sen mahdollisuuksia lisäävänä ja täydentävänä keinona. Uhanalaisten ja harvinaisten lajien geenistön säilyttämisessä ja käytännön viljelyssä pakastetulla maidilla on sijansa (Piironen 1991, 1992). Myös jalostettujen tai manipuloitujen (esim. XX-maitia tuottavat koiraat) koiraiden perimän levittämisessä pakastettu maiti on käyttökelpoinen vaihtoehto kalojen viljelylle (Hunter ym. 1983). Pakastettuun maitiin turvautuminen vaatii huolellista harkintaa tapauskohtaisesti. Ennenkuin menetelmät ovat käyttökelpoisia tuotantomittakaavaan, ei koiraiden viljelystä kannata mielestäni luopua. Myös merkittävä koiraiden viljelemisen vähentäminen pakastetun mädin kustannuksella on harkittava tapauskohtaisesti.

Kirjallisuus

- Hunter, G. A., Donaldson, E. M., Stoss, J. & Baker, I. 1983. Production of monosex female groups of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) by the fertilization of normal ova with sperm from sex-reversed females. *Aquaculture*. 33, s. 355–364.
- Juntunen, K. 1992. Valtion kalanviljelyn (RKTL/KVO) tuotannon suuntaviivat. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 57, s. 20–41.
- Lahnsteiner, T., Weismann, T. & Patzner, R. A. 1992. Fine structure changes in spermatozoa of the grayling, *Thymallus thymallus* (Pisces: Teleostei), during routine cryopreservation. *Aquaculture*. 103, p. 73–84.
- Leung, L. K.-P. & Jamieson, B. G. M. 1991. Live preservation of fish gametes. Teoksessa: Jamieson, B. G. M. (toim.). Fish evolution and systematics: evidence from spermatozoa. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, s. 245–269.
- Nyholm, K. & Piironen, J. 1987. Lohikalojen mädin ja mädin säilyttäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 73, s. 161–169.
- Piironen, J. 1991. Pakastetun mädin käyttö uhanalaisten kalalajien viljelyssä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 31, s. 51–54.
- Piironen, J. 1992. Report on cryopreservation of fish eggs and sperm. Nordisk Ministerråd, Genbanksamarbete i Norden för fisk. 27 s. (painossa).

EMOKALOJEN JA MÄDIN KÄSITTELYN SEKÄ HAUDONNAN VAIKUTUS MÄDIN LAATUUN

MATTI KARJALAINEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos, 93400 Taivalkoski

1. Johdanto

Lohen poikastuotantoon käytettävä mäti tuotetaan nykyisin suurimmaksi osaksi emokalanviljelyllä. Kehittyneiden poikasviljelymenetelmien ja parantuneen mädin laadun ansiosta jatkokasvatuslaitoksilla tarvitaan parhaimmillaan alle 2 silmäpistevaiheista mätijyvää yhden lohenoikasen tuottamiseen, kun mätitarve oli aiemmin huomattavasti suurempi. Emokalanviljelyllä tuotetusta mädistä lähtöisin olevien poikasten viljelytulos ei ammattitaitoisella kasvattajalla poikkea luonnonmädistä kasvatettujen poikasten viljelytuloksesta.

Lohenmädin haudonnan aikainen kuolleisuus on Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella suurempi kuin taimenen mädin. Emokalanviljelyssä olevan Iijoen kannan lohenoikosten mätikuolleisuus on vaihdellut asettihaudonnassa vuosien 1975–1991 aikana välillä 20,5–41,2 %; suurimmillaan emoparvikohtaisen kuolleisuuden vaihtelu on ollut eri haudontakaukoissa 5,2–87,8 %. Saavihaudonnassa kuolleisuudet ovat kohonneet tätäkin suuremmiksi. Taimenen haudontatappiot ovat olleet huomattavasti pienemmät.

Kuolleisuutta aiheuttavia tekijöitä ja kuolleisuuden ajoittumista ei tunneta. Laitoksen rutiiniviljelyn kirjanpidon perusteella mätikuolleisuudessa ei ole havaittavissa säännönmukaisuutta eri lypsyvuosien tai saman syksyn eri lypsykertojen välillä. Haudontatappioiden kasvassa on emokalaston määrää lisittävä, mikä lisää emokalanviljelyn investointi-, käyttö- ja työvoimakustannuksia. Mädin haudontatappioiden pienentämisellä on huomattavan suuri taloudellinen merkitys, joten vuonna 1990 alettiin tutkia haudontatappioiden syitä. Samalla aloitettiin viljelyssä käytettyjen rutiinimenetelmien kehittämiseen tähtäävät lypsy- ja hedelmöityskokeilut.

Mätikokeissa kuolleisuuden syitä selvitettiin kolmen oletuksen pohjalta: 1) Heikko hedelmöitystulos ja/tai korkea haudonnanaikainen kuolleisuus aiheutuu mädin joukossa olevista kuolleista mätimunista. 2) Kuolleisuuden syynä on lypsytekniikasta johtuva mädin vaurioitu-

minen. 3) Heikkoon hedelmöitystulokseen on syynä puutteellinen hedelmöitystekniikka.

2. Mädin puhdistaminen soodahuuhtelun avulla

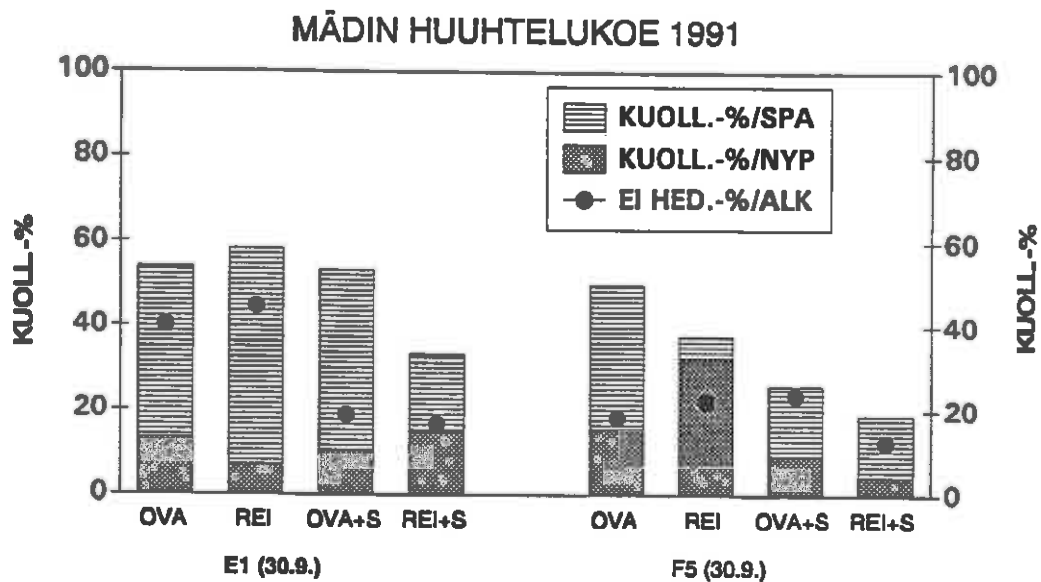
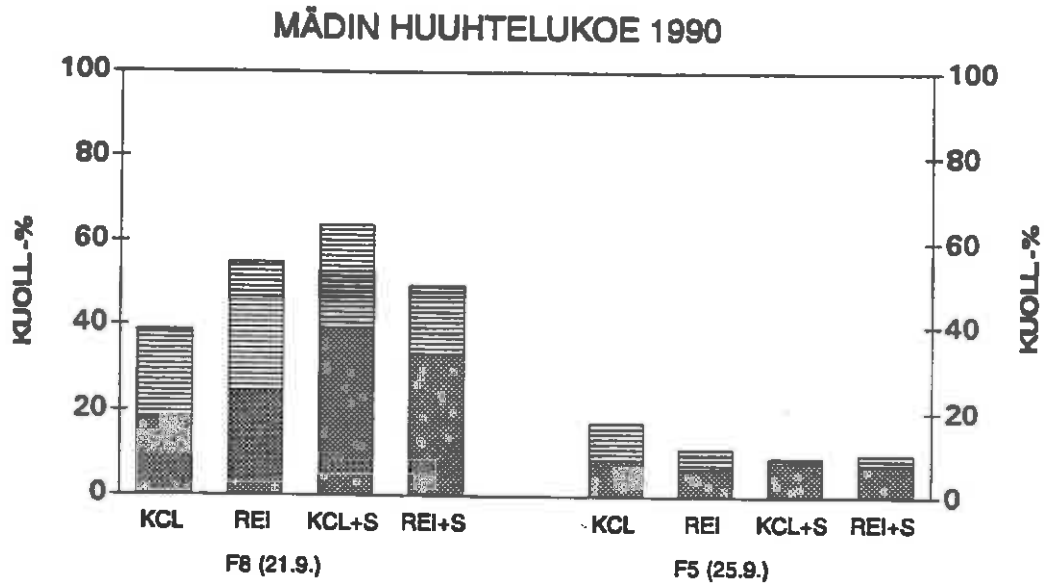
Kirjallisuustietojen perusteella jo muutama prosentti rikkoutuneita mätimunia voi estää mädin hedelmöittymisen lähes kokonaan. Vaikutus johtuu pääosin ovarionesteen kaliumpitoisuuden kohoamisesta, mikä puolestaan estää siittiöiden liikkumisen. Kuolleisuutta on kirjallisuustietojen perusteella pystytty tehokkaasti pienentämään mm. mädin soodahuuhtelulla, joten menetelmää testattiin myös Iijoen kannan lohen mädillä.

Mädin huuhtelukoe tehtiin sekä vuonna 1990 että vuonna 1991 kahdella eri emoparvella. Kokeeseen valittiin molempina vuosina noin 30 kappaletta kutuvalmiita emoja, joista jokaisesta lypsettiin pieni määrä mätää jokaiseen käsittelyryhmään. Menettelyllä pyrittiin poistamaan emokalojen yksilöllisyydestä aiheutuva virhe. Käsittelyryhmiä oli molempina vuosina neljä. Vuonna 1990 mätä lypsettiin ns. reikävatiin (ryhmä "REI") mädin joukossa olevan ovarionesteen poistamiseksi. Kaksi mätierää huuhdeltiin 1-prosenttisellä soodaliuoksella ("S"). Toinen huuhdeltu ja toinen huuhtelematon mätierä hedelmöitettiin KCl-liuoksella inaktivoitulla maidilla ("KCL"), joka edelleen aktivoitiin soodaliuoksella. Muut mätierät hedelmöitettiin ruutiinimenetelmin. Kaikkien koeryhmien hedelmöitykseen käytetty maiti lypsettiin ensin puhtaaseen lasipurkkiin, mistä hedelmöitykseen tarvittava maiti kaadettiin mädin joukkoon. Menetelmällä pyrittiin eliminoimaan koiraiden mahdollisten laatuerojen vaikutus tuloksiin.

Vuonna 1991 maidin käsittelyryhmien tilalla käytettiin ovarionesteeseen ("OVA") lypsettyjä mätierää. Koejärjestelyt olivat muutoin samanlaiset kuin vuonna 1990.

Soodahuuhtelulla ei ollut kummankaan vuoden kokeen perusteella selvää vaikutusta haudontavaiheen kuolleisuuksiin, vaan havaittuja eroja voidaan pitää lähinnä lypsyerän sisäisenä hajontana (kuva 1). Korkeiden haudontatappioiden pääasiallisena syynä ei tällöin voitane pitää rikkoutuneita mätimunia.

Maidin inaktivoinnilla ei ollut selvää vaikutusta haudontatulokseen, eikä maidin liikkuvuudessa ollut mikroskoppoinnin perusteella häiriöitä.



KUVA 1. Mädin huuhtelukokeen kuolleisuustulokset hedelmöityksen jälkeisen nypinnän (NYP) ja silmäpistevaiheen nypinnän (SPA) aikana eri koeryhmissä, sekä mikroskoppoinnin perusteella jakautumattomien mätimunien osuus alkiovaiheessa (ALK) marraskuussa. Lyhenteiden merkitys on esitetty tekstissä, emoparven kasvatusallas sekä lypsypäivä on esitetty kuvan alapuolella.

3. Lypsytekniikka

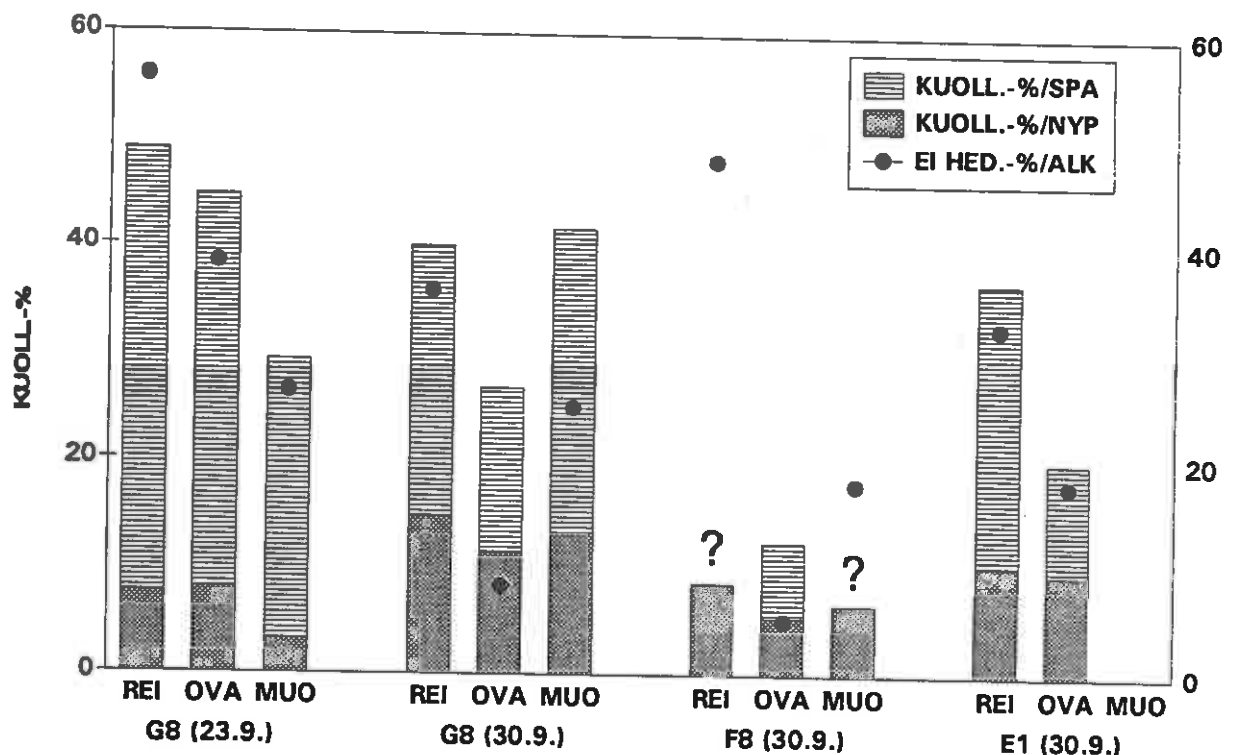
Lypsytekniikan merkitystä selvitettiin vuonna 1990 yhdellä ja vuonna 1991 kolmella eri emoparvella. Kokeessa oli kolme eri koeryhmää: lypsy reikävatiin (ryhmä "REI"), lypsy ehjään vatiin ovarionesteeseen ("OVA") ja lypsy vadin päälle vedettyyn muovisuojaan ("MUO"),

jolloin mätimunille ei tule muiden ryhmien kaltaista pudotusta lypsyn aikana. Mätimunien vaurioitumista lypsyn aikana pyrittiin vähentämään pienentämällä mädin pudotusmatka lypsytetkellä mahdollisimman vähäiseksi myös ovarionesteeseen lypsetyssä koeryhmässä.

Vuonna 1990 ovarionesteeseen lypsetystä koemädistä oli silmäpistevaiheeseen mennessä kuollut keskimäärin 3,3 % ja reikävatiin lypsetystä 13,1 %. Myös vuoden 1991 kokeessa ovarionesteeseen lypsy antoi useimmissa tapauksissa pienimmät ja kaikissa tapauksissa entistä rutiinimenetelmää (reikävati) pienemmät kuolleisuudet (kuva 2). Ero entisen rutiinimenetelmän ja ovarionesteeseen lypsyn kuolleisuuksien välillä oli 4,3–16,7 %. Syynä havaittuihin kuolleisuuseroihin on todennäköisesti ns. reikävatiin lypsetyn mädin mekaaninen vaurioituminen, kun mäti kaadettiin ehjään vatiin hedelmöitettäväksi.

Tuloksista on havaittavissa kuolleisuuden pääasiallinen ajoittuminen hedelmöityksen jälkeisen nypinnän ja silmäpistevaiheen väliselle ajalle, mikä voi johtua aikaisempaa hellävaraisemmasta mädin käsittelystä kaikkien koeryhmien kohdalla. Viljelyteknisesti kuolleisuuden ajoittumisesta on hyötyä paitsi kokonaiskuolleisuuden pienenemisenä, myös kuolleiden mäti-

LYPSYTEKNIKKAKOE



KUVA 2. Eri lypsytetkniikoilla lypsettyjen koeryhmien mädin kuolleisuudet sekä jakautumattomien mätimunien osuudet vuoden 1991–92 aikana. Käytetyt lyhenteet on esitetty tekstissä; esitystapa kuten kuvassa 1.

munien poiston ajoittumisena pääosin silmäpistevaiheeseen. Tällöin kuolleiden mätimunien poistamiseen käytettävä aika pitenee, eikä työvaihe ajoitu päällekkäin lypsyruuhkan kanssa. Haittana voidaan pitää jatkokasvatukseen käytettävissä olevan mädin määrän tarkkaa selviämistä vasta silmäpistevaiheessa.

4. Mädin jakautumiskontrollit

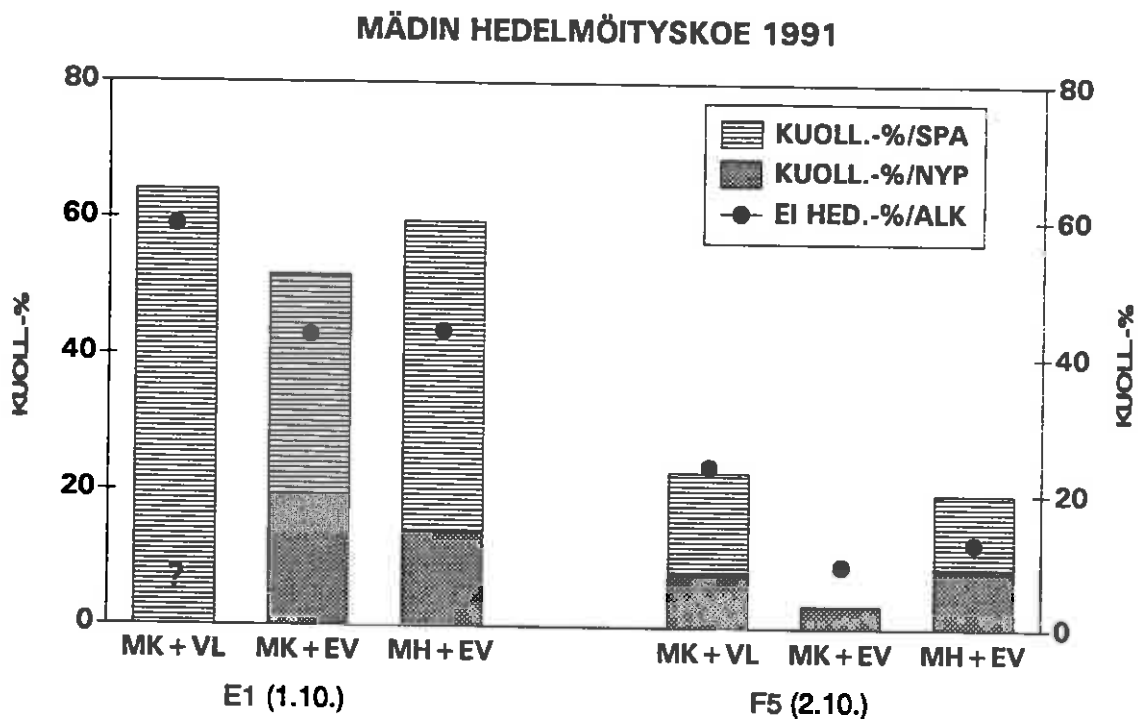
Eri mätierien hedelmöittymisaste tarkistettiin molempina vuosina noin 5–7 astevuorokauden jälkeen 2–8 -soluvaiheessa sekä alkiovaiheessa (marraskuussa) vuonna 1991. Hedelmöitystestien havainnointi jakautumisvaiheen alussa osoittautui suhteellisen vaikeaksi: menetelmä vaatii jatkuvaa tarkkailua oikean näytteenottoajan selvittämiseksi – mikäli alkio ehtii jakaantua liian pitkälle, ei mikroskopointia voida pitää luotettavana. Mädin jakautumisen havainnoinnilla pyrittiin selvittämään, missä määrin haudontatappiot johtuvat mädin hedelmöitymättömyydestä.

Hedelmöityksen jälkeisessä kontrolloinnissa oli jakautumattomien mätimunien osuus vuonna 1990 F8-altaan kaloilla 25–42 % ja F5-altaan kaloilla 4–19 %. Vastaava ero on havaittavissa myös kuvassa 1 esitetyissä kokonaiskuolleisuuksien tuloksissa. Vuoden 1991 kontrollointi epäonnistui osittain, koska mädin pinnalle kertyi laitoksen vesityksen saneeraustöiden johdosta mikroskopointia vaikeuttavaa hienojakoista sedimenttiä. Jakautumattomien mätimunien osuus vaihteli vuoden 1991 kokeen alkiovaiheessa 12,6–44,8 prosentin välillä (kuva 1). Tulosten perusteella on ilmeistä, että lohen mätivaiheen kuolleisuus johtuu suurelta osin mädin hedelmöitymättömyydestä tai jakautumisen keskeytymisestä välittömästi hedelmöityksen jälkeen (ks. kuvat 1, 2 ja 3). Ongelmien syiden selvittäminen vaatii kuitenkin ko. koejärjestelyitä perusteellisempia tutkimuksia.

5. Mädin hedelmöitys

Mädin hedelmöitymättömyyden syitä selvitettiin vuonna 1991 kahdella emoparvella testamalla mädin hedelmöitystekniikan parantamismahdollisuuksia yksinkertaisilla koejärjestelyillä. Laitoksella käytössä olevassa rutiinimenetelmässä mädin joukkoon lisättiin suhteellisen runsaasti vettä välittömästi mädin lisäyksen jälkeen. Maiti ja mäti sekoitettiin tämän jälkeen käsin ja huuhdeltiin noin kahden minuutin kuluttua runsaalla vedellä (ryhmä "MK+VL"). Rutiinimenetelmää verrattiin kahteen koeryhmään, jossa hedelmöityksen jälkeisestä vedenlisäyksestä luovuttiin. Toisessa koeryhmässä maiti sekoitettiin varovaisesti käsin ("MK+EV") ja toisessa vatia heiluttamalla ("MH+EV"). Menetelmällä pyrittiin eliminoimaan kaikki mätiiin kohdistuva ylimääräinen rasitus. Kaikki koeryhmät lypsettiin ns. ovarionesteeseen, mikä oli antanut lypsytekniikkakokeessa parhaan haudontatuloksen.

Maidin sekoittaminen mädin joukkoon käsin ja veden lisääminen seokseen vasta huuhteluvaiheessa antoi molemmilla parvilla parhaan haudontatuloksen (kuva 3). Ero entisen ruutiinimenetelmän ja parhaiden koeryhmien haudontatappioiden välillä oli 12–20 %.



KUVA 3. Eri tavoin hedelmöitetyn lohien mädin kuolleisuustiedot nypintä- ja silmäpistevaiheessa sekä jakautumattomien mätimunien osuudet alkiovaiheessa. Käytetyt lyhenteet on esitetty tekstissä; esitystapa kuten kuvassa 1.

KOKEMUKSIA TORNIONJOEN LOHEN LUONNONMÄDISTÄ JA LAITOSMÄDISTÄ

JUHA IIVARI

Riista-ja kalatalouden tutkimuslaitos, Tornionjoen kalanviljelylaitos, 99300 Muonio

1. Johdanto

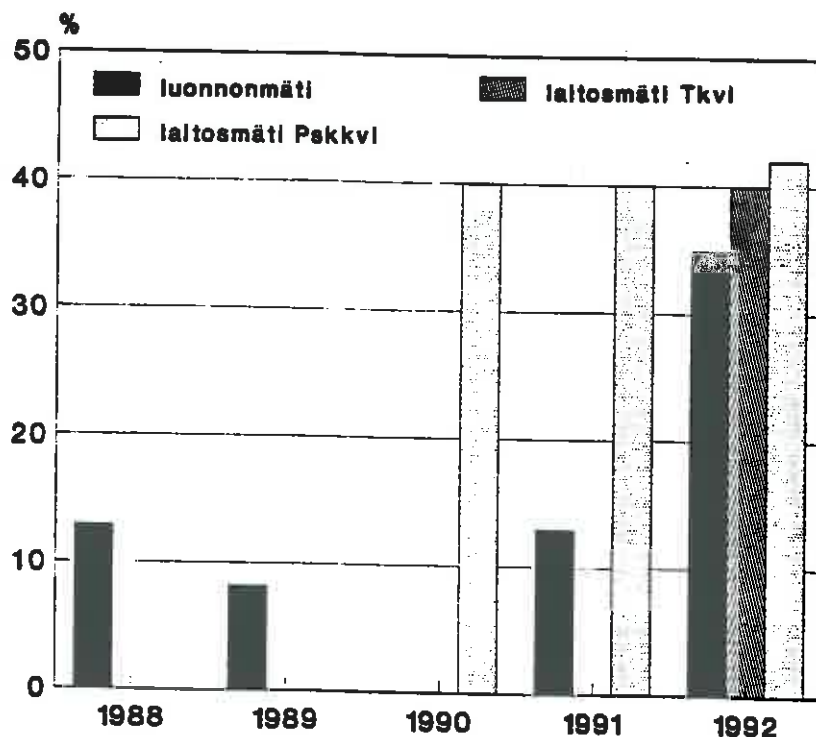
Tornionjoen kalanviljelylaitoksella viljellään lohenpoikasia istutettavaksi Tornion–Muonionjokeen. Viljelytuotanto laitoksella aloitettiin 1987 ottamalla ensimmäinen mäti haudottavaksi. Aluksi viljelymateriaalina käytettiin pelkästään luonnomätiä ja mädinhankinnasta vastasivat ruotsalaiset. Keväällä 1990 otettiin viljelyyn myös laitosmätiä, jota saatiin Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitokselta (PSKKVL). Mädinhankinta suomalaisten toimesta aloitettiin kesällä 1990 ottamalla emokaloja säilytykseen Lautiosaaren kalanviljelylaitokselle. Tornionjoen kalanviljelylaitoksen omista emokaloista saatiin mätiä ensimmäisen kerran syksyllä 1992.

Tässä esitelmässä vertaillaan lohen luonnonmätiä ja laitosmätiä Tornionjoen kalanviljelylaitoksella saatujen kokemusten perusteella. Vertailuperusteina on käytetty kuolleisuutta eri mätivaiheissa sekä starttiruokinnassa. Lisäksi on vertailtu kalan kasvua ensimmäisen kesän viljelyssä. Laitoksen tuotantotavoite on vuodeksi 1993 1 200 000 yksivuotiaista ja 20 000 kaksivuotiaista lohenpoikasta.

2. Kuolleisuustietoja

2.1. Kuolleisuus haudonnassa

Luonnonmädin kuolleisuus haudonnassa (lypsystä silmäpisteasteelle) on vaihdellut 10 %:n molemmin puolin. Talvella 1989–90 haudonta silmäpisteasteelle tapahtui Ruotsissa Kukkolankoskella. Haudontatappio oli tällöin 40 %. Viime vuonna kohosi kuolleisuus myös Tornionjoen kalanviljelylaitoksella 35 %:iin. Laitosmäti on aina siirretty laitokselle PSKKVL:lta silmäpisteasteella. Kuolleisuudet PSKKVL:lla ovat lohenmädillä vaihdelleet 20–55 %:n välillä (V.Määttä suullinen tieto). Tornionjoen kalanviljelylaitoksen omista emokaloista peräisin olleen mädin kuolleisuus oli noin 40 % (kuva 1).



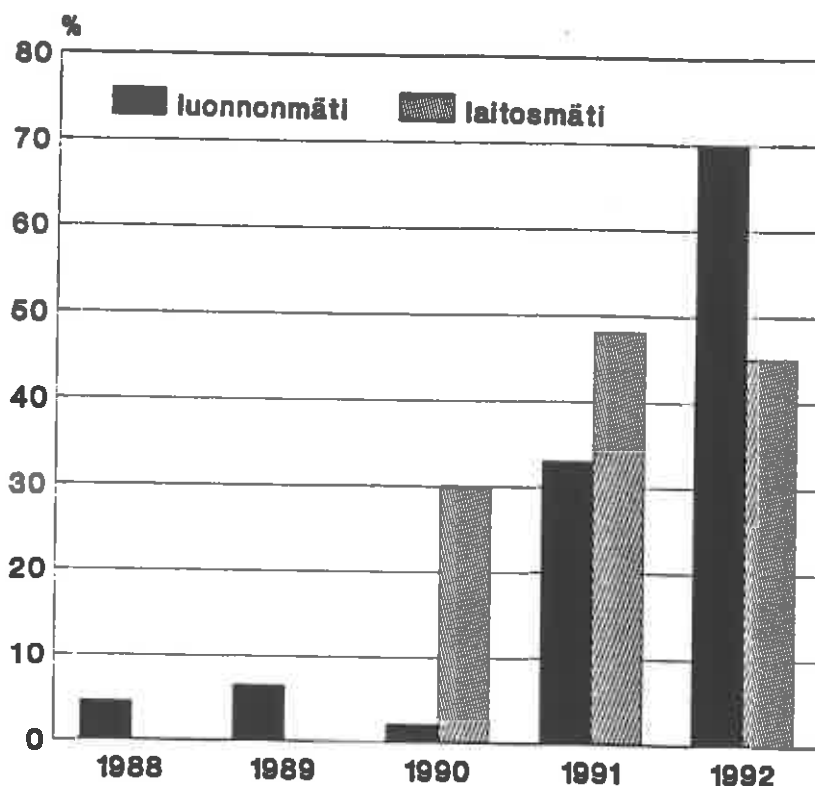
KUVA 1. Luonnonmädin ja laitosmädin kuolleisuus (%) lypsystä silmäpisteasteelle Tor-nionjoen kalanviljelylaitoksessa.

2.2. Kuolleisuus ruskuaispussivaiheessa

Luonnonmädin ruskuaispussivaiheen kuolleisuus (spa-startti) on ollut alle 10 %. Kahtena viime vuonna kuolleisuus on lisääntynyt huomattavasti. Keväällä 1991 ruskuaispussivaiheessa tuhoutui poikasia yli 30 % ja 1992 noin 70 % (kuva 2). Laitosmädistä peräisin olevia poikasia on ruskuaispussivaiheessa kuollut normaaliviljelyssä noin 40 %, mutta lämminvesiviljelyssä parhaimmillaan vain 10 % (kuva 3).

2.3. Kuolleisuus starttiruokinnassa

Starttikuolleisuus (sisältää kuolleisuuden ensimmäisen kesän viljelyssä) luonnonmädillä on tavallisesti ollut noin 30 %. Parhaimmillaan se on ollut 10 %. Viime vuonna poikasia kuoli reilut kaksikolmasosaa. Laitosmädistä kuoriutuneiden poikasten kuolleisuus starttiruokinnassa on tavallisesti suurempi kuin luonnonmätipoikasilla, mutta lämminvesiviljelyssä tappiot molemmilla ryhmillä ovat samaa suuruusluokkaa (kuvat 3 ja 4).



KUVA 2. Luonnonmädin ja laitosmädin sekä niistä kuoriutuneiden poikasten kuolleisuus (%) silmäpisteasteelta starttiin Tornionjoen kalanviljelylaitoksessa.

3. Kasvu ensimmäisen kesän viljelyssä

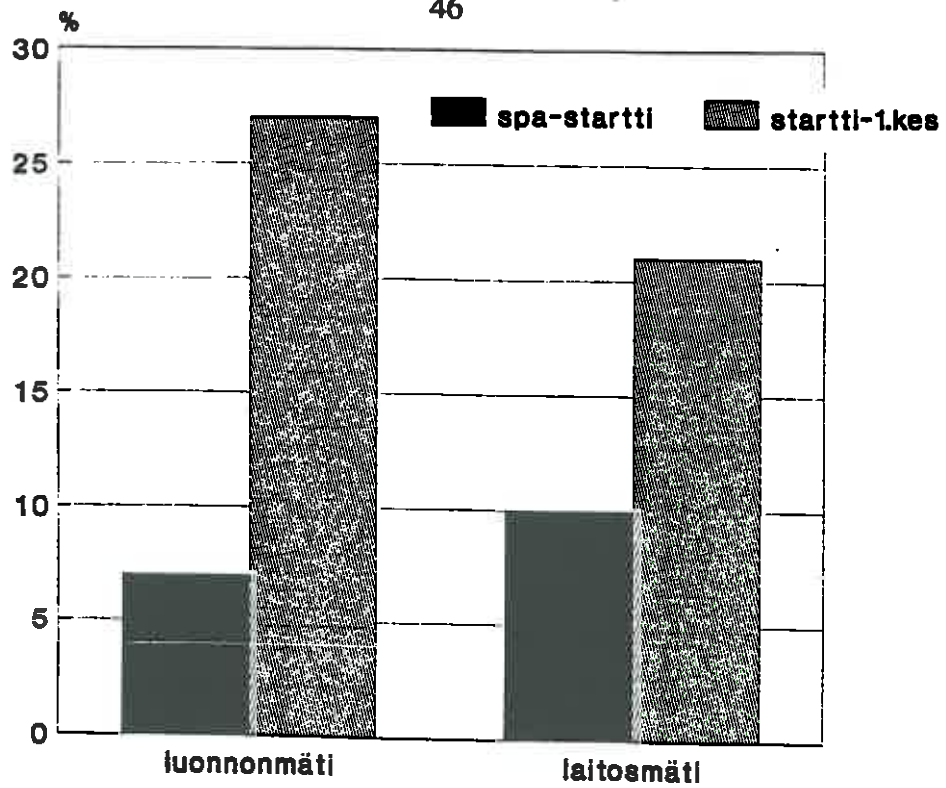
Luonnon- ja laitosmädistä peräisin olevien poikasten kasvussa ei ole juurikaan eroja. Keskipituudet ovat noin seitsemän senttimetriä ja keskipainot noin kolme grammaa. Laitosmädin pienempi koko ei näytä vaikuttaneen kalojen kasvuun (kuva 5).

4. Tarkastelu

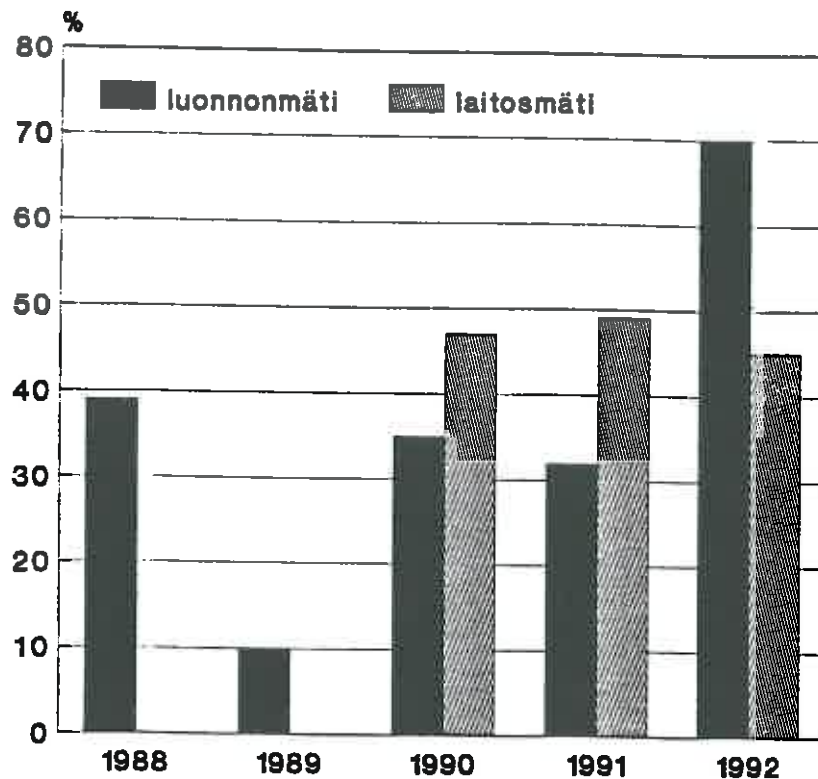
4.1. Luonnonmäti

Luonnonmädin mätikuolleisuus on yleensä pientä. Suurimmat tappiot aiheutuvat lypsyt jälkeisestä käsittelystä. Mäti on tavallisesti siirretty suoraan lypsystä laitokselle. Desinfiointi, kuljetus, mädin mittaaminen hautomoon sekä lämpötilan tasaaminen ovat lisänneet kuolleisuutta.

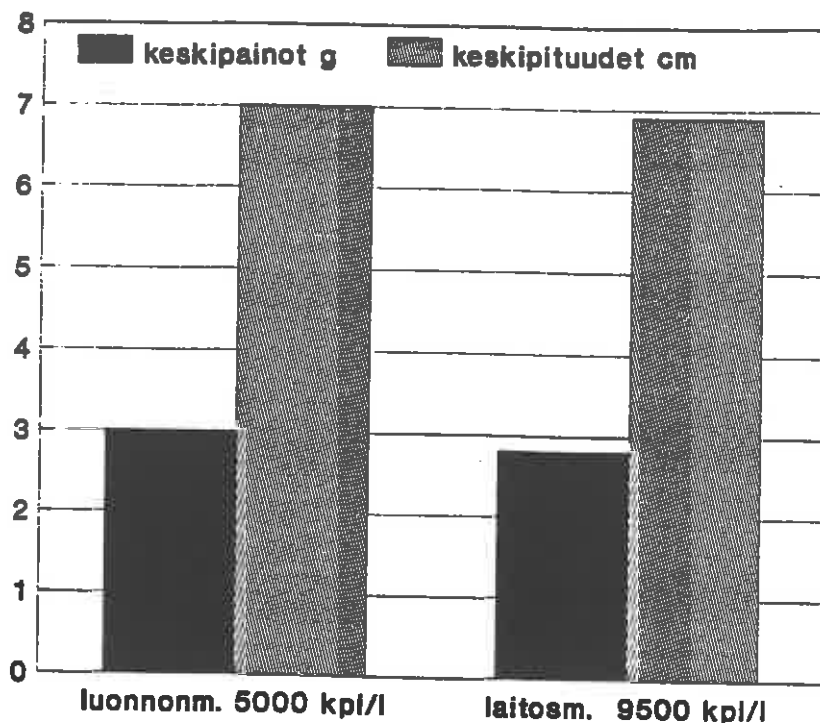
Ruskuaispussivaiheessa ja starttiruokinnassa kuolleisuus on suurimmaksi osaksi ollut emo-kohtaista. Joka vuosi on ollut sellaisia emokaloja, joitten jälkeläiset ovat kuolleet kokonaan. Tällaisten emojen määrä on lisääntynyt kovasti kahden viime vuoden aikana.



KUVA 3. Luonnonmädin ja laitosmädin ja niistä kuoriutuneiden poikasten kuolleisuus (%) silmäpisteasteelta starttiin ja startista 1-kesäisiksi Tornionjoen kalanviljelylaitoksen lämminvesiviljelyssä.



KUVA 4. Luonnonmädin ja laitosmädin sekä niistä kuoriutuneiden poikasten kuolleisuus (%) startista 1-kesäisiksi Tornionjoen kalanviljelylaitoksessa.



KUVA 5. Luonnonmädistä ja laitosmädistä kuoriutuneiden poikasten keskipaino ja keskipituus ensimmäisen kesän jälkeen Tornionjoen kalanviljelylaitoksen normaaliviljelyssä. Mädin koko on ilmaistu kappaletilavuutena.

Keväällä 1992 jo 120 emokalan mäti kuoli kokonaan, kun lypsettyjen naaraitten määrä oli noin 170. Luonnonmädin viljelyssä on todettu suuria ongelmia myös Ruotsissa ja muualla Pohjois-Suomessa. Ongelman syytä ei varmuudella tunneta ja sitä selvitetäänkin suomalais-ruotsalaisena yhteistyöprojektina

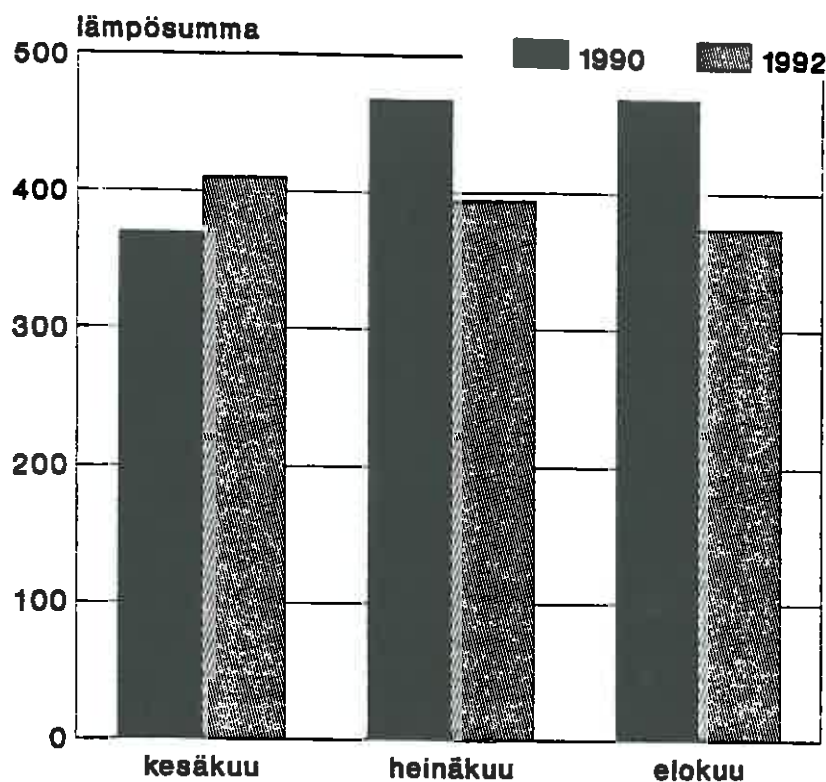
4.2. Laitosmäti

Laitosmädin haudonnassa ei ole erityisempiä ongelmia, sen hedelmöittymisaste on kuitenkin selvästi huonompi kuin luonnonmädin. PSKKVL:lla tappiot vaihtelevat haudonnassa 20–55 %:n välillä, ja samaa suuruusluokkaa näyttävät tappiot olevan myös Tornionjoen kalanviljelylaitoksella. Esimerkiksi emokalojen iällä ei ole ollut selvää vaikutusta mädin ja pikkupoikasten elinkykyyn. Sen sijaan vuoden lämpösummalla, jos se jää alhaiseksi, näyttäisi olevan vaikutusta ainakin mädin kokoon. Suurimmat ongelmat laitosmädin viljelyssä ovat olleet ruskuaispussivaiheessa ja starttiruokinnassa. Typen ylikyllästys, jota mitataan laitoksen tulovedessä pitkin kevättä aina kesäkuun lopulle asti, on aiheuttanut runsasta kuolleisuutta. Pahin tilanne on aina ollut jättien lähdön aikaan. Luonnonmäti näyttäisi kestävän paremmin ylikyllästystä kuin laitosmäti. Lämminvesiviljelyssä ei tätä ongelmaa ole ollut. Siellä on pystytty kontrolloimaan vedenlaatua mm. ilmastuksen avulla paremmin kuin normaaliviljelyssä.

Lämminvesiviljelyssä on laitostädillä päästykin yhtä pieniin kuolleisuuslukuihin kuin luonnonmädillä. Meritaimenen viljelyssä kokemukset ovat aivan samanlaiset. Lisäksi starttikuo- leisuuteen näyttäisi vaikuttavan jonkin verran kuoriutuvan poikasen koko. Viljeltyjen emoka- lojen mäti on huomattavasti pienempää kuin villien emojen mäti. Laitostmätia menee litraan keskimäärin noin 9 500 kappaletta ja luonnonmätia 5 000 kappaletta.

4.3. Kasvu

Yleensä laitostmätipoikanen saavuttaa kasvussa luonnonmätipoikasen kesän aikana, vaikka kokoero starttihakella onkin suuri. Laitostmädistä peräisin olevan poikasen loppukesän kasvu on nopeampaa. Viime vuosi oli kuitenkin poikkeus. Heinä- ja elokuun lämpösummat olivat pienemmät kuin normaalisti (kuva 6). Päiväasteitten kertymä kolmelta kesäkuukaudelta on yleensä noin 1 300 (vuosi 1990). Viime vuonna se jäi lähes 150 astetta pienemmäksi. Laitostmädistä peräisin olevat poikaset jäivätkin selvästi pienemmäksi kuin luonnonmädistä peräisin olevat poikaset.



KUVA 6. Tornionjoen kalanviljelylaitoksen viljelyveden lämpösummat (päiväasteina) kesäkuukausina 1990 ja 1992.

5. Yhteenveto

Luonnonmädin laatu on huonontunut kahtena viimeisenä vuonna kovasti. Eloönjäävyys on huonoimmillaan (viime vuonna) ollut vain kymmenisen prosenttia laskettuna lypsymäärästä kesän vanhaksi. Parhaimmillaan se on ollut lähellä 70 %:a.

Laitosmädillä on lämminvesiviljelyssä päästy lähes yhtä pieniin tappioihin kuin luonnomädillä. Sen sijaan normaaliviljelyssä ovat kuolleisuudet olleet aika suuria. Laitoksen tulo-vesityksen käsittelyä onkin parannettu rakentamalla lisäilmastimia sekä parantamalla hapetusjärjestelmää.

KOKEMUKSIA SIMOJOEN LOHEN LUONNONMÄDISTÄ JA LAITOSMÄDISTÄ

JUHANI RYTILAHTI

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Simojoen kalanviljelylaitos 95200 Simo

1. Johdanto

Simojoen kalanviljelylaitoksella on käytetty merilohen viljelyssä luonnosta hankittujen emokalojen mätiä sekä emokalanviljelyllä Ahvenanmaan Gutterpin kalanviljelylaitoksella, Simojoen kalanviljelylaitoksella ja Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella tuotettua merilohen mätiä.

Mädin ja poikasten kuolleisuus on ryhmitetty neljään kehitysvaiheeseen:

1. Hedelmöitetty mäti
2. Silmäpisteasteella oleva mäti
3. Ruskuaispussivaiheessa oleva poikanen
4. Kesän vanha poikanen.

2. Luonnosta hankittu mäti

Laitokselle luonnosta hankittu merilohen mäti on pidetty viljelyssä emokohtaisesti erillään. Luonnonemojen jälkeläiskuolleisuudessa esiintyy hyvin suurta vaihtelua. Esimerkiksi vuonna 1985 hankitussa mädissä kumulatiivinen kuolleisuusprosentti kertyi seuraavasti: Lypsynjälkeinen kuolleisuus oli keskimäärin 2,4 %, emokohtainen vaihtelu 0,5–6,2 %. Silmäpisteasteella keskimääräinen kuolleisuus oli 20,4 %, emokohtainen vaihtelu 6,8–37,5 %. Ruskuaispussivaiheen lopulla kuolleisuus oli 26,7 %, emokohtainen vaihtelu 7,2–82,5 %. Ensimmäisen kesän kasvatuksessa keskimääräinen kuolleisuusprosentti oli 38,1 %, emokohtainen vaihtelu 12,7–86,3 %. Vuosittain on esiintynyt yksittäisiä emoja, joiden jälkeläisten kuolleisuus oli ruskuaispussivaiheen ja ensimmäisen kesän kasvatuksen alussa 80–100 %. Vuonna 1992 pyydetyistä emoista 2/3:lla oli jälkeläisten kuolleisuus ruskuaispussivaiheessa 88–100 %. Syytä poikkeuksellisen korkeaan ruskuaispussivaiheen kuolleisuuteen ei tiedetä, mutta sama ilmiö on havaittu myös muiden Pohjanlahteen laskevien jokien emojen jälkeläisissä sekä Suo-

men että Ruotsin puolella.

3. Emokalanviljelyllä tuotettu mäti

Guttorpin laitoksessa emokalanviljelyllä tuotettua mätiä on ollut viljelyssä vuosina 1986 ja 1988. Mäti on tuotu silmäpisteasteella Simojoen kalanviljelylaitokseen. Hedelmöityksen jälkeinen kuolleisuus oli vuonna 1986 12,1 % ja vuonna 1988 11,1 %. Silmäpisteasteella kuolleisuus oli vuonna 1986 49,4 % ja vuonna 1988 50 %. Ruskuaispussivaihteen kuolleisuus oli vuonna 1986 55,8 % ja vuonna 1988 51,3 %. Ensimmäisen kesän kuolleisuus oli vuonna 1986 77,3 % ja vuonna 1988 76,6 %.

Simojoen kalanviljelylaitoksen emokalanviljelystä vuonna 1990 tuotetusta mädistä olivat vastaavat kuolleisuudet: Hedelmöitetty mäti 8 %, silmäpisteasteinen mäti 40,3 %, ruskuaispussivaiheen poikaset 54,1 % ja ensimmäisen kesän poikaset 98,3 %.

Simojoen kalanviljelylaitoksen emokalanviljelystä vuonna 1991 tuotetusta mädistä kuolleisuudet olivat: Hedelmöitetty mäti 4,5 %, silmäpisteasteinen mäti 70,4 %, ruskuaispussivaiheen poikaset 78,3 % ja ensimmäisen kesän poikaset 93,3 %.

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella emokalanviljelyllä tuotetun mädin kuolleisuudet vuonna 1991 olivat: Hedelmöitetty mäti 7,6 %, silmäpisteasteinen mäti 32,6 %, ruskuaispussivaiheen poikaset 34,9 % ja ensimmäisen kesän poikaset 82,6 %.

Vuosien 1986–1992 välisenä aikana keskimääräinen kuolleisuus on luonnon emokaloista tuotetuista mädistä kesän vanhoiksi poikasiksi ollut 42,9 % ja emokalanviljelyllä tuotetuista mädistä 85,6 %. Simojoen oloissa emokalanviljelyllä tuotetulla mädillä ovat kuolleisuusluvut korkeat. Syynä lienevät veden laatu ja mätimunien pieni koko.

KUHAN LUONNONMÄDIN HANKINNAN TULEVAISUUS

JUKKA RUUHIJÄRVI

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos, 16970
Evo

1. Johdanto

Kuhanviljely on perustunut luonnonmädin hankintaan, koska luonnosta pyydettyjä emokuhia ei ole saatu kalanviljelylaitoksissa tuottamaan mätiä kuin satunnaisesti. Kuhan luonnonmädin hankinta on toisaalta ollut tuottoisaa, joten emokalanviljely ei ole ollutkaan poikastuotannon ehdoton edellytys. Porlan ja Evon kalanviljelylaitoksilla 1970- ja 1980-luvuilla kehitetyllä luonnonmädin hankintaan perustuvalla kuhanviljelymenetelmällä (Salojärvi ym. 1986, Salminen & Ruuhijärvi 1989) on viime vuosina saavutettu 15–20 miljoonan vastakuoriutuneen kuhanpoikasen vuosituotanto (Ruuhijärvi & Salminen 1992).

Vastakuoriutuneiden kuhanpoikasten kysyntä on kuitenkin edelleen selvästi niiden tuotantoa suurempaa. Tuotannon lisäämiseksi on ryhdytty kehittämään kuhanpoikasen laitosviljelyä, jotta emokalaparvien kasvatusta tulisi mahdolliseksi (Ruuhijärvi 1993, Pursiainen ym. 1993). Saman aikaisesti ovat myös muutamat yksityiset yrittäjät aloittaneet luonnonmädin hankintaan perustuvan vastakuoriutuneiden kuhanpoikasten tuotannon. Pohdiskelen tässä kirjoituksessa kuhan luonnonmädin hankinnan edellytyksiä, vertailen luonnonmädin hankintaa ja osin vielä kuvitteellista emokalanviljelyä sekä arvioin kuinka kuhanpoikasten tuotanto saataisiin niiden kysyntää vastaavalle tasolle.

2. Kuhan luonnonmädin hankinnan edellytykset

Runsas kuhakanta, josta kutuaikana ja juuri sitä ennen on rysillä, loukuilla tai pauneteilla pyydetävissä emokuhia, on tietenkin kuhan luonnonmädin hankinnan perusedellytys. Parhaiksi emokuhien pyyntivesiksi ovat osoittautuneet pinta-alaltaan muutaman sadan hehtaarin järvet, joissa verkkokalastus on kielletty (esim. Vihdin Averiajärvi) tai kalastus on jostain muusta syystä, esimerkiksi kalojen myrkkypitoisuuksien vuoksi vähäistä (esim. Janakkalan Kernaanjärvi). Jos tällaisessa pienehkössä järvessä kalastetaan paljon verkoilla, voi runsaastakin kuhakannasta olla vaikeaa saada pyydetyksi sukukypsiä naaraskuhia.

Myös suurista järvistä voidaan saada pyydetyksi emokuhia, mikäli ne kertyvät kudulle paikoihin, joista niiden pyydystäminen on mahdollista. Esimerkiksi Vanajanselästä saadaan suuriakin emokaloja runsaasta kuhan verkkokalastuksesta huolimatta, mutta pienempiin järviin verrattuna pyynti ja sumputus ovat hankalampia lähinnä myrskyjen ja vesiliikenteen vuoksi.

Hyviä emokuhien pyyntijärviä on ainakin Uudellamaalla ja Hämeessä. Keski- ja Itä-Suomen järviolueella emokalapyyntiin riittävän runsaita kuhakantoja on vähän, mutta viime vuosina lisääntyneiden istutuksien tuloksina niitä voi olla syntymässä. Etelärannikon ja Lounaissaariston lahdista on myös varmaankin pyydetävissä emokuhia. Merialueella ei mädinhankintaa ole kuitenkaan kovin paljon harjoitettu, koska poikasia ei saa ilman erikoislupaa siirtää sisämaahan lammikkokasvatukseen.

Emokuhia voidaan siirtää pieniin emokalajärviin, joista niitä voidaan pyytää ja sumputtaa samoin menetelmin kuin luonnonkannoistakin (Ruuhijärvi & Koskenala 1989). Evon kalanviljelylaitoksella on kaksi emokuhajärveä ja Kainuun kalanviljelylaitoksella yksi. Viime vuosien vastakuoriutuneiden kuhanpoikasten tuotannosta on noin 15 % perustunut emokalajärvistä saatuun mätiiin.

Kuhanaaras kutee ensimmäisen kerran yleensä noin 0,7 kg ja koiras noin 0,4 kg painoisena. Alle kilon painoisten naaraiden mädistä saadaan kuoriutumaan keskimäärin noin 60 000 poikasta. Suhteellinen "viljelyhedelmällisyys", joka on noin puolet mätimunien kokonaismäärästä, näyttää olevan melko suoraviivainen aina noin 2–2,5 kg painoisiin naaraisiin asti, joiden mädistä kuoriutuu keskimäärin noin 200 000 poikasta. Suurimpien kuhanaaraiden mädistä kuoriutuva poikasmäärä vaihtelee hyvin paljon, mikä johtuu enemmänkin suuresta vaihtelusta turoon kiinnittyneen suuren mätimäärän haudonnan onnistumisessa kuin eroista kuhien mädin määrässä tai laadussa. Kuhanpoikasten tuotanto on tehokkaampaa, mikäli sumputukseen saadaan suurikokoisia (yli 1,5 kg) naaraita, koska pienen naaraan kudetus ja mädin haudonta vaativat samat tilat ja kaluston kuin suuremmankin. Tämän vuoksi tehokkaasti kalastettu ja sen vuoksi lähes pelkästään ensimmäistä kertaa kutevia emoja saaliiksi tuottava kuhakanta ei ole kovin hyvä luonnonmädin hankinnan kohde.

Sumputukseen otetuista naaraskuhista 50–90 % tuottaa hedelmöittyneen mätierän. Kutematta jättäminen johtunee enimmäkseen käsittelyvaurioista tai kutuvalmiin koiraan puutteesta. Pieni osa mätieristä jää hedelmöittymättä; useimmiten tämäkin lienee koiraan vika. Ruuhijärvi & Salminen (1992) ovat julkaiseet tarkempia tietoja kuhan luonnonmädin hankinnan tuloksista.

Emokuhien pyyntiin tarvitaan vesialueen omistajan lupa. Lähes kaikki hyvät emokuhien pyyntipaikat ovat yhteisöjen tai yksityisten omistuksessa. Valtion kalanviljelylaitosten on ai-

na anottava erityislupa vesialueen omistajalta emokuhien pyyntiin. Läheskään kaikkiin paikkoihin lupaa ei ole saatavissa tai luvasta vaadittava hinta on liian korkea. Yksityinen yrittäjä voi pyydystää emokuhia myös normaalilla kalastusluvalla, mikäli sattuu olemaan oikeutettu sellaisen hyvään emokuhien pyyntijärveen hankkimaan. Emokuhia on myös mahdollista ostaa kalastajilta, tosin tavanomaisin kalastusmenetelmin pyydettyä ja sumputettua emokuhaa on vaikea saada riittävän hyväkuntoisena kutusumppuun.

3. Luonnonmädin hankinta vai emokalanviljely?

Emokalanviljelyyn verrattuna luonnonmädin hankinta on avointa toimintaa. Se vaatii yhteyksiä ja yhteistyötä emokalojen pyyntivesien omistajien kanssa. Kalatautien pelossa kalanviljelylaitosten toiminta on muuttunut yhä sulkeutuneemmaksi. Tähän kehitykseen kuhan luonnosta hankitun mädin haudonta sopii huonosti. Emokalanviljelyn vaatimia rakenteita (altaita, lammikoita) ja ympärivuotista emokalojen hoitoa ei luonnosta hankitulla mädillä poikasia tuotettaessa tarvita.

Myös työnä luonnonmädin hankinta on avoimempaa ja monipuolisempaa kuin emokalanviljely. Kuhan luonnonmädin hankinta edellyttää tekijöiltään kykyä itsenäiseen työskentelyyn, monipuolista ammattitaitoa ja ihmissuhdetaitoja. Emokalanviljely onnistuu myös jatkuvan työnjohdon alaisena työskentelynä ja virka-aikana toisin kuin luonnonmädin hankinta, joka teettää ylitöitä ainakin viikonloppuisin. Emokalanviljely aiheuttaa enemmän investointikustannuksia, luonnonmädin hankinta puolestaan kalusto-, työvoima- ja matkakustannuksia sekä korvauksia emokalojen pyyntioikeuksista.

Luonnonmädin hankintaa tarvitaan ainakin emokalaparvien perustamiseen. Vaikka kuhanpoikasten tuotannossa emokalanviljelyllä tuotetun mädin osuus kasvaisikin merkittäväksi, vaaditaan riittävän perinnöllisen pohjan takaamiseksi perustettaville emoparville lähes nykyisen laajuista luonnonmädin hankintaa ainakin jollakin RKTL:n kalanviljelylaitoksella.

4. Voidaanko luonnonmädin hankintaa lisäämällä kasvattaa kuhanpoikasten tuotantoa?

RKTL:n kalanviljelylaitoksista vain Evon ja Porlan lähistöllä on hyviä emokuhien pyyntivesiä. Toki myös muilla laitoksilla on mahdollisuus perustaa emokuhajärviä, kuten Kainuun kvl on tehnytkin. Evon ja Porlan kuhanpoikastuotanto on mahdollista nostaa (tai palauttaa) yhteensä noin 20 miljoonan poikaseen vuodessa. Se edellyttää kuitenkin mädin hankinnan laajentamista, Porlan laitoksen hautomon kunnostamista viipymättä ja mahdollisuutta palkata tilapäistä työvoimaa kuhanviljelytehtäviin kummallekin laitokselle. Työvoiman lisätarve on ainakin osittain mahdollista tyydyttää myös RKTL:n muista toimipisteistä kuhanviljelysesongin

ajaksi laitoksille siirtyvillä henkilöillä, kuten Porlassa on jo pitkään meneteltykin.

RKTL:n kalanviljelylaitosten kuhanpoikastuotannon nostamista kysyntää vastaavaksi on haitannut tavoitteiden ja tuotantosuunnitelmien sekavuus ja epävarmuus. Pitkän aikavälin suunnitelmissa tärkeimmäksi kuhanpoikasten tuottajaksi on kaavailtu suunnitteilla olevaa Porraskosken kalanviljelylaitosta, jonka pitäisi tuottaa emokalanviljelyllä 14 miljoonaa vastakuoriutunutta kuhaa vuosittain. Porraskosken suunnittelun yhteydessä on Evon ja Porlan laitoksille kaavailtu vain niiden nykyistä tuotantoa pienempää luonnonmädin hankintaan perustuvaa kuhanpoikastuotantoa. Porraskosken laitoshankkeen viivästyttä ja käytyä samalla sekä tuotantotavoitteiden osalta vaikeaksi perustella että rahoituksen kannalta perin epävarmaksi on kuhanpoikaspulasta tullut entistä keskeisempi perustelu hankkeen toteuttamiselle. Tämän vuoksi kalanviljelyosasto ei ole liiemmin ryhtynyt toimenpiteisiin kuhanpoikastuotannon kasvattamiseksi vaan päinvastoin etenkin Porlan kalanviljelylaitoksen kunnostusta viivyttämällä ja sen toiminnan jatkuvuuden kyseenalaistamalla pikemminkin edistänyt tuotannon pienentymistä viime vuosina. RKTL:n kuhanpoikastuotannon järjestelyä helpottaisi huomattavasti, jos laitosrakentamisen suunnitelmia realistisiksi tarkistamalla sekä selkeillä tuotantotavoitteilla ja -suunnitelmillä parannettaisiin toimintaympäristömme ennustettavuutta.

Luonnonmädin hankintaan perustuva vastakuoriutuneiden kuhien tuotanto sopii myös yritys-toimintana harjoitettavaksi. Muutama yrittäjä alalla jo toimiikin ja kokeiluja on tehty ja suunnitteilla monessakin paikassa. Yksityinen yrittäjä tarvitsee kuhan luonnonmädin hankintaan tietenkin samoin kuin valtion laitoksetkin hyvän emokuhien pyyntipaikan, välineistön ja ammattitaidon. Pyyntiluvan saanti voi olla helpompaakin ja työn tekeminen ja pääoman hankinta on ainakin periaatteessa yksinkertaisempaa kuin valtiolla. Monet yksityisistä kuhan luonnonmädin hankintasuunnitelmista ovat alueellisten kalatalouskeskusten ja niiden organisoimien istutuspoikasten tuottajajärjestöjen hankkeita. Tämä mahdollistaa ainakin teoriassa myös valtion kalataloudelle osoittaman tuen saamisen kuhan luonnonmädin hankintakokeiluihin.

Kuinka paljon yksityinen vastakuoriutuneiden kuhien tuotanto pystyy täyttämään tämän hetkistä kysynnän ja tarjonnan välistä kuilua jää nähtäväksi. Vastakuoriutuneiden kuhien ostajien eli luonnonravintolammikkoviljelijöiden kannalta kohtuullinen poikasten ylituotanto olisi paras vaihtoehto. Tällä hetkellä kuhanpoikaskauppaa käydään täysin myyjän ehdoilla.

Lyhyellä tähtäimellä valtion kalanviljelylaitosten ja/tai yksityisten yrittäjien kuhan luonnonmädin hankinnan laajentaminen on ainut keino lisätä vastakuoriutuneiden kuhanpoikasten tuotantoa. Kovin helppoa tämä ei ole, koska hyviä emokuhien pyyntipaikkoja ei ole kovin paljon. Näin ollen valtion laitosten kuhanpoikastuotanto ei muodostune epäterveeksi kilpailuksi yksityisten tuottajien kanssa. Kalanviljelyosaston asetuksessa määriteltyihin tehtäviin se

sopii oikein hyvin. Sitä paitsi luonnonmädin hankintaan perustuen on ainakin ylimitoitetuista investoinneista osattomiksi jääneiden valtion kalanviljelylaitosten mahdollista harjoittaa vastakuoriutuneiden kuhanpoikasten tuotantoa liiketaloudellisesti kannattavasti.

Kirjallisuus

- Pursiainen, M., Kannel, R. & Hyvönen, M. 1993. Uusia lajeja emokalanviljelyyn: lähtökohtia ja kokemuksia kuhan laitosviljelystä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar, tämä nide.
- Ruuhijärvi, J. 1993. Kuhanpoikasten ruokintakokeet. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 59, s. 68–74.
- Ruuhijärvi, J. & Koskenala, T. 1989. Emokuhajärvi, keino kuhan mädinhankinnan varmistamiseen. Suomen kalastuslehti 96 (4), s. 172–175.
- Ruuhijärvi, J. & Salminen, M. 1992. Kuhanviljelyn ja kuhaistutusten historiaa ja näkymiä. Suomen kalatalous 60, s. 222–233.
- Salminen, M. & Ruuhijärvi, J. 1989. Kuhan mädinhankinnan ja -haudonnan uudet niksit. Suomen kalastuslehti 96 (4), s. 176–180.
- Salojärvi, K., Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ahonen, M., Nurmio, T., Aarnio, M. & Honkanen, M. 1986. Kuhanviljely. Kalatalouden keskusliitto n:o 84. 20 s.

SISÄVESIEN LOHIKALOJEN MÄDINHANKINNAN TULEVAISUUS

JORMA PIIRONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos, 58175 Enonkoski

1. Johdanto

Luonnonmädinhanke on useimpien valtion laitoksissa olevien kalakantojen viljelyn perusta. Nykyisin vain murto-osa poikastuotantoon tarvittavasta mädistä on saatavissa luonnosta, mutta laitoskantojen uusimisessa luonnonmädillä on ratkaisevan tärkeä merkitys. Petomaisien lohikalajien luonnonmädinhanke oli v. 1990 noin 1 % ja muiden lajien vajaa 30 % valtion emokalanviljelyllä tuottamasta mädistä (Juntunen 1992). Tässä katsauksessa tarkastellaan sisävesien lohikalakantojen mädinhankinnan tuloksia ja ongelmia muutamien esimerkkitaustien avulla sekä esitetään joitakin toimenpiteitä mädinhankinnan turvaamiseksi tulevaisuudessa.

2. Katsaus kutukalapyyntiin

2.1. Järvilohi

Mädinhankepyynti on järjestetty vuosittain Pielisjoessa (Piironen 1990) ja syksyllä 1992 myös Lieksanjoessa. Pyyntivälineinä on käytetty lähinnä verkkoja, mutta myös lohipatoa on kokeiltu. Emokalamäärä on 1980-luvulta lähtien vaihdellut 5–34 ja ollut keskimäärin 12 kalaa. Lieksanjoesta saatiin toiveita herättävät 12 lohta, vaikka pyyntiin lähdettiin kokeilumielessä. Jatkossa pyyntiä Lieksanjoella tehostetaan. Myös Pielisjoen emokalapyynnin kehittämisuunnitelmia on parhaillaan vireillä mm. elävänä pyytävän kiinniottolaitteen saamiseksi Kuurnan voimalan yhteyteen. Pyyntilaitte palvelisi paitsi järvilohen myös taimenen ja planktonsiian emokalapyynnissä.

2.2. Nieriä

Saimaan nieriän emokalaparvien perustaminen on osoittautunut todella hankalaksi. ISKKVL on järjestänyt mädinhankepyynnin vuodesta 1983 lähtien (Piironen 1990). Pyyntissä on käytetty verkkoja ja loukkuja (paunetteja). Luonnonkantaa olevia nieriöitä on saatu kymmenen vuoden aikana yhteensä 75 kpl. Niistä mätiä on saatu yhteensä 15 ja maitia 8 kalalta.

Vuosina 1983 ja 1987–1989 mätiä ei saatu lainkaan. Mädin saannin helpottamiseksi yli 70 kpl luonnosta saatuja eri ikäisiä nieriöitä on siirretty kalastukselta kokonaan rauhoitettuun lampeen ISKKVL:n läheisyyteen. Ensimmäinen kutupari lammesta saatiin syksyllä 1992.

Inarin nieriäkanta on ollut viljelyssä Saimaan kantaa kauemmin (ensimmäinen emoparvi 1964) ja sen luonnonkanta on ainakin jonkin verran edellistä runsaampi. Emokalastoja on perustettu Inarinjärvestä pyydetyistä emoista ainakin viitenä vuonna. Viimeksi v. 1989, jolloin saaliiksi saatiin 4 naarasta ja 7 koirasta. Sitä ennen pyynti järjestettiin syksyllä 1981, jolloin saalis oli hyvä; 29 naarasta ja 19 koirasta ja mätiäkin kertyi lähes 14 litraa (A. Kauttu 1993, henk.koht. tiedonanto).

2.3. Järvi- ja purotaimen

Valtion laitoksissa on viljelyssä 14 järvitaimen- ja 5 purotaimenkantaa. Purotaimenkantojen mädinhankintaa ei yleensä tehdä vaan kalat on pyydetty sähkökalastamalla ja tuotu laitoksille kasvatettavaksi emoiksi. Mittavin purotaimenten talteenotto on tehty v. 1990 Ounasjoella, missä eri latvajoista kerättiin kahden viikon aikana lähinnä vapakalastusvälineillä noin 650 yksilöä (Juntunen 1991). Kalat siirrettiin Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitokselle jatko-kasvatukseen. Syksyllä 1991 jäljellä olleista 412 kalasta 32 oli kutevia naaraita, joista saatiin mätiä noin 3 l (30 000 mätimunaa). Parven arvioidaan tuottavan mätiä vähintään seuraavat viisi vuotta (Juntunen 1991).

Joistakin taimenkannoista (esim. Ivalojoki, Kitkajoki Jyrävän alapuoli) on vielä saatavissa kohtuullisia määriä emokaloja, mutta monen kannan kutevien naaraiden määrät ovat vain muutamia kutukaudessa. Luonnonkoiraiden maidin käyttö laitospäädin hedelmöittämiseksi näyttää olevan yleistä. Tilannetta kuvaavat hyvin seuraavat kolme esimerkkitapausta:

2.3.1. Kitkajoki, Jyrävän yläpuoli (kudulle laskeutuva kanta)

Mustosen (1992) mukaan kutupyntiä on harjoitettu jo 1930-luvulta, jolloin pyynti tapahtui verkoilla. Myöhemmin emokaloja alettiin pyytää myös lampun valossa haaveilla (lippoamalla) ja se on nykyisin ainoa pyyntikeino. Jyrävän yläpuolen laskutaimenen kanta on ollut niin heikko, ettei mätiä ole saatu lainkaan luonnosta 1980-luvulla. Mädituotanto tapahtuu jo osittain toisen laitossukupolven kaloista (Mustonen 1992).

2.3.2. Keski-Suomen järvitaimen (Rautalammin reitin järvitaimen)

Elorannan (1993) laatimasta kattavasta selvityksestä käy varsin hyvin ilmi Keski-Suomen

luonnonkantoihin perustuvan taimenen viljelyn, kutupyynnin, saaliiden ja mätimäärien kehitys jopa 1910-luvulta lähtien. Hänen mukaansa kututaimenia on saatu 1912–1990 jakson aikana yhteensä ainakin 5 500 (osa vuosina 1912–1913 ja 1971 saaduista kirjaamatta). Rautalammin reitiltä ko. kaloista saatiin 2 095 kpl. Saalis on jakautunut siten, että lähes 70 % pyydettiin jo 1940-luvulle tultaessa ja vain 8 % 1960-luvun jälkeen. Mätimäärät ovat romahtaneet 1920-luvun huippuluvuista (894 l) siten, että 1960-luvulla saatiin 35 l, 1970-luvulla 14 l ja 1980-luvulla vain muutamia litroja. Samaan aikaan vielä 1950- ja 1960-luvulle vallinnut naarasenemmistö on muuttunut varsin selväksi koirasenemmistöksi. Huippuna oli vuosi 1983, jolloin Siikakoskesta saatiin yli 200 koirasta ja vain yksi kuteva naaras (0,6 l mätiiä).

Laukaan keskuskalanviljelylaitos on yrittänyt hankkia mätiiä mm. Rautalammin Tyyrinvirrasta. Saalis on ollut v. 1985 6 naarasta ja 12 koirasta (mätiiä 2,5 l), v. 1986 3 naarasta ja 23 koirasta (mätiiä 2,05 l) ja v. 1991 1 naaras ja 12 koirasta (ei mätiiä). Kutupyyntiä yritettiin syksyllä 1991 myös Vaajakoskessa ja Simunankoskessa, mutta kummastakaan paikasta ei saatu yhtään taimenta.

2.3.3. Vuoksen järvitaimen

Perinteisesti Vuoksen taimenen tärkein pyyntipaikka on ollut Pielisjoki. Kontiolahden kalanviljelylaitos hoiti pyynnin järjestämisen aina 1980-luvulle Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen toiminnan alkamiseen saakka. Taimenen pyynti Pielisjoessa on tapahtunut järvilohen pyynnin yhteydessä. Taimenten kokonaismäärä ajanjaksona 1977–1992 on ollut noin 230 kalaa. Mätiiä on saatu yhteensä vajaa 30 litraa. Koirasenemmistö on ollut melko selvä, sillä esimerkiksi 1988–1992 saatiin 95 koirasta ja 25 naarasta. Kutevien naaraiden määrä on vaihdellut vuosittain 0–11 kalaan. Esimerkiksi v. 1992 saaliiksi saatiin 13 koirasta, muttei ainoatakaan naarasta. ISKKVL on järjestänyt taimenen mädinhankintaa myös Heinäveden reitin Kermankoskissa ja Kuolimosta Saimaaseen laskevassa Partakoskessa. Kermankosken emokalapyynti on tuottanut ainoastaan muutaman kutevan naaraan, kun koiraita on saatu tavallisesti 5–10 vuotta kohti. Partakosken pyynnissä v. 1990 saatiin ainoastaan 8 koirasta.

2.4. Harjus

Harjuksen emokalapyynnissä on paikoin saatavissa kohtuullisen hyvin kutevia kaloja, mutta vain harvoin saman kutukauden aikana onnistutaan kuitenkaan saamaan 25 emokalaparia. Emokalastoja on perustettu myös luonnosta siirretyistä kaloista. Esimerkiksi Kitkajärvestä saatiin 1990–1992 yhteensä 233 harjusta, joista siirrettiin 188 kpl PSKKVL:lle (Määttä 1992). Harjuksen pyynnin onnistuminen riippuu paikallistuntemuksen lisäksi kevään edistymisestä. Jokikutuisten harjusten emokalapyynti on järvikutuisia kantoja huomattavasti hankalampaa

ja saadut kalamäärätkin ovat olleet pieniä.

2.5. Siiat

Siikojen luonnonkannat ovat yleensä riittävän vahvoja, jotta luonnonmädin hankinnalla pystytään turvaamaan emokalastojen uusiminen geneettisten minimiyksilömäärien mukaisesti.

3. Mädinhankinnan ongelmat

Merkittävin ongelma luonnonmädin hankinnassa on kutevien yksilöiden vähäisyys. Uhanalaisten lajien/kantojen kohdalla syyt ovat helpommin ymmärrettäviä, mutta ihmetystä aiheuttaa mm. järvitaimenkantojen tila. Eikö kutevia naaraita ole vai eikö niitä saada kiinni?

Monen viljelyssä olevan kalakannan tila on paradoksaalinen: sitä mukaa, kun istutusmäärät ovat kasvaneet, on myös kalastuspaine lisääntynyt ja sitä pienempi yksilömäärä selviää sukukypsiksi. Kaikki viljelyssä olevat lohikalat saavuttavat sukukypsyyden tavallisesti vasta 4–6 vuotiaina ja siten ne joutuvat olemaan pyynnin kohteena useita vuosia istutusten jälkeen. Istukkaiden kalastuskuolevuus heti istutusta seuraavan vuoden aikana on erittäin suuri ongelma (esim. Kolari & Toivonen 1990).

Kutevien taimenkoiraiden enemmistöä kalastuskuolevuus ei sellaisenaan selitä. Syitä tähän on etsittävä sekä viljely- ja istutusmenetelmistä että emokalojen pyyntimenetelmistä. Koiraiden joutuminen naaraita helpommin verkkosaaliiksi ainakin koskialueilla selittyy niiden käyttäytymiseroilla. Koiraat tulevat (ovat) kutualueelle koskeen ennen naaraita ja kutureviiriä puolustaessaan ne joutuvat helposti myös verkkoihin. Monesti naaraita saadaan verkoilla huomattavasti rauhallisemmin virtaavista paikoista ja yleensä vasta mädin ollessa jo kypsää.

Uusi ongelma saattaa syntyä pyyntikokoisten kalojen istuttamisesta samoille alueille, joista pyydetään emokaloja. Esimerkiksi Pielisjokeen on vapaa-ajan kalastajien tarpeiden tyydyttämiseksi istutettu sukukypsyyden saavuttaneita järvitaimenia, jotka on kasvatettu ISKKVL:n tuottamasta mädistä. Ensimmäisen kerran istutus tehtiin v. 1991 syksyllä samaan aikaan, jolloin mädinhankintapyynti oli käynnissä noin 300 metrin päässä istutuspaikasta. Koska laitokalaja ja luonnossa syntyneitä kaloja ei varmuudella pystytty erottamaan, jouduttiin tietyn koryhmän (alle 1,5 kg) kaikki kalat hylkäämään. Seuraavana vuonna pyyntikokoisilta taimenilta leikattiin rasvaevä niiden tunnistamiseksi. Samoin pyritään toimimaan jatkossakin.

Järvikutuisten lajien mädinhankinnan vaikeudet liittyvät tavallisesti kutupyynnin ajoittamiseen, kutualueitten tuntemiseen ja pyydystettävän lajin käyttäytymisen tuntemiseen. Kaiken-

kaikkiaan mädinhanhinta luonnonkannoista on aina työlästä ja kallista, ja se ajoittuu samaan aikaan laitostalojen lypsyjen ja luonnonravintolammikoiden tyhjennyksen kanssa. Vaikuttaa siltä, ettei luonnonmädin hankintaan kyetä aina panostamaan riittävästi.

4. Toimenpide-ehdotukset

Kalataloudellisesti tärkeimpien kalakantojen esiintymis- ja lisääntymisalueita on rauhoitettava ja pyyntiä rajoitettava, jotta voidaan turvata riittävän suuri kutukypsien kalojen määrä. Tämä on välttämätöntä etenkin myöhään (4–6 v.) sukukypsyyden saavuttavien lohikalajien osalta. Rauhoitukset on suunniteltava kunkin kalakannan mukaan ja rajattava ajallisesti sekä paikallisesti tarkoituksenmukaisesti (vrt. riistaeläinten metsästyksen säätely).

Mädinhanhintaan on suhtauduttava entistä tarmokkaammin ja siihen on järjestettävä riittävät resurssit. Laitosten on laadittava mädinhanhintastrategia viljelyssä oleville kannoilleen, sillä kaikkien kantojen mädinhanhintaan ei pystytä yhdellä kertaa. Pyynti on järjestettävä usean vuoden aikana, jos kutukaloja ei ole saatu tarpeeksi yhden pyyntikauden aikana.

Mädinhanhinnan (kutukalojen pyynnin) lisäksi on käytettävä vaihtoehtoisia ja/tai täydentäviä emokalaston perustamiskeinoja mm. jokipoikasten pyyntiä (vrt. Ounasjoen purotaimen, Kitkajärven harjus) sekä nuorten kalojen siirtoa laitoksiin, emokalajärviin tai vastaaviin (vrt. Kuolimon nieriä). Luonnosta saatujen kalojen siirtoon liittyvät tautiriskit on selvitettävä ja analyysimenetelmiä on kehitettävä mm. bakteeri- ja virustautien toteamiseksi kalaa tappamatta (ELISA- ym. menetelmät).

Niistä kannoista, jotka tiedetään (tai arvataan) kalataloudellisesti arvokkaiksi lähitulevaisuudessa olisi otettava viljelyyn geneettisesti edustava emokalasto vielä luonnonkannan ollessa riittävän vahva.

Olemme jo nyt siinä tilanteessa, että kaikki käytettävissä olevat keinot tarvitaan pikaisesti luonnonkantojen mädinhanhinnan turvaamiseksi. Ilman tehokkaita toimenpiteitä monen sisävesien lohikalakannan mädinhanhinta loppuu kokonaan ennen pitkää ja siten myös kantojen säilyminen vaarantuu.

Kirjallisuus

- Eloranta, A. 1993. Luonnonkantoihin perustuva taimenviljely Keski-Suomessa. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja. (painossa).
- Juntunen, K. 1991. Ounasjoen taimenen emokalaparven perustaminen. (julkaisematon raportti).
- Juntunen, K. 1992. Valtion kalanviljelyn (RKTL/KVO) suuntaviivat. Riista- ja kalatalouden

tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 57, s. 20–41.

- Kolari, I. & Toivonen, J. 1989. Alamittaista taimenta ja järvihohta Vuoksen vesistöstä. Suomen kalastuslehti 96, s. 347–351.
- Mustonen, S. 1992. Kitkajoen Jyrävän yläpuolen järvitaimenen mädinhankinta 1930–1980-luvuilla. (julkaisematon raportti).
- Määttä, V. 1992. Järvikutuisen harjuksen emokalapyynti Kitkajärvellä v. 1990–1992. (julkaisematon raportti).
- Piironen, J. 1990. Saimaan järvilohen ja nieriän viljely ja hoito. Suomen Kalatalous 56, s. 66–73.

KALATAUDIT JA LUONNONMÄDIN HANKINTA

PERTTU KOSKI

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, Oulun aluelaboratorio, PL 517 90101 Oulu

1. Kalatautilitilanne ja kehitysnäkymät

Kalatautilitilanteemme kehitysnäkymät ovat yli kahden vuosikymmenen ajan määrättyneet lähinnä Suomen, Ruotsin ja Norjan hyvin samankaltaisen tuontilupakäytännön, maamme sisäisen viljelykäytännön sekä Itämeren alueen kalatautilitilanteen pohjalta. Ennakoitavuus on tässä suhteessa lähivuosina heikkenemässä: ETA-sopimuksen solmimisen yhteydessä Ruotsi alkaa noudattaa EY:n kalatautidirektiivejä, kun taas Suomi ja Norja säilyttävät oman kalatautilainsäädäntönsä ainakin vuoteen 1995 asti (Hakulin 1993). On odotettavissa, että elävän kalan siirrot Keski-Euroopasta Ruotsiin lisääntyvät. Tämä voi asettaa uusia vaatimuksia maamme luonnonmädin hankinnalle Itämeren, erityisesti Pohjanlahden alueella sekä Tornionjoen vesistöissä.

Kahdeksankymmenluvun puolivälin jälkeen on Itämeressä esiintyvien kalatautien leviämisen vastustuksessa tapahtunut positiivista kehitystä. Emokaloja ei enää siirretä merialueeltamme sisävesiin ja muutenkin luonnonmädin hankinnassa on saatu aikaan rakenteellisia muutoksia, jotka helpottavat tarttuvien kalatautien ehkäisyä kalanviljelyssämme:

- mädinhankintaan käytettyjen mereen vaeltavien lohikalojen IPN- ja IHN-virus- sekä BKD-tilanteen tarkkailuun on luotu melko kattava järjestelmä,
- mädin desinfektio lähinnä paistetautibakteeria vastaan on nykyisin rutiinia kalanviljelyssämme,
- luonnonmädin hankinnan järjestelyn suunnittelussa on tarttuvien kalatautien ehkäisy nykyisin kiinteä osa.

BKD-tilanne on Ruotsin puolella muutaman viime vuoden aikana heikentynyt selvästi. Suomalaiseen vaelluskalojen mädinhankintariskiinkin vaikuttaa suuresti Ruotsissa jatkossa noudatettava BKD:n kantajakalojen istutuspolitiikka. Vuoden 1992 aikana diagnosoidut villien Perämeren harjus- ja Suomenlahden siikaemojen oireettomat IPN-virustartunnat olivat yllätyksettömiä viruksen levinneisyyden huomioon ottaen. Ne kuitenkin muistuttavat, etteivät varotoimet merestä pyydettyjen villien emokalojen kohdalla ole turhat. Tarttuvia tauteja huolestutta-

vampi on kevään 1992 suuri ruskuaispussivaiheen kuolleisuus villillä Itämeren merilohella pohjoissuomalaisilla kalanviljelylaitoksilla. Ruotsissa vastaavaa on todettu jo useita vuosia.

2. Kalatautien ehkäisy luonnonmädin hankinnassa

Suomalainen kalanviljely on emokalanviljelyn ansiosta varustautunut Ruotsia paremmin emovillien emojen poikasilla todettuun kuolleisuuteen. Myös tarttuvien tautien vastustukselle antaa emokalanviljely luonnonmädin hankinnan rinnalla toteutettuna pelkän luonnonmädin hankinnan varassa tapahtuvaa viljelyä paremmat mahdollisuudet. Emokalanviljelyä ja luonnonmädin hankintaa ei mielestäni tulisi nähdä toisilleen vastakkaisina, vaan täydentävinä järjestelminä kalatautien vastustuksessa (katso esim. Pasanen 1992). Emokalanviljely voi tietysti toimia myös tautien levittäjänä. Jotta tautiriskit luonnonmädin hankinnan yhteydessä pidettäisiin mahdollisimman pieninä, on pyrittävä viljelyyn otettavan mädin puhtauteen. Emokalastojen perustamisen yhteydessä on tärkeää, että kaikki perustamiseen käytettävät emot tutkitaan virustautien ja BKD:n varalta niin merialueilla kuin sisämaassa. Haudonnan järjestäminen emon tai emoryhmäkohtaisesti sekä mahdollisuus kuoriutuvien poikasryhmien alkukuolleisuuden vertailuun on tärkeää sekä tarttuvien että ei-tarttuvien tautien tutkimuksen ja ehkäisykannalta.

Haudonnan järjestelyssä on vesistöaluekohtainen toiminta toivottavaa. Pienten, paikoin jopa siirrettävien hautomoiden rakentaminen olisi suuria parempi ratkaisu siksi, että vakavan kalataudin löytyessä haitat jäisivät pienemmiksi ja suuret tuotantokatkokset vältettäisiin. Luonnonmädin hankintaa voidaan myös keskittää yhteen paikkaan, jos eri vesistöalueilta hankittuja emoja ja mätää ei samanaikaisesti säilytetä samoissa tiloissa. Eri vesistöalueiden luonnonmädin hankinta voi tapahtua esimerkiksi vuorovuosin.

Kalaterveystarkkailun P0- ja P1-luokkien laitoksilla ollaan luonnonmädin hankinnassa nähdäkseni pääsemässä riskien tyydyttävään minimointiin. Pitkäjänteisellä, suunnitellulla toiminnalla voidaan kalatautien vastustus ja perinnöllisen monimuotoisuuden turvaaminen toteuttaa yhtä aikaa.

Kirjallisuus

- Hakulin, K. 1993. ETA-sopimus ja EY elävän kalan kaupassa. Kalaterveyspäivän 18.2.1993 moniste. Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, s. 27–29.
- Pasanen, P. 1992. Vaelluskalakantojen mädin hankinnan järjestäminen Perämeren rakennettujen vaelluskalakantojen hoito -seminaarin moniste, s. 55–58.

EMORAPUJEN VILJELYSTÄ

JOUNI TOLONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos, 16970
Evo

1. Johdanto

Ravun- ja täpläravunviljely on maassamme uusimpia vesiviljelyn muotoja. Siihen liittyvä tutkimus ja menetelmien kehittäminen alkoivat Evon ja Porlan laitoksilla vasta noin viisitoista vuotta sitten. Kuitenkin pääasiassa näiltä laitoksilta oppinsa saaneita yksityisiä viljelijöitä on tällä hetkellä jo noin nelisenkymmentä ja uusia yrittäjiä on tulossa mukaan koko ajan. Toistaiseksi Suomessa on harjoitettu pääasiassa vain rapu- ja täplärapuistukkaiden tuotantoa, mutta nyt ollaan suuntautumassa enemmän myös ns. ruokarapujen kasvattamiseen. Varsinkin kulu- tukseen tarkoitetun ravun korkea hinta sekä kesänvanhojen ravunpoikasten ylitarjonta ja siitä johtuva poikasten hintojen lasku ohjaavat viljelijöitä tähän suuntaan. Poikasten kasvattajilla edelleenkin toiminnan perustana on oman emoravuston ylläpito lammikoissa. Käytössä ei ole varsinaisia emorapujärviä, joita käytettäisiin lammikoiden tapaan; emot pyydetäisiin syksyllä hautomoon, missä ne saisivat paritella ja munia, ja palautettaisiin takaisin järveen seuraavana keväänä, kun poikaset ovat kuoriutuneet.

Istukkaita tuotettaessa koko viljelyn onnistuminen on hyvin pitkälle riippuvainen emoravus- ton laadusta ja määrästä. Emorapuja on saatava käyttöön riittävän suuria määriä edullisesti ja lisäksi niiden olisi ennen kaikkea oltava terveitä ja hyvässä kunnossa, jotta ne kykenisivät tuottamaan hyvälaatuista mätiä mahdollisimman tehokkaasti. Viime vuosiin asti viljelyssä tarvittavat rapu- ja täplärapuemot on hankittu pääasiassa luonnonvesistä pyytämällä, mutta kokeita emorapujen viljelemiseksi kesänvanhoista poikasista on myös aloitettu. Seuraavassa esitellään kummastakin menetelmästä Evon kalastuskoeasemalla ja kalanviljelylaitoksella saatuja kokemuksia.

2. Emojen hankinta luonnonvesistä

2.1. Saatavuus

Hyviä tai jopa ns. ylitheitä rapukantoja on hyvin harvassa. Rapurutto, vesien pilaantuminen,

erilaiset vesistöjärjestelyt ja viime vuosina vesien happamoituminen ovat vaikuttaneet lähes kaikkiin rapuvesiimme. Monin paikoin rapukannat ovat tuhoutuneet lopullisesti tai rapujen määrät vähentyneet oleellisesti. Vielä harvemmassa ovat ne kohteet, joissa on hyvä rapukanta ja lisäksi kalastuskunta on valmis sallimaan alamittaisten rapujen poiston viljelyyn. Myös alamittaisten rapujen pyyntiin liittynyt luvan hakeminen aina ministeriöstä asti on usein vähentänyt veden omistajan halua myydä rapujaan viljelyyn tai istukkaiksi ainakaan "virallisesti". Uusi kalastusasetus, jossa ravulta poistetaan alamitta kokonaan, tuleekin tältä osin varmasti helpottamaan tilannetta. Suuria, mitan täyttäviä rapuja sen sijaan on aina ollut saatavilla, mutta vastaavasti niiden hankintahinta on ollut korkea (8–12 mk/kpl) verrattuna alamittaisten rapujen hintaan, joka on vaihdellut 3–5 mk/kpl.

Viime vuosina on emorapujen hankintaa lisäksi vaikeuttanut tiedot uudesta, nopeasti levinneestä rapukantoja vaivaavasta loisesta, *Psorospermium haeckelistä*. Sen taksonominen asema on vielä epäselvä, eikä myöskään sen vaikutuksesta rapukantoihin ole varmuutta, mutta on viitteitä siitä, että se voi aiheuttaa kuolevuutta kuorenvaihtojen yhteydessä isommilla tai vahingoittuneilla ravuilla. Sen on myös todettu heikentävän ravun immuunijärjestelmää, jolloin muut taudinaiheuttajat pääsevät helpommin vallalle (Cerenius ym. 1991). Sitä on löydetty Suomesta ensimmäisen kerran kahdesta järvestä vuonna 1975 (Nylund 1986), mutta sen jälkeen sitä on tavattu vuosi vuodelta laajemmalti, joko tehostuneen tutkimuksen ansiosta tai siksi, että se todella on lisääntynyt ja tartuttanut uusia kantoja. Tällä hetkellä noin 60–80 % tutkituista rapukannoista Hämeessä, Keski-Suomessa ja Mikkelin läänissä on *Psorospermium*-loisen tartuttamia (Kirjavainen 1991, Rannikko 1991 ja Jussila ym. 1990). Vaikka esim. raputauityöryhmä (MMM 1991) ei halunnut rajoittaa *Psorospermiumin* tartuttamien rapujen käyttöä siirtoistukkaina se kuitenkin suositti, että *Psorospermiumia* kantavia rapuja ei käytettäisi viljelyssä emorapuina.

Täplärapuemoja on ollut saatavilla vielä rapuakin vähemmän. Tähän asti on ollut vain yksi järvi Vihdissä, missä on ollut pyyntivahvuinen täplärapukanta. Samassa järvestä on myös hyvä kotimaisen ravun kanta, mitä voidaan pitää luotettavana osoituksena näiden täplärapujen rutottomuudesta. Täältä on myyty täplärapuja useammalle viljelijälle emoravuiksi ja lisäksi istutuksiin luonnonvesiin, jolloin kysynnästä johtuen hinnatkin ovat olleet korkeat (17–25 mk/kpl). Tilanne tulee kuitenkin lähivuosina paranemaan, kun Porlasta tehtyjen onnistuneiden istutusten ansiosta erittäin hyviä täplärapukantoja näyttää olevan kehittymässä eteläiseen Suomeen. Myös Hämeessä on aloitettu täplärapuistuksia Evolta käsin tavoitteena ns. emorapujärvien luominen. Täpläravuilla *Psorospermium* ei ole aiheuttanut ongelmia, sillä vain yhdestä viljelyssä olleesta täpläravusta on sitä tähän mennessä tavattu.

2.2. Emojen valinta viljelyyn

Uusien emojen hankinta on tehtävä ravustuskauden loppupuolella, elokuun puolivälin jälkeen, jolloin naarasravuista on pyrstön alta ns. limarauhasten olemassaolon perusteella nähtävissä niiden sen hetkinen lisääntymisvalmius. Limarauhasettomia naaraita ei kannata ottaa viljelyyn ollenkaan, sillä ne tulevat tuottamaan mätiä vasta seuraavana vuonna, mikäli ovat hengissä vielä silloin.

Pienet, alle kymmensenttiset ravut ja täpläravut ovat viljelyn kannalta parempi hankinta kuin suuret, sillä yksilötiheydet voivat niillä lammikoissa olla suurempia ja lisäksi pienellä, juuri sukukypsyyyden saavuttaneella emolla (7–9 cm) on useampia elinvuosia edessään kuin suurella yksilöllä. Ainoastaan mätimäärissä pienet ravut ja täpläravut selvästi häviävät suuremmilleen.

Koska yksi koiras pystyy parittelemaan hyvällä menestyksellä useamman naaraan kanssa, voidaan koiraita laittaa lammikkoon naaraita vähemmän. Evolla on todettu yhden koirasravun voivan parhaimmillaan hedelmöittää jopa kymmenen naaraan mädin, mutta varmuuden vuoksi lammikoihin laitetaan yleensä keskimäärin yksi koiras kolmea naarasta kohden. Koiraat valikoidaan lisäksi niin, että ne vastaavat kooltaan naaraita.

2.3. Tautien torjunta

Tautien ja loisten torjunnan kannalta tärkein ennaltaehkäisevä toimenpide on ravunviljelylaitoksen vesityksen järjestäminen. Pohjavesi olisi tässä mielessä turvallisinta, mutta aina siihen ei ole mahdollisuutta, kuten on asianlaita esim. Evolla. Kun joudutaan käyttämään pintavettä, on eduksi jos yläpuolisissa vesissä ei ole lainkaan luontaisia rapukantoja eikä ravustusta, jolloin taudit ja loiset eivät leviä viljeltäviin rapuihin tuloveden mukana.

Vesityksen lisäksi uusien emorapujen hankinta on myös merkittävä tautiriskiä aiheuttava toimenpide. Rapuja tai täplärapuja laitokselle tuotaessa onkin aina oltava selvillä niiden alkuperästä ja taudittomuudesta. *Psorospermiumin* esiintyminen on helppo mikroskooppisesti tarkistaa rapukannasta ennen viljelyyn siirtoa ja muista loisista valkopyrstötautia aiheuttavan *Thelohania contejeani* -alkueläimen tartuttamat ravut voidaan taudin loppuvaiheessa erottaa jo päällepäin, jolloin sairaat ravut voidaan poistaa joukosta. Vaikein todeta ja vaarallisin kaikista on kuitenkin rapurutto, joka vaatii omat toimenpiteensä. Ravustuskauden loppupuoli on rapuruton esiintymisen kannalta alkukautta turvallisempi ajankohta hankkia emorapuja. Rapuruttoepidemiat yleensä puhkeavat ravustuskauden alussa, jolloin vedet ovat juuri lämmenneet, pyynti on tehokkainta ja sen ohessa tapahtuva ruton leviäminen todennäköisintä. Elo-

kuun loppuun mennessä pyynti ja ruton leviäminen vähenevät ja kauden alussa tapahtuneet uudet tartunnat ovat paljastuneet ja tautiriski on siksi pienentynyt. Joka tapauksessa aina ennen kuin uusia rapuja tuodaan laitokselle on niitä rapuruton varalta pidettävä karanteenissa sellaisessa paikassa, jossa ne eivät voi saada tautitartuntaa ja joka on riittävän etäällä viljelylaitoksen ravuista. Lämpimän veden aikana (15–20 °C) kaksi viikkoa riittää, mutta syksyllä veden kylmettyä on varoaikaa pidennettävä.

2.4. Emoravuston ylläpito Evolla

Emorapuja pidetään Evolla maapohjaisissa, kivetyissä 100 m²:n kokoisissa ja noin 1,5 m syvässä altaissa. Kasvatustiheytenä käytetään 6 yksilöä/m² ja naaraita on kolme kertaa koiraiden määrä. Kivetyksen lisäksi rapuja varten lammikoissa on tiilisiä ja muovisia salaojaputkia ja kattotiiliä suojapaikkoina. Rapuja ruokitaan avovesikaudella viikottain pakastetulla särjellä ja erilaisilla kasviksilla. Keväällä ja syksyllä kylmän veden aikaan ruokintaa vähennetään vastaamaan rapujen ruokahalua. Luontaista ravintoa ovat lisäksi lammikoihin kehittyvä kasvillisuus ja pohjaeläimet. Talvea varten lammikoihin laitetaan lisäravinnoksi runsaasti hajoavaa kasviainesta, kuten esim. pudonneita ja kuivuneita lepänlehtiä.

Vesi lammikoihin otetaan ohivirtaavasta Majajoesta. Veden laatu ei ravunviljelyn kannalta ole paras mahdollinen. Keväällä ja syksyllä se on ajoittain varsin hapanta, siinä on vähän rapujen tarvitsemaa kalkkia ja liian paljon humusta sekä joskus myös liikaa rautaa. Toisaalta tästä syystä laitoksen yläpuolella ei myöskään ole hyviä rapukantoja, mikä tautien kannalta on eduksi.

Emorapujen määrä on Evolla vaihdellut vuosittain tarpeen ja emojen saatavuuden mukaan, mutta keskimäärin vuosina 1980–1991 on koiraita ollut 370 yksilöä ja naaraita 1100 yksilöä. Ensimmäisenä vuotenaan lähes kaikki uudet emoravut tuottavat mätiä, koska viljelyyn on valittu vain lisääntymiskykyisiä naaraita. Sen jälkeen keskimäärin enää vain 66 % naaraista tuottaa mätiä vuosittain. Täplärapuja on laitoksessa ollut vuosina 1988–1991 keskimäärin 150 koirasta ja 270 naarasta. Sukukypsistä naaraista on ensimmäisen vuoden jälkeen keskimäärin 58 % tuottanut vuosittain poikasia. Mikäli emot ovat olleet normaalissa haudonnassa, eli poikaset ovat kuoriutuneet heinäkuun alkupuolella, huomattavasti mainittuja pienempi osuus naaraista tuottaa mätiä samana vuonna uudestaan. Jos on käytetty mätimunien lämpöhaudontaa, jolloin munat on irroteltu emoista jo huhtikuussa, tuottaa jopa yli 90 % rapu- ja täplärapunaaraista mätiä uudestaan jo seuraavana syksynä.

Keskimääräinen emorapujen hävikki ulkolammikoissa talven aikana on ollut n. 27 %. Vuotuinen vaihtelu on ollut varsin suurta, 10 %:sta lähes 50 %:iin. Sukupuolten välillä ei ole juuri-

kaan ollut eroa hävikissä. Rapujen häviäminen johtuu luontaisesta kuolevuudesta, käsittelyjen aiheuttamasta vahingoittumisesta ja myös rapujen karkaamisesta. Suurimmat syyt kuolleisuuteen ovat emorapujen vanheneminen, lammikoihin pääsevät pedot, erityisesti minkki, saukko ja rotta, kannibalismi ja mahdollisesti viljelyn aiheuttama yleinen rasitus, "stressi". Viimeksi mainittuun vaikuttanee mm. rapujen ravitsemustila, joka viljelyssä ei ilmeisestikään ole yhtä hyvä kuin luonnossa. Tätä osoittaa mm. se, että lammikoissa, joissa on äskettäin luonnonvedestä pyydystettyjä emorapuja, on kuolleisuus pienempää kuin lammikoissa, joissa on jo useampia vuosia viljelyssä olleita emoja. Petojen aiheuttaman hävikin pienentämiseksi ja rapujen karkaamisen estämiseksi osaan emolammikoista on rakennettu ympärille kiinteä aita, johon on liitetty ns. sähköpaimen.

Täplärapujen talvehtimisesta Evon kalanviljelylaitoksella on vasta vähän kokemusta. Laitoksen täplärapuemat ovat peräisin Vihdissä sijaitsevasta järvestä ja ne ovat olleet rutottomia eikä niissä myöskään ole tavattu muita tauteja tai loisia. Aikuisten täplärapujen hävikkiin ja kuolleisuuteen vaikuttavat samat tekijät kuin ravullakin. Alkuvaiheessa kuolleisuus näyttää olevan varsin pientä, mutta se lisääntyy voimakkaasti emojen ikääntyessä.

3. Emoien kasvatusta poikasista

Viljelyssä tarvittavien uusien emoien saantivaikeuksien ja ennenkaikkea niiden hankkimisesta aiheutuvan tautiriskin takia Evolla on tehty vuodesta 1988 lähtien ravuilla ja täpläravuilla kasvatuskokeita, joiden tavoitteena on ollut tuottaa itse emorapuja kesänvanhoista poikasista. Samalla on harjoitettu alkeellista valintajalostusta, sillä kokeisiin on valikoitu nopeakasvuisimmat yksilöt, jotka lisäksi on kuoriutettu keväällä normaalia aikaisemmin ns. lämpöhauonnalla. Kasvatuskokeet on tehty samanlaisissa lammikoissa ja olosuhteissa kuin missä luonnosta pyydetyt emotkin ovat olleet. Rapuja on lammikoihin kehittyvän ravinnon lisäksi ruokittu pakastetulla kalalla, vehnällä ja kalarehulla. Kummallakin lajilla on tähän mennessä aloitettu kaksi erillistä koetta; täpläravulla vuosina 1989 ja 1990 ja ravulla vuosina 1988 ja 1990. Seuraavassa näistä kokeista saatuja tuloksia esitellään kummankin lajin osalta eri vuodet yhdistettynä, koska merkittävää eroa kasvussa ja kuolleisuudessa ei eri vuosina alkaneiden kokeiden välillä ole ollut.

3.1. Kasvu ja kuolleisuus

Aloitustiheys kokeissa on ravulla ollut keskimäärin 11 kesänvanhaa yksilöä/m² (6,2 g/m²) ja täpläravulla 6 kesänvanhaa yksilöä/m² (8,7 g/m²). Rapujen selkakilven pituus on ollut keskimäärin 13,5 mm (kokonaisuutena noin 27–28 mm) ja keskipaino 0,56 g ja täplärapujen selkakilven pituus on ollut 17,9 mm (kokonaisuutena noin 36–37 mm) ja keskipaino 1,45 g. Suku-

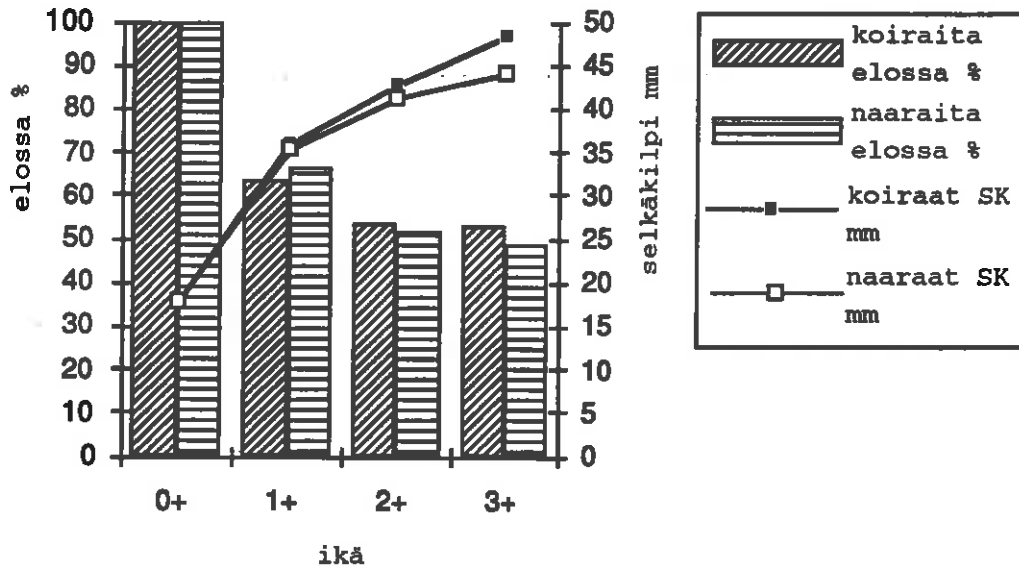
puolta ei kokeita aloitettaessa ravuilla voitu niiden pienuuden vuoksi erottaa. Suurimmista täpläravuista sen sijaan otettiin kolmenkymmenen yksilön näyte, joka mitattiin sukupuolittain eritellysti. Tässä joukossa oli koiraita kaksi vähemmän kuin naaraita (14:16) ja koiraat olivat aavistuksen verran naaraita suurempia; koiraiden selkäkilpi oli 21,9 mm ja keskipaino 2,68 g ja naarailta vastaavasti 21,3 mm ja 2,41 g. Pienestä näytemäärästä johtuen ero ei kuitenkaan tässä vaiheessa ollut tilastollisesti merkitsevä.

Myöskään seuraavan kasvukauden jälkeen ei sukupuolten välillä ollut kummallakaan lajilla selkäkilven pituuden osalta mainittavaa eroa (kuvat 1 ja 2). Keskimäärin täpläravut olivat selkäkilveltään 36 mm ja ravut 26 mm pitkiä. Keskipainoissa erot alkoivat sen sijaan jo näkyä; täplärapukoiraat painoivat 14,5 g ja täplärapunaaraat 13,2 g, kun rapukoiraiden paino oli 4,8 g ja rapunaaraiden 4,3 g. Kuolleisuus oli tässä vaiheessa, kuten myöhemminkin, kummallakin lajilla koiraiden ja naaraiden välillä lähes sama. Sen sijaan lajien välillä kuolleisuudessa oli selvä ero. Ensimmäisen kasvatusvuoden jälkeen ravuista oli vielä hengissä 78 %, kun täplärapuja oli jäljellä vain 62 %. Seuraavana vuonna kuolleisuus oli molemmilla lajeilla vähäistä, mutta sen jälkeen ravuista kuoli yli puolet, kun täpläravuilla puolestaan elossa säilyminen oli edelleenkin hyvää. Kolmannen vuoden jälkeen ravuista oli jäljellä enää vain kolmasosa alku-eräisestä määrästä, kun täplärapuja oli hengissä vielä yli puolet.

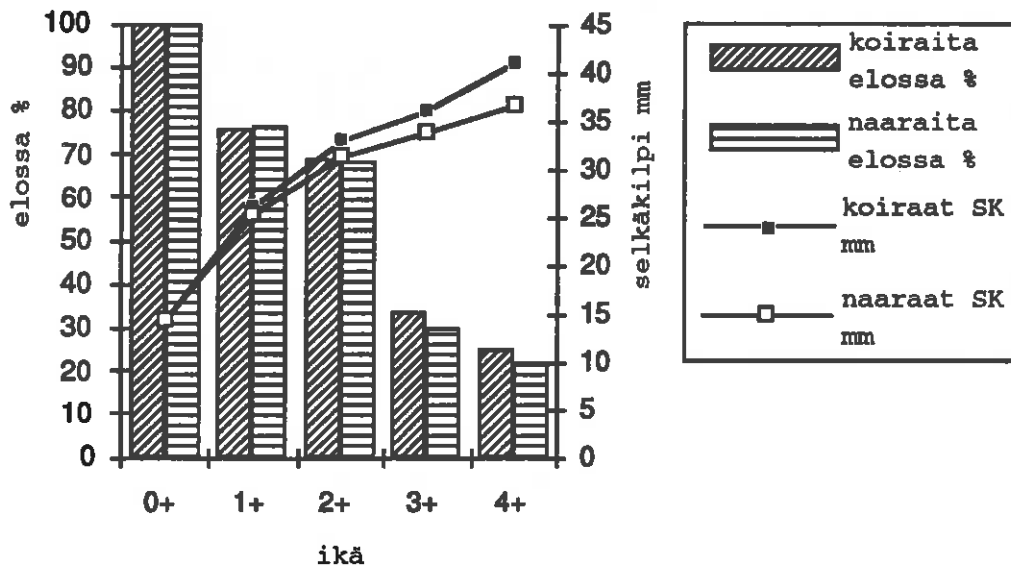
Ikäryhmässä 2+ kasvuero oli koiraiden hyväksi täpläravuilla selkäkilven pituudessa 1,6 mm ja painossa 5,4 g ja ravuilla selkäkilven pituudessa 1,8 mm ja painossa 2,0 g. Seuraavana vuonna (3+) ero edelleen kasvoi. Täplärapukoiraiden keskipaino oli 47,7 g ja selkäkilven pituus 48,4 mm, kun vastaavasti naarailta keskipaino oli 31,1 g ja selkäkilven pituus 43,9 mm. Saman ikäisten rapukoiraiden keskipaino oli 11,5 g ja selkäkilven pituus 36,1 mm ja vastaavasti rapunaarailta keskipaino oli 10,9 g ja selkäkilven pituus 33,7 mm. Ravuilla kasvuero koiraiden ja naaraiden välillä ei lisääntynyt yhtä nopeasti kuin täpläravuilla, mikä voi johtua siitä, että juuri tässä vaiheessa mukaan tullut suuri kuolleisuus on kohdistunut nopeakasvuisempiin yksilöihin pienentäen näin vaihtelua.

Rapujen ja täplärapujen kasvu ei Evon kokeissa ole ollut niin nopeaa kuin mihin ne paremmissa olosuhteissa pystyisivät. Tästä ovat hyvänä osoituksena tulokset, joita on saatu Hämeessä tehdyistä rapu- ja täplärapuistutuksista (Westman ym. 1992). Lammin Ormajärveen istutettiin vuonna 1988 kesänvanhoja, lämpöhaudonnalla tuotettuja täplärapuja, jotka oli kasvatettu Evon laitoksella ja jotka olivat samankokoisia kuin mitä käytettiin myös kasvatuskokeissa. Ormajärvi on ollut aiemmin erinomainen rapujärvi, mutta vuonna 1988 rapurutto tuhosi järven rapukannan. Kivikkoisine rantoineen ja neutraalin vetensä ansiosta järvi soveltuu hyvin ravuille. Istutuksesta seuraavana syksynä koiraiden ja naaraiden selkäkilven pituus oli järvessä keskimäärin 41–42 mm, kun se Evon lammikoissa oli vain 36 mm. Seuraavana vuon-

na (ikäryhmä 2+) täplärapukoiraiden selkäkilven mitta oli järvessä jo keskimäärin 53 mm (lammikoissa 43 mm) ja täplärapunaaraiden 48,5 mm (lammikossa 41 mm). Samanlaisia tuloksia on saatu myös rapuistutusten osalta. Useammassa järvessä ravut ovat istutuksen jälkeen 2-2+ -ikäisinä olleet selkäkilven pituudeltaan keskimäärin 36 mm, 3-3+ -ikäisinä 42 mm ja 4-4+ -ikäisinä 46 mm. Saman ikäisinä Evon lammikoissa selkäkilven pituudet ovat olleet vastaavasti keskimäärin 32 mm, 35 mm ja 39 mm. Lisäksi rapuistutukset järviin on tehty pääasiassa normaaliaikaan kuoriutuneilla poikasilla, jolloin lammikoissa kasvatetut ravut ovat



KUVA 1. Täplärapujen kasvu ja elossa säilyminen lammikkokasvatuksessa Evolla ensimmäisen kesän jälkeen.

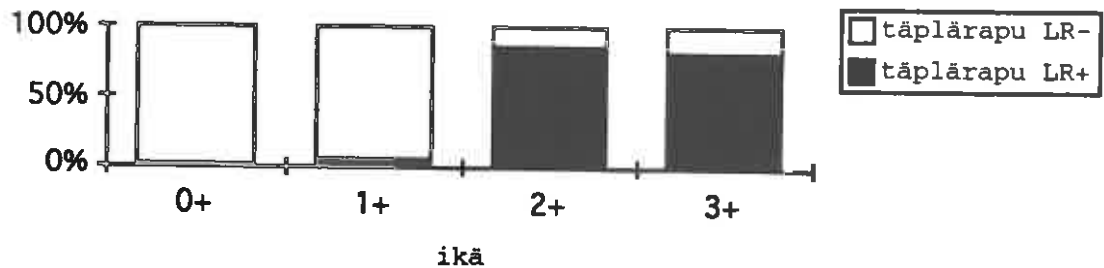


KUVA 2. Rapujen kasvu ja elossa säilyminen lammikkokasvatuksessa Evolla ensimmäisen kesän jälkeen.

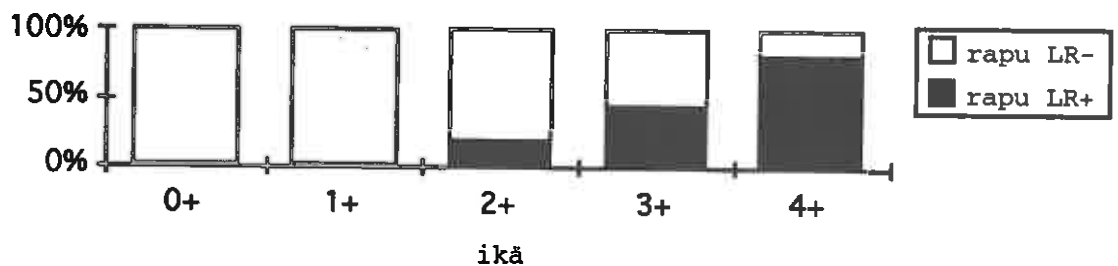
saaneet alussa jo noin 5 mm:n kasvuedun selkäkilven pituudella mitattuna.

3.2. Sukukypsyys ja lisääntyminen

Ensimmäiset täplärapunaaraat tulivat sukukypsiksi (limarauhaset näkyvissä) jo toisen kasvukauden jälkee (1+) mutta ensimmäiset rapunaaraat saavuttivat saman vaiheen vasta vuotta myöhemmin. Ravuilla sukukypsien yksilöiden osuus lisääntyi tasaisesti vuosivuodelta saavuttaen 80 %:ia viidennen kasvukauden jälkeen. Täpläravuilla sen sijaan nopeammasta kasvusta johtuen sukukypsien osuus kaikista naaraista nousi yhdessä vuodessa yli 80%:iin kolmannen kasvukauden jälkeen (kuvat 3 ja 4).



KUVA 3. Limarauhasellisten täplärapunaaraiden (LR+) osuus kaikista koeryhmien naaraista Evon maalammikoissa eri ikävuosina.



KUVA 4. Limarauhasellisten rapunaraiden (LR+) osuus kaikista koeryhmien naaraista Evon maalammikoissa eri ikävuosina.

Lisääntymisvalmiuden saavuttaminen ei ollut yksiselitteisesti vain koosta riippuvaa. Täpläravuilla ikäryhmässä 2+ limarauhasettomien ja limarauhasellisten naaraiden selkäkilven keskipituus oli lähes sama (LR+ 41,9 mm ja LR- 41,1 mm) ja myös kokovaihtelu meni päällekkäin (LR+ 34–59 mm ja LR- 35–53 mm). Ravuilla ikäryhmässä 2+ limarauhaselliset naaraat olivat limarauhasettomia selkäkilveltään jonkin verran suurempia (LR+ 35,9 mm ja LR- 33,0 mm), mutta niilläkin kokovaihtelu oli samaa luokkaa (LR+ 28–41 mm ja LR- 25–41 mm).

Tulosten perusteella tarkasteltuna ravut kykenevät tuottamaan mätiä pienempinä kuin täpläravut. Pienin mätiä kantanut rapunaaras oli kokonaispituudeltaan hiukan alle kuusi senttimetriä, kun pienin vastaava täplärapunaaras oli sentin pidempi.

Kirjallisuus

- Cerenius, L., Henttonen, P., Lindqvist, O. & Söderhäll, K. 1991. The crayfish pathogen *Psorospermium haeckeli* activates the prophenoloxidase activating system of freshwater crayfish *in vitro*. *Aquaculture* 99, s. 225–233.
- Jussila, J., Hyytinen, L. & Lindqvist, O. 1990. Ravustuksen kannattavuudesta, ravun harteikkuusindeksistä, kuolevuudesta, pyyntitehosta ja *Psorospermium haeckeliin* levinneisyydestä Mikkelin läänissä. Mikkelin kalastuspiiri, tiedotus n:o 5, s. 1–44.
- Kirjavainen, J. 1991. Hämeen rapukantojen elvytyssuunnitelma vuosille 1991–1995. Hämeen kalastuspiiri, tiedotus n:o 7, s. 1–45.
- Nylund, V. 1986. Ravun loisen, *Psorospermium haeckeli* Hilgendorf rakenne, haittavaikutukset ja taksonominen asema. RKTL, monistettuja julkaisuja 55, s. 1–60.
- Rannikko, L. 1991. Keski-Suomen rapukantojen hoitosuunnitelma. Keski-Suomen kalastuspiiri, tiedotus n:o 12, s. 1–51.
- Westman, K., Hakulin, K., Kilpinen, K., Lahti, E., Rimaila-Pärnänen, E., Järvenpää, T., Kirjavainen, J. & Nylund, V. 1991. Raputautityöryhmän muistio. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmämuistio MMM 1991:6.
- Westman, K., Kirjavainen, J., Savolainen, R., Pursiainen, M., Erkamo, E. & Tulonen, J. 1992. Ravun ja täpläravun kasvu Etelä- ja Keski-Suomessa. *Suomen kalatalous* 60, s. 262–284.

RAPUJEN MÄDIN TUOTTAMINEN JA KEINOHAUDONTA

TEUVO JÄRVENPÄÄ

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, PL 202 00151 Helsinki

1. Johdanto

Täpläravun poikaset kuoriutuvat luonnossa Etelä-Suomessa yleensä kesäkuun puolivälin jälkeen ja ravun poikaset pari viikkoa myöhemmin. Kesän kasvukausi on tällöin edennyt puoliväliin. Jotta poikasten ensimmäinen kasvukausi voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti, poikaset tulisi saada kuoriutumaan, kun veden lämpötila jatkokasvatusaltaissa on kohonnut riittävän korkeaksi eli 12–15 °C:een.

Jos poikasten kuoriutuminen aikaistetaan kasvukauden alkuun, mätiä tuottava emoravusto joudutaan pitämään sisätiloissa. Tämä menetelmä, jossa mäti irrotetaan emosta ja haudotaan lämmitetyssä vedessä erityisessä laitteessa, on kehitetty Porlan kalanviljelylaitoksella 1980-luvulla. Erityisesti täplärapujen poikastuotanto perustuu nykyisin pääasiassa tähän menetelmään. Menetelmä soveltuu kuitenkin yhtä hyvin "kotimaisen" ravun tuotantoon. Keinohaudontamenetelmä on nykyisellään hyvin toimiva, mutta emojen talvisäilytyksessä on vielä paljon selvitettävää, mm. allasrakenne, suojapaikat ja vesitys kaipaavat lisätutkimuksia. Porlassa, jonka vedenlaatu soveltuu erinomaisesti ravunviljelyyn, ahdas ja huonokuntoinen hautomo estää systemaattisten rinnakkaiskokeiden järjestämisen. Seuraavassa joudutaankin pitäytymään paljolti siinä, mihin Porlassa on yritysten ja erehdysten kautta päädytty.

2. Mädin tuottaminen

2.1. Emojen siirto sisälle ja rapujen parittelu

Emot pyydystetään lammikoista tai luonnon vesistä elokuun lopussa tai syyskuun alussa. Syyskuun puolenvälin jälkeen lisääntymisvalmiit naaraat ovat vaikeasti pyydystettäviä. Parittelua varten emot sijoitetaan sisäaltaisiin. Porlassa ja Evolla altaat ovat lasikuitua, mutta ne voivat olla myös betonia, puuta ym. Liukaspohjaisiin altaisiin levitetään pohjalle ohut, pohjan juuri peittävä kerros hiekkaa tai soraa. Altaat peitetään katelevyillä kokonaan tai osittain. Suojapaikkoja ei parittelualtaissa tarvita. Parittelun aikainen tiheys altaissa voi olla 100 yksilöä/m². Yhtä koirasta kohti altaaseen sijoitetaan 2–3 naarasta. Altaisiin johdetaan mieluiten

luonnon lämpötilaista pintavettä. Pohjaveden käyttö voidaan aloittaa siinä vaiheessa, kun pintaveden lämpötila on laskenut lähelle pohjaveden lämpötilaa. Altaissa tulee olla jatkuva läpivirtaus. Veden tarve riippuu rapujen määrästä. Porlassa rapualtaisiin johdatetaan 5–6 l uutta vettä minuutissa 100 rapua kohden. Läpivirtaavan veden määrä voi olla huomattavasti suurempikin. Veden korkeus altaissa on n. 15–20 cm. Altaisiin tulevan uuden veden tarvetta voidaan vähentää veden kierrätyksellä. Kierrätysjärjestelmään on syytä rakentaa UV-suodatin. Veden hapettuminen sekä rapujen aineenvaihdunnasta peräisin olevan ammoniakkin osittainen haihtuminen varmistetaan antamalla veden pudota takaisin altaisiin altaan yläpuolelle sijoitetun yksinkertaisen suodattimen kautta. Suodattimen peruseriaatteena on, että se sisältää paljon valumapintaa, jotta vesi joutuu kosketukseen ilman kanssa mahdollisimman tehokkaasti.

Rapujen parittelu tapahtuu yleensä lokakuun alussa. Täplärapujen parittelu alkaa aikaisemmin, usein jo syyskuun alkupuolella. Pääosin se on ohi lokakuun loppuun mennessä, mutta voi kestää jopa joulukuun alkuun asti. Paritteluvaiheen aikana rapuja ei ruokita.

Rapujen annetaan munia parittelualtaissa, ja kun emojen muniessaan erittämä lima on kiinteytynyt munat pyrstön alle kiinnittäviksi säikeiksi, munia kantavat emot lajitellaan omiin talvisäilytysaltaiisiinsa. Koiraat sijoitetaan omiin altaisiinsa. *Munivia ja kiinteytymätöntä limaa pyrstönsä alla kantavia emoja ei saa liikutella!*

Rapujen voidaan antaa paritella ja munia myöskin ulkolammikoissa, josta ne otetaan talvehtimisaltaiisiin ennen talven tuloa. Emot otetaan kiinni tyhjentämällä lammikko. Muninnan kannalta lammikoiden tyhjennys voi tapahtua turvallisesti vasta lokakuun jälkipuoliskolla. Ongelmana on kuitenkin se, että muneet naaraat eivät lähde helposti liikkeelle suojakoloistaan, ja että ravut ovat erittäin paleltumisalttiita. Ilman lämpötilan tulisi pysytellä tyhjennyksen aikana vähintään pari astetta nollan yläpuolella.

Jos haudonnassa noudatetaan luonnon aikataulua, emoravut parittelevat ja munivat maalammikoissa. Mätiä kantavat emot kerätään lammikoista seuraavana kesänä noin viikkoa ennen arvioitua poikasten kuoriutumisaikajankohtaa. Emot sijoitetaan kuoriuttamishäkkeihin joko suoraan poikaslammikoihin tai hautomoon.

2.2. Emojen talvisäilytys

Emot voidaan lajitella yleensä viimeistään marraskuun puolivälissä. Mätiterttua pyrstönsä alla kantavat naaraat sijoitetaan omiin altaisiinsa, jotka eroavat parittelualtaista vain siten, että ne on sisustettu suojapaikoilla. Suojapaikkoina voidaan käyttää erilaisia muoviputken pätkiä, esimerkiksi salaoja- tai viemäriputkesta katkaistuja, tai erilaisista profiloituista mineriitti-katto-

levyistä katkaistuja suikaleita. Tärkeätä on, että suojapaikkojen läpimitta on suhteutettu emojen kokoon. Jos suojakolo on liian väljä, sinne ahtautuu useita emoja. Jos se on ahdas, koloon ahtautuneen emon mäti homehtuu helposti. Suojakolon sopiva syvyys on emojen koosta riippuen 12–15 cm. Kevyt putkimateriaali sidotaan tarvittaessa painoilla altaan pohjaan. Suojapaikkoja tulee olla 1,5–2 kertaa emojen lukumäärä. Jos emot ovat keskenään hyvin eri kokoisia, ne on syytä lajitella esimerkiksi kahteen kokoluokkaan. Emojen tiheys talvehtimisaltaissa on sama kuin parittelualtaissa, samoin vedentarve. Pohjavesi soveltuu yleensä pintavettä paremmin talvisäilytykseen.

Talvisäilytyksen aikana emoja ruokitaan varovasti. Emoaltaissa voi olla jatkuvasti saatavilla syksyllä maasta kerättyjä lepänlehtiä. Lisäksi emoille voidaan antaa viikoittain tai joka toinen viikko perunaa tai porkkanaa. Puoliksi keitettyinä juurekset säilyvät altaissa hyvinä pidempään. Pilaantuvia rehutähteitä ei saa jäädä altaisiin. Kalaa ei ole syytä antaa ravuille useammin kuin kerran kuukaudessa. Jos vesi on hyvin kylmää, 1–2 °C, rapuja ei tarvitse välttämättä ruokkia ollenkaan.

Mädin kuntoa tarkkaillaan talvisäilytyksen aikana. Suurin uhka on vesihomeen iskeytyminen mätiterttuun. Hyväkuntoiset naaraat hoitavat aktiivisesti mätiään. Mädin homehtuminen johtuu usein huonosta veden laadusta tai sopimattomista suojapaikoista

2.3. Mädin irrotus

Mäti irrotetaan emoista vähän ennen haudonnan käynnistymistä. Aikataulu määräytyy sen mukaan milloin poikasten halutaan kuoriutuvan. Porlassa, jossa emojen talvisäilytyslämpötila on korkea (6,3 °C) poikaset kuoriutuvat noin kuukaudessa haudonnan aloittamisesta ja ovat siirrettävissä kasvatuslammikoihin noin kuuden viikon kuluttua haudonnan aloittamisesta. Mädin irrotusajankohtana keväällä emojen pyrstön alla jäljellä olevan mädin määrä vaihtelee suuresti. Porlassa mätimunien keskimääräinen lukumäärä täplärapuemoja kohti on viime vuosina vaihdellut eri talvehtimisryhmissä 200:n ja 300:n välillä.

Ensikertaa mätiä tuottavilla naarailla mätimunia on irrotusvaiheessa yleensä alle 200. Haudontaan saatavan mädin määrä ei ole kuitenkaan suoraan riippuvainen emon koosta. Kookkaat täplärapuemet munivat jopa 600-700 mätimunaa kerrallaan, mutta mädin hävikki emojen talvisäilytyksen aikana on suurilla naarailla yleensä pieniä naaraita suurempi.

Aikaisinta mahdollista ajankohtaa täpläravun mädin irrottamiseksi ja haudonnan aloittamiseksi ei ole määritetty. Haudonta onnistuu varmuudella, jos mäti irroitetaan vuodenvaihteen jälkeen. Irrotettua mätiä voidaan myös kuljettaa kalan mädin tapaan. Kahtena viime vuonna

on Suomeen tuotu täpläravun mätiä Ruotsista. Mätiä on kuljetettu sekä vesi-happipakkauksessa että kuiviltaan jäämurskalla viilennetyssä styrox-pakkauksessa. Kahden vuorokauden kuljetus ei ole aiheuttanut tappioita.

Mätimunat irrotetaan emojen pyrstön alta kapeakärkisillä pinseteillä, joiden kärjet on suojattu ohuella muovikanyylillä. Parhaiten irrotus onnistuu siten, että emon uimajalan (pleopodi) tyvi puristetaan varovasti pinsettien kärkien väliin ja pinsettejä vedetään pitkin uimajalkaa tyvestä kärkeen kunnes uimajalkaan kiinnittynyt mätiterttu irtoaa kokonaan. Uimajalat käsitellään yksi kerrallaan, ja lopuksi irrotetaan muualle kuin uimajalkoihin kiinnittyneet mätimunat. Muovikanyyli pinsettien kärjessä vähentää mätimunien vahingoittumista.

3. Keinohaudonta

Täpläravun mädin keinohaudonnan menetelmää on kehitetty Porlassa vuodesta 1980 lähtien. Ensimmäisenä vuonna haudottiin kahden kuolleen täplärapumaaraan mäti alustalla, jolle valutettiin lämmitettyä vettä. Mädistä 60 % kuoriutui ja selviytyi toisen vaiheen poikasiksi. Vaatimaton alku rohkaisi jatkamaan. Aluksi irrotettu mäti haudottiin perlon-verkosta tehdyillä alustoilla altaassa, jonka läpi virtasi lämmitettyä lähdevettä. Parhaimmillaan haudottavista mätimunista kuoriutui ja selviytyi toisen vaiheen poikasiksi yli 85 %. Keinohaudonnalla saavutetaan seuraavat edut:

- poikasten kuoriutumisasajankohtaa voidaan helposti säädellä,
- suuria määriä poikasista voidaan tuottaa pienessä tilassa,
- lämmitetyn veden tarve on vähäinen, jopa yli 90 % vedestä voidaan kierrättää,
- veden lämmittämiseen tarvittavan energian määrä on vähäinen,
- emokannan mahdollisten tautien ja loisten siirtyminen poikasiin voidaan estää desinfiomalla mäti.

Tasoalustalla (asetilla) tapahtuvan haudonnan haittana oli kuitenkin se, että hyvän tuloksen saamiseksi kuolleet mätimunat piti poimia pinseteillä päivittäin alustoilta. Myös kuoriutuneet poikaset jouduttiin poimimaan käsin. Yhdellä alustalla kuoriutuminen saattoi jatkua yli kahden viikon ajan. Menetelmä oli myös herkkä haudontaveden kiintoaineelle. Haudontalaitetta kehitettiin edelleen siten, että verkkoalusta, jolle mätimunat oli sijoitettu, poimutettiin ja kiinnitettiin haudonta-altaassa edestakaisin liikkuvaan vaunuun siten, että poimujen harjat ylsivät pinnalle. Haudontaveden läpivirtaus tehostui, mutta eri aikaan kuoriutuvien poikasten kerääminen laitteesta jäi ongelmaksi. Laitteen seuraava kehitysvaihe otettiin käyttöön vuonna 1989. Tämä tyyppi on pohjana kaikille nykyisin käytössä oleville laitteille. Laitteessa kunkin

emon mäti on omassa kennossaan. Kennot on sijoitettu haudonta-altaassa liikkuvaan vaunuun. Vaunun edestakainen liike, joka pitää yksittäiset mätimunat liikkeessä, varmistaa sen, että läpivirtaava hapekas vesi huuhtelee jatkuvasti kaikkia mätimunia. Tällä muutoksella saatiin seuraavat lisäedut:

- menetelmällä päästään helposti yli 90 %:n kuoriutumiseen,
- päivittäinen käsityö on vähentynyt, koska kuolleita munia joudutaan poistamaan haudontakennoista harvoin,
- haudonta ei ole yhtä herkkä haudontaveden kiintoaineelle,
- emojen mädin hautominen yksilökohtaisesti soveltuu hyvin rodunjalostustyöhön.

Porlassa täpläravun mätimunat irrotetaan emojen pyrstön alta maaliskuun lopulla. Munat si-
 joitetaan haudontakennoihin ja keinohaudonta aloitetaan huhtikuun alussa. Haudontaan käy-
 tettävän pohjaveden lämpötila nostetaan 2–3 vrk:n kuluessa talvilämpötilasta (6,3 °C)
 13–14 °C:een. Haudontaveteen lisätään aika ajoin malakiittioksalaaattia vesihomeen torjumi-
 seksi. Turvallinen malakiittipitoisuus on 50–100 ppm (50–100 mg/l). Haudontalaitteeseen
 johdetaan tavallisesti uutta vettä 1–3 l minuutissa. Vettä kierrätetään akvaariopumpulla, jonka
 teho on noin 8 l minuutissa. Typen ylikyllästymisen välttämiseksi lämmitettävä vesi ilmaste-
 taan tehokkaasti ennen sen johtamista haudontalaitteeseen. Haudonnan loppupuolella veden
 lämpötila nostetaan noin 15 °C:een ja ensimmäisten ensimmäisen vaiheen poikasten kuoriu-
 duttua noin kuukauden kuluttua haudonnan aloittamisesta jopa 17 °C:een. Tällöin täpläravun
 mädille on Porlassa kertynyt noin 1 500 päiväastetta. (Jos talvisäilytyslämpötila on alhainen,
 lämminvesivaihe keinohaudonnassa muodostuu pidemmäksi. Kuoriuttamiseen tarvittava päi-
 väastekertymä jää kokonaisuudessaan tällöin pienemmäksi.) Kotimaisen ravun lämpöhaudon-
 ta onnistui Porlassa paremmin, kun haudonnassa käytettiin noin 2 °C täpläravun haudonnassa
 käytettyä korkeampaa lämpötilaa.

Kuoriutuvat liikuntakyvyttömät ensimmäisen vaiheen poikaset vaihtavat kuortaan haudonta-
 laitteessa noin viikon kuluttua kuoriutumisestaan. Niistä tulee ns. toisen vaiheen poikasia. Sa-
 man keinohaudontakennon eli yhden naaraan mäti kuoriutuu noin vuorokauden aikana. Myös
 ensimmäinen kuorenvaihto tapahtuu samanaikaisesti. Haudontalaite tyhjennetään kennoittain
 ja itsenäiseen elämään valmiit poikaset voidaan siirtää jatkokasvatustiloihin.

UUSIA LAJEJA EMOKALANVILJELYYN: LÄHTÖKOHTIA JA KOKEMUKSIA KUHAN LAITOSVILJELYSTÄ

MARKKU PURSIAINEN, RISTO KANNEL ja MARKKU HYVÖNEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kainuun kalanviljelylaitos, 88300 Paltamo

1. Johdanto

Kuha on yksi Suomen tuottajahinnoiltaan arvokkaimmista kalalajeista. Vuoden 1988 saalistilaston mukaan kuhaa saatiin 1 076 tn, josta puolet sisävesistä. Saaliin arvo oli vähän yli 23 Mmk, eli kilohinnaksi muodostui runsaat 21 mk, kun siian kilohinta oli vajaat 12 mk, eikä lohenaan kuin 33 mk.

Istutustilastojen mukaan (Vilhunen 1991) kuhan yksikesäisiä poikasia istutettiin vajaat 5,5 miljoonaa yksilöä vuodessa 1980-luvun lopulla. Istutusten arvo karkean keskihinta-arvion mukaan oli tuolloin noin 4,5 Mmk.

Kiinnostus kuhan viljelyyn virisi maassamme luontevasti 1970-luvun lopulla, kun siian tuotannosta luonnonravintolammikoissa oli saatu hyviä kokemuksia. Vuonna 1978 aloitetussa maa- ja metsätalousministeriön, silloisen Suomen Kalastusyhdistyksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen yhteistyössä kuhan vastakuoriutuneiden poikasten tuottamiseksi arvioitiin kuhan yksikesäisten poikasten tarve koko maassa noin 0,5– 1,0 miljoonaksi vuodessa. Kun tätä verrataan vuosikymmentä myöhemmin toteutuneisiin istutusmääriin (5,5 milj.), voidaan todeta uuden tuotteen lisääntyneen tarjonnan lisänneen menekin kymmenkertaiseksi, ja ilmeisesti kysyntä oli suurempikin.

Kuhan vastakuoriutuneiden poikasten tuotantomenetelmät ovat hyvin kehittyneet ja kuvatut. Samaa voidaan sanoa myös kesänvanhojen poikasten tuottamisesta luonnonravintolammikoissa (Salojärvi ym. 1982, Salojärvi ym. 1986, Salminen & Ruuhijärvi 1989, Pyykkönen & Pursiainen 1989).

Kuhan vastakuoriutuneiden poikasten tuotanto on perustunut maassamme kokonaan luonnonmädin hankintaan. Emokalojen ylläpitämistä laitosoloissa on kokeiltu, mutta toistaiseksi vähäisin tuloksin. Toisaalta emokuhia on siirretty emokalajärviin ja mädin hankinta on niissä ollut tuloksellista (Ruuhijärvi & Koskenala 1989).

Kuhan istutuspoikasten kysynnän lisääntyessä ja tilanteen ollessa se, että vastakuoriutuneiden poikasten kysyntä on huomattavasti tuotantoa suurempaa, on laitosemojen viljelyn tarve selvä. Erityisesti näin on myös siksi, että maamme pohjoisimpien kuhakantojen elvyttäminen on heikoista luonnonkannoista lähtevällä mädinhankinnalla lähes mahdotonta (esim. Sääntti 1991). On myös esitetty näkemyksiä siitä, että pienten kuhanpoikasten istuttaminen on kannattamatonta suuresta ensimmäisen talven kuolleisuudesta johtuen (Koli 1992). Kesänvanhojen poikasten koon kasvattaminen on mahdollista kasvukautta pidentämällä, ja se puolestaan on mahdollista vain säätelemällä kutuaikaa kalanviljelylaitosolosuhteissa ylläpidettävillä kuhaemokalastoilla. Erityisen merkittäväksi laitosviljelyn kehittämisen tekevät kalataudit, sillä vain laitosemokaloista saadaan joltisellakin varmuudella selville niiden tautivapaus; luonnonkaloista kontrollointi ei onnistu lainkaan siinä aikataulussa, millä kuhien mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten siirtely tapahtuu.

Seuraavassa tarkastellaan kuhan emokalanviljelyn lähtökohtia ja mahdollisuuksia sekä muutamia kokemuksia kuhan laitosviljelystä Kainuun kalanviljelylaitoksella.

2. Yleistä kuhasta

Kuha (*Stizostedion lucioperca*) on tullut Fennoskandiaan jääkauden jälkeen vallinneella lämpimällä Ancyclusjärvi-kaudella 9000–7500 vuotta sitten (Svärdson & Molin 1973). Lajin pohjoinen levinneisyysraja kulkee pääosin lämpötilakäyrien, mutta Pohjois-Venäjällä myös vedenjakajien muodostamien esteiden mukaan. Suomessa kuhaa tavataan Oulujoen vesistöalueelle saakka ja eristäytyneinä kantoina Kemijärvessä ja Tengeliöjoen vesistössä (Koli 1990). Toivosen ym. (1981) mukaan kuhaa on tavattu luonnonvaraisena 129 järvessä ja yksinomaan istuttamalla on saatu kanta aikaan 94 järvessä. Lisäksi 79 järvessä on istutuksin vahvistettu tai alkuperältään tuntematon kuhakanta. Kotiutusyrityksiä oli lisäksi tuolloin (1979) kirjattu tuloksettomina 174 järveen.

Kuha on lämpimän veden kala. Svärdsonin & Molinin (1973) keräämän aineiston mukaan kuttulämpötila on alhaisimmillaan 11–13 °C ja kuoriutuminen ei onnistu alle 9 °C:ssa ja jopa 25 °C:n kuoriutumislämpötila on mahdollinen; tällöin haudonta-aika on vain 2–3 vrk. Parhaat kuoriutumistulokset on kuitenkin saatu haudottaessa mätiä 12–14 °C:ssa (Svärdson & Molin 1973), mutta tulokseen vaikuttavat monet muutkin tekijät kuin lämpötila, mm. haudonta-alue ja -tekniikka. Viljelyn kannalta lämpötiloja ovat tarkastelleet Salojärvi ym. (1982 ja 1986).

Lämpötila lieneekin voimakkaimmin kuhakantojen vahvuutta pitkällä aikavälillä säätelevä tekijä. Svärdsonin & Molinin (1973) mukaan vuosiluokan vahvuus korreloi voimakkaasti kesäkuukausien lämpötilaan, mutta toisaalta on viitteitä siitä, että korkea kevättulva edesauttaa hy-

vän vuosiluokan syntyä. Suomessa on usein mainittu 1930-luvun lämpimien kesien merkitys hyvien kuhavuosiluokkien synnyssä (Koli 1990), mikä lienee näkynyt saaliissa pitkälle 1950-luvulle saakka. Erityisen selkeästi lämpötilan merkityksen sekä vuosiluokan voimakkuuteen että ensimmäisen kesän kasvuun ovat osoittaneet Buijse & Houthuijzen (1992) Hollannissa Ijsselmeer-järvessä.

3. Kuhan viljelyn kehittyminen

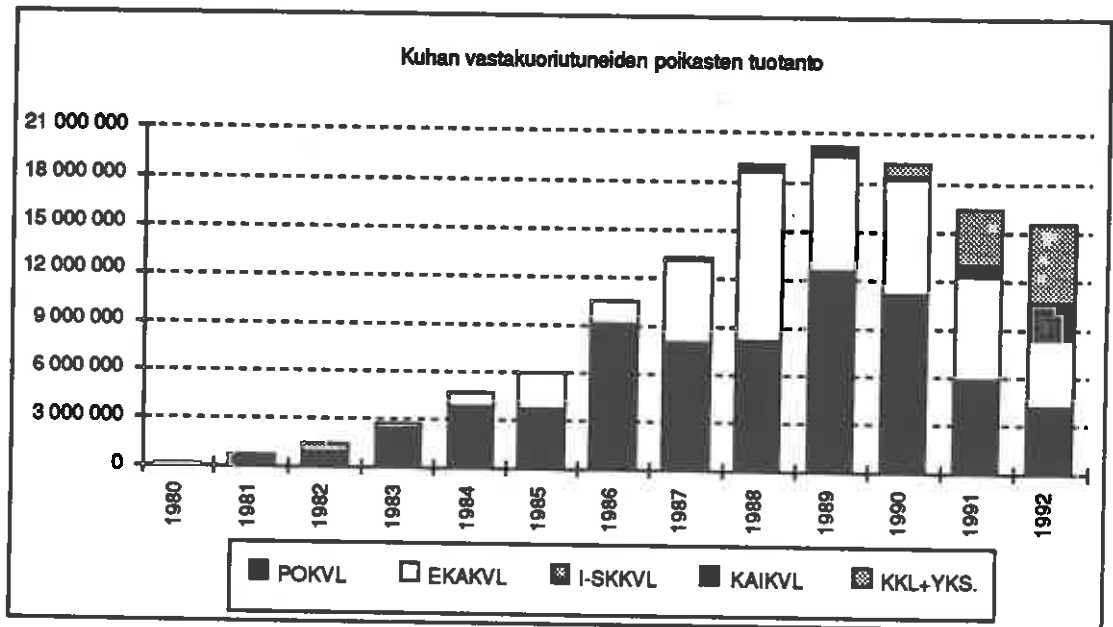
Kuhan viljelyä on sen eri muodoissa harjoitettu maassamme jo 1890-luvulla (esim. Brofeldt 1920). Myös Ruotsissa kuhan viljely on alkanut suhteellisen varhain, ensimmäiset yritykset on tehty jo ainakin 1911 (Sahlback 1945, Isaksson 1945). Nämä varhaiset yritykset perustuvat kuhien kudettamiseen sumpuissa turoihin. Evolla tosin kuhia myös kasvatettiin lammi-koissa kesänvanhoiksi jo tuolloin (Brofeldt 1920). Myös Keski-Euroopassa kuhan viljely on todettu tarpeelliseksi ja menetelmiä erityisesti vastakuoriutuneiden poikasten tuottamiseksi on kehitetty (Woynárovich 1960). Keski-Euroopassa myös kesänvanhojen poikasten istutukset on aloitettu jo varhain (esim. Steffens 1960).

Suomen kuhanviljely, lukuunottamatta Evon kokeiluja vuosisadan alkupuolella (Brofeldt 1920), oli 1970-luvulle saakka käytännössä kuhan kudettamista katajaturoihin ja turojen siirtämistä vesistä toisiin.

Vuosina 1977–80 kehitettiin maa- ja metsätalousministeriön myöntämän erillismäärärahan turvin kuhan emokalanpyyntimenetelmiä, kudetussumppuja ja kututuroja sekä haudonta- ja kuoriuttamistekniikkaa merkittävästi (esim. Salojärvi ym. 1982). Haudonnassa ja kuoriuttamisessa sovellettiin Woynárovichin (1960) kehittämää menetelmiä hyvin tuloksin. Kuhan vastakuoriutuneiden poikasten tuotanto kasvoikin nopeasti aina vuoteen 1989 asti tasolle 20 milj. poikasta, mutta on sittemmin jonkin verran laskenut (kuva 1).

Tuotantomäärien lasku 1990-luvun alussa johtuu osaksi kevään ja alkukesän sääolosuhteista. Toisaalta emokalojen pyynnin vaikeutumisella joillakin perinteisillä pyyntipaikoilla voi olla oma merkityksensä. Kalavesien omistajilta näyttää olevan yhä vaikeampi saada lupia kuhan pyyntiin. Kuhan vastakuoriutuneiden poikasten tuotantoa onkin hajautettava, tai siirryttävä enenevässä määrin suljettujen ja valvottujen emokalajärvien käyttöön, mihin mm. Kainuun kalanviljelylaitoksen kuhan mädinhankinta perustuu. Kuhan emokalanviljely laitoksilla poistaisi kuitenkin onnistuessaan monia tuotantoon liittyviä epävarmuustekijöitä.

Kuten edellä on todettu, saatiin noin 20 milj. vastakuoriutuneesta poikasesta luonnonravintolammikkoviljelyn kautta tilastojen mukaan noin 5,5 milj. istukasta 1980-luvun lopulla (Vilhu-



KUVA 1. Kuhan vastakuoriutuneiden poikasten tuotanto ja sen jakautuminen eri tuottajien kesken vuosina 1980-92. Yksityisen tuotannon osuus on arvio (Ruuhijärvi & Salminen 1992).

nen 1991). Luonnonravintoviljely on suhteellisen ongelmattonta, joskin mädin tulon ja kuoriutumisen ajankohta ei ole koko kuhanviljelyalueelle aina ihanteellinen. Viimemainitussa vaikuttamismahdollisuudet nykyisin menetelmin ovat rajalliset, koska kutuajan säätely ei ole mahdollista. Tähänkin voidaan odottaa ratkaisevaa parannusta vasta, mikäli kuhan emokalanviljelyn menetelmät on selvitetty.

4. Valkosilmäkuhan (*Stizostedion vitreum*) viljelystä

Valkosilmäkuha on eräs Pohjois-Amerikan tärkeimmistä urheilukalastuksen kohteista (mm. Madenjian 1991). Laji on meikäläisen kuhan lähisukulainen, mutta viihtyy ja lisääntyy huomattavasti viileämmissä vesissä. Sen kutulämpötila esimerkiksi on vain 4,5– 10 °C (Svärdson & Molin 1973).

Valkosilmäkuhan viljelyssä tunnetaan pitkälle samat ongelmat kuin eurooppalaisella lähisukulaisellaankin. Vaikeinta on aloittaa keinotekoisissa olosuhteissa viljely vastakuoriutuneilla poikasilla. Vaikka keinoalueilla onkin saatu kohtuullisen hyviä kasvatustuloksia, perustuu pikkupoikaskasvatus paljolti lammikkoviljelyyn, kuten kuhan viljely meilläkin (esim. Fox 1991).

Londonin kalanviljelylaitoksella Ohiossa valkosilmäkuhan viljelyä keinoruokinnalla on harjoitettu jo 20 vuotta. Nagelin (1991) yhteenvedon mukaan villiä alkuperää olevien kalojen eloonjäämisluku parani 13,5 %:sta vuonna 1972 vuoteen 1976 mennessä menetelmien kehittymisen ansiosta jo 44%:iin. Seuraavan kymmenen vuoden tavoitteeksi asetettiin kuitenkin selkeästi laitostetun (domesticated) emokalakannan kehittäminen. Tuolloin oletettiin, että luonnollisen valinnan seurauksena, muutaman sukupolven jälkeen, valkosilmäkuhat sopeutuisivat paremmin viljelyolosuhteisiin.

Menettelytapa oli se, että keinoruokinnalla kasvatetut valkosilmäkuhan poikaset siirrettiin lammikoihin. Ruokintana lammikoissa oli kelluva lohirehu, jotta ruokahalua voitiin tarkkailla. Seuraavaksi kalat siirrettiin taas lammikoihin, joissa ne söivät luonnonravintona pikkukalaa. Viiden kuukauden kuluttua ne siirrettiin keinoaltaisiin, ja kalat oppivat viikossa takaisin keinoruokinnalle. Sama menettely toistettiin, kunnes lopulta kalasto totutettiin pelkästään kellevalle rehulle. Nagel (1991) olettaa, että kyseisellä menettelyllä saadaan valkosilmäkuhan intensiiviviljelyn tulosta parannettua merkittävästi. Vuonna 1991 Londonin laitoksella oli menossa jo kolmas laitossukupolvi.

Valkosilmäkuha voinee olla meille merkittävä laji siitä kuhan viljelyyn siirrettävien tietojen ja kokemusten ansiosta.

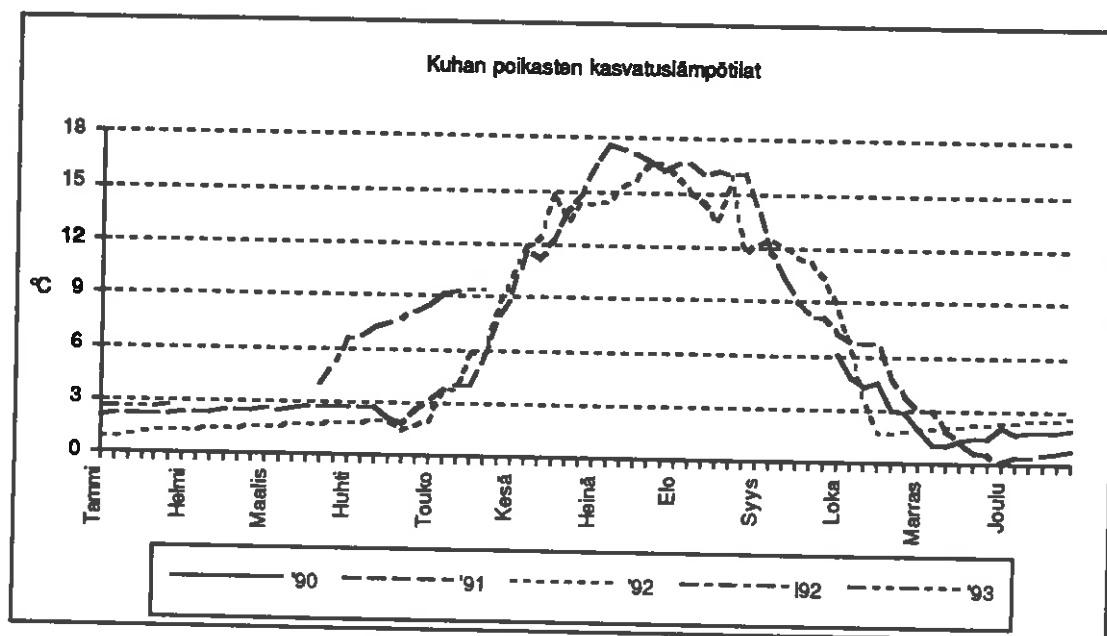
5. Kuhan viljely Kainuun kalanviljelylaitoksella

5.1. Kasvatustilat ja -olosuhteet

Kainuun kalanviljelylaitoksen allashalli saatiin käyttöön syyskesällä 1990, jolloin ensimmäiset kuhatkin laitokselle tuotiin. Allashallin vesitys toimii lohikalujen viljelyn ehdoilla, eli pääasiassa käytetään syvänevettä, joka on talvella hieman pintavettä lämpimämpää ja vastaavasti kesällä hieman viileämpää. Keväällä 1992 tehtiin pienellä ryhmällä kasvatuskokeilu lämmityllä vedellä. Laitoksen kuhan viljelyssä käytetyn veden lämpötilat on esitetty kuvassa 2.

Kuhaerät ovat syksystä 1990 eläneet pääasiassa 13 m²:n pyöröaltaissa ja vain lämpökasvatuksessa keväällä 1992 ollut ryhmä pienessä 3,5 m²:n pyöröaltaassa. Vesisyvyys on ollut 50–70 cm (3,5 m²:n altaassa 25 cm) ja virtaama keskimäärin 40–50 l/min, jolla virtausnopeus on altaan ulkoreunalla noin 10 cm/s.

Kuhat ovat asettuneet altaisiin suhteellisen tasaisesti, eivätkä juuri ajaudu virtauksen mukana kylmänkään veden aikaan. Ensimmäisenä talvena poikaset ovat kuitenkin enemmän hajallaan, eivät virtausta vastaan suuntautuneita. Vanhemmilla kuhilla parvi asettuu jo kuten lohikalatkin, virtaa vastaan.



KUVA 2. Kuhan kasvatuslämpötilat Kainuun kalanviljelylaitoksella lokakuusta 1990 tammikuuhun 1993.

Kasvatushalli on hämärästi (5–10 lux) valaistu ja valaistuksessa noudatetaan auringon nousu- ja laskuaikoja, paitsi sydäntalvella arkisin työaikoja. Kuhat ovat ainakin kylmän veden aikaan varsin valoarkoja, eli pyrkivät varjoon ja altaiden laidoille, kun valon määrää äkillisesti lisätään.

Kuhia on pyritty häiritsemään erilaisilla mittauksilla ja punnituksilla mahdollisimman vähän. Mitään lajitteluja ei ole tehty, joten kokoerojakin on syntynyt ja kannibalismia on jonkin verran havaittu.

5.2. Poikasmateriaali

Starttiruokintaa ei ole kokeiltu lainkaan, vaan laitokselle kasvatukseen otetut kuhan poikaset ovat olleet yksikesäisiä ja ne on siirretty altaisiin luonnonravintolammikoista. Vuonna 1990 tuodut kalat olivat sikäli erikoinen ryhmä, että ne siirrettiin elokuussa normaalista tuotannollisesta luonnonravintolammikosta lammikkoon, jossa oli vain jonkin verran salakan poikasia sekä luonnollisesti kesän aikana muodostunut plankton- ja pohjaeläimistö, eli kuhalle runsaasti ravintoa. Tästä johtuen kuhan poikasten keskikoko oli hyvä verrattuna vuosien 1991 ja 1992 kaloihin (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kainuun kalanviljelylaitoksella viljelyyn vuosina 1990–92 siirretyt kuharyhmät.

		vl. 90	vl. 91	lk. 91*	vl. 92
Siirto laitokselle	pvm	3.10.1990	28.8.1991	24.3.1992	4.9.1992
Poikasmäärä	kpl	1 030	1 000	330	2 100
Keskipaino	g	3,1	1,7	1,9	1,5

* lämpökasvatusryhmä otettu erilleen vl. 91:stä.

5.3. Ruokinta

Kuhan poikasten ruokinta on ollut ja lienee edelleenkin melkoinen ongelma. Kainuun kalanviljelylaitoksella yritettiin aluksi kuivarehuruokintaa, mutta silminnähettäviä havaintoja ravinnonotosta ei juuri tehty.

Ensimmäisenä talvena kuhan poikasiin kiinnitettiin suhteellisen paljon huomiota, jopa niin, että laitokseen tuloveden mukana kulkeutunutta jäänehalkoisjalkaista (*Mysis relicta*) tarjottiin kuhalle ravinnoksi, ja hyvällä menestyksellä. Keväisin on kuhille tarjottu elävänä siian ja kirjolohen sekä joskus taimentenkin vastakuoriutuneita poikasia. Ensimmäisenä keväänä kuhille annettiin myös sammakon toukkia muun sopivan ravinnon puutteessa ja myös ne kelpasivat. Laitokselle tulee tuloveden mukana jonkin verran sopivan kokoista kiisken ja kuoreen poikasta, joista kuoretta voidaan kerätä vähäisessä määrin elävänäkin kuhille, mutta kiiskeä ei ole uskallettu käyttää sen piikkisyyden vuoksi. On pelätty, että kiisken piikit voivat mahdollisesti haavoja aiheuttaessaan lisätä tulehdusherkkyyttä. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että elävä ravinto kelpaa erittäin hyvin kuhille ympäri vuoden ainakin niissä lämpötiloissa, joissa kasvatus on edennyt. Elävän ravinnon saanti on kuitenkin ongelmallista, sillä vain tuloveden mukana laitokselle joutuvaa materiaalia voi käyttää kalatautien ja loisten pelossa, ellei ravintokaloja varta vasten ryhdytä kasvattamaan laitoksella.

Kokemuksen myötä, ja koska elävää ravintoa on vaikea saada, on siirrytty yksinomaan kuoreen palasten tarjoamiseen. Syksyllä 1992 otettiin käyttöön hihnaruoikinta-automaatit, joista pieniksi pilkotut kuoret vähitellen tippuvat kuha-altaisiin.

Ruokinta on kuhan viljelyssä edelleen ongelma ainakin nuoremmilla ikäluokilla, ellei kuivarehuruokinta onnistu. Kuha näyttää syövän myös altaan pohjalta edellyttäen, että kuoreen palaset liikkuvat virtauksessa, mutta selvästi mieluummin kuha syö hiljalleen pohjaa kohti laskeutuvaa ravintoa. Kuhan ravinnonotto poikkeaa lisäksi selvästi lohikaloista, jotka syövät nopeasti ja ahneesti. Kuha, saatuaan ravintokohteen suuhunsa, vetäytyy ikään kuin omiin oloihinsa altaan pohjalle ja kääntelee annosta suussaan ennen kuin lopulta nielaisee sen. Tällä välin käsiruokinnalla annetut kuoreen palaset ovat jo pohjalla ja ruokkija siirtynyt seuraavaan työkohteeseensa. Kuhan ruokahalun seuranta on toisin sanoen erittäin pitkäpiimäistä.

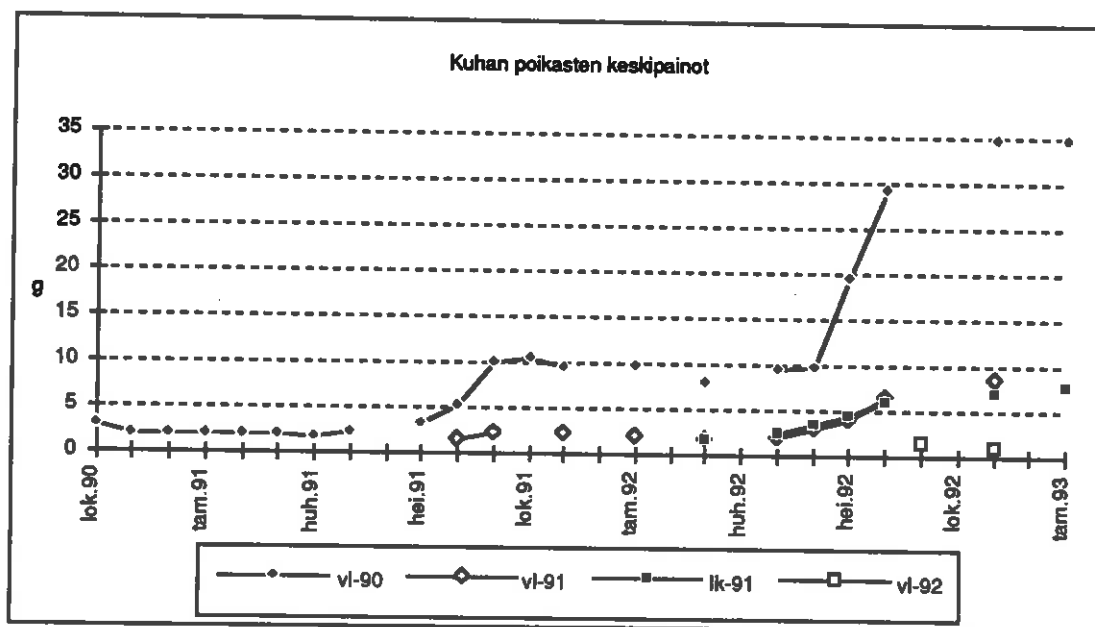
5.4. Kasvu ja kuolleisuus

Kuhan poikasten keskipainoja on seurattu noin kerran kuukaudessa tehdyin vesipunnituksin. Eri kuharyhmien keskipainon kehitys on esitetty kuvassa 3.

Kuvan 3 mukaan on selvää, että kuhat laihtuvat ensimmäisenä ja vielä toisenakin laitostalve-
naan. Syy on mahdollisesti ruokinnassa, mutta ehkä myös siinä, että aineenvaihdunta on niin
hidasta, että kuhan joutuessa koko ajan jonkin verran uimaan virtaa vastaan kulutus ylittää
energiavarantojen täydentymisen.

Kasvu on parhaita kesäkuukausina. Käytännössä koko vuosikasvu muodostuu 2–2,5 kk:ssa,
jolloin paino näyttää kolminkertaistuneen. Lämpökasvatuskokeessa keväällä 1992 ei mainitta-
vaa kasvun edistymistä saatu syntymään, eli ilmeisesti lämpötilojen tulisi olla kuhan kasvuille
selvästi yli kokeilussa käytetyn 6–9 °C.

Kuolleisuus on suurinta kasvukaudella. Kuvassa 4 on esitetty kuolleisuus suhteessa parven
kokoon ja siinä käy selvästi ilmi, että luonnonravintolammikosta siirron jälkeen kuolleisuutta
esiintyy loppuakseen talvikuukausiksi lähes kokonaan. Näyttää myös siltä, että poikasen
koolla on merkitystä niin, että mitä suurempi poikanen (vl. 90), sitä pienempi kuolleisuus.



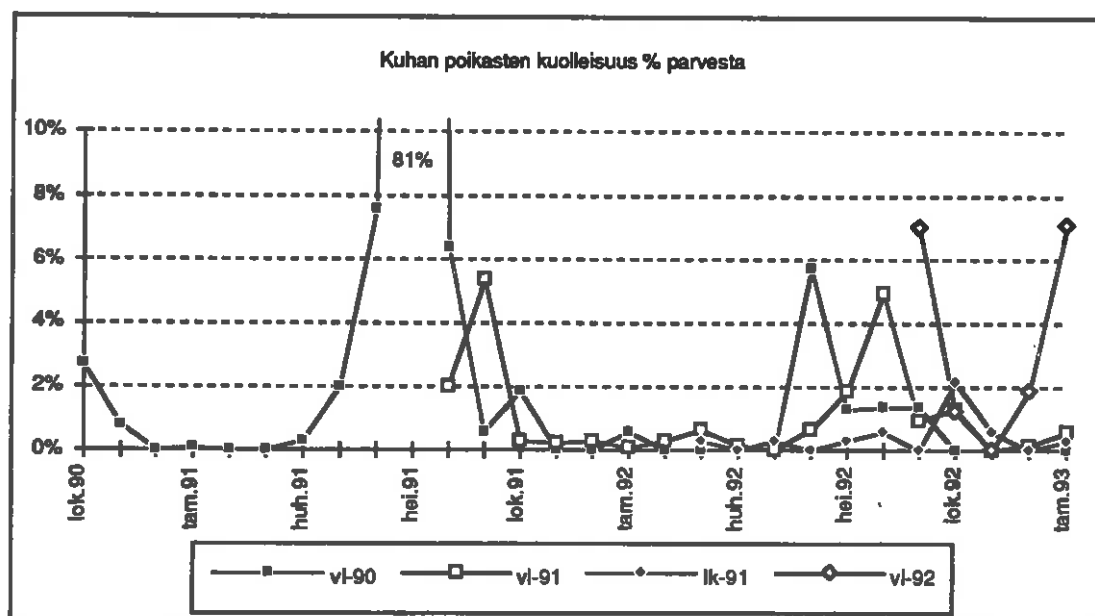
KUVA 3. Kainuun kalanviljelylaitoksella viljelyssä olleiden kuhan poikasten keskipainon kehitys kasvatusryhmittäin.

Kesällä 1991 kuoli yli 80 % vuosiluokan 1990 parvesta. Syynä oli kalatäi. Kalatäin häätö onnistui 0,75 ppm:n Loisol-kylvetyksellä. Samassa yhteydessä todettiin, että kuha ei kestä formaliinikylvetystä. Mitään muuta erityistä tauti- tai loishavaintoa ei ole tehty ja kuolleisuus on pysytellyt suhteellisen vähäisenä. Kalatäi-invaasiota lukuunottamatta kuolleet tai kuolevat kalat erottuvat pinnalla uivina ja väritykseltään harmaina sekä isopäisinä, mikä viittaa siihen, että ravinnonotto ei ole kaikilta onnistunut.

6. Kuhan laitosviljelyn tutkimus- ja koetoiminnan tarpeita

Lehtonen (1990) on todennut tulevaisuuden kuhatutkimuksen näköaloista, että viljelytutkimuksia tultaneen suorittamaan kaikilla tasoilla, mädinhankinnasta aina emokalanviljelyyn saakka.

Kuhan emokalanviljely on amerikkalaisen valkosilmäkuhan viljelystä kerättyjen kokemusten mukaan suurella todennäköisyydellä mahdollista laitosolosuhteissa. Kainuun kalanviljelylaitoksella vuodesta 1990 asti kerätyt kokemukset tukevat myös tätä näkemystä. Kuhanaaraan mädintuotanto on onnistuessaan niin suuri, että varsin pieni parvi tyydyttää laajojenkin alueiden poikaskysynnän.



KUVA 4. Kuhan poikasten kuolleisuus suhteessa parven kokoon Kainuun kalanviljelylaitoksella kasvatusryhmittäin.

Emokalaparvien perustamisessa tarvittaneen selvityksiä siitä, miten laaja geneettinen pohja parvelle on tarpeen saada. Luonnonravintolammikossa voi olla jopa pelkästään yhden tai ainakin hyvin harvojen naaraiden jälkeläisiä johtuen suuresta mädintuotannosta. Käytännössä on erittäin vaikeata saada emokalastolle sellaista pohjaa, että se vastaisi lohikaloille asetettuja vaatimuksia. Jäljelle jää kysymys, mikä on kelvollinen taso.

Kainuun kalanviljelylaitoksella saatujen kokemusten mukaan ruokinnan ja ravitsemuksen tutkiminen ja siitä seuraava kehitys edistäisi kuhan laitosviljelyä kaikkein nopeimmin. Kasvutulosta on varaa ilmeisesti jonkin verran parantaa, vaikka ei tavoiteltaisi kuin luonnonvesien kasvutasoja. Huomiota tulee kiinnittää sopivaan ravintoon, olipa se sitten tuoretta tai rehuvalmisteita, ja ruokintatekniikkaan.

Kasvatusolosuhteissa altaiden virtausnopeudesta on vain kokemusperäistä näkemystä ja epäily siitä, että kylmässä vedessä uinti saattaa kuluttaa kuhan energiavarantoja liiaksi. Sinänsä lasikuituallas näyttää soveltuvan viljelyyn, sillä kannibalismi ei ole ollut merkittävää ainakaan toistaiseksi. Viljelytiheyksistä ja sen vaikutuksista kasvuun ja kuolevuuteen ei ole toistaiseksi mitään käsityksiä.

Toistaiseksi ei Kainuun kalanviljelylaitoksella ole jouduttu kuhia hoitamaan kylvetyksin kuin kerran kalatäin takia. Formaliinin suhteen kuha oli selvästi lohikaloja herkempi, mutta kesti Loisol-kylvetyksen hyvin. Kuhan loisten ja tautien selvittäminen sekä hoitomenetelmien vertailevat kokeet ovatkin erittäin tarpeellisia ja koetoiminta siltä osin pyritäänkin aloittamaan laitoksella jo kesällä 1993.

Kuhan kasvun kannalta oleellisin tekijä, pienin kasvua edistävä lämpötila, tulisi selvittää. Buijse & Houthuijzen (1992) laskivat kasvukauden tehollista lämpösummaa kuhalle aloittaen veden lämpötilasta 14 °C. Suomen olosuhteissa ei lämpösumma liene kovinkaan suuri, mikäli raja asetetaan samaksi, ja silti kuhan kasvu ei häviä kovin suuresti Keski-Euroopalle. Saattaa olla myös niin, että pohjoiset kannat ovat sopeutuneet kylmiin olosuhteisiin. Mikäli kasvu olisi jo tyydyttävä esimerkiksi 10 °C:ssa, avautuisi kuhan viljelyn mahdollisuus myös jäähdytysvesissä.

Loppuyhteenvetona voi todeta, että kuhan emokalanviljely laitoksella on erittäin todennäköisesti tosiasia tällä vuosikymmenellä. Kainuun kalanviljelylaitoksella kerättyjen kokemusten mukaan voidaan jopa pitää mahdollisena kuhan viljelyä ruokakalaksi sopivissa olosuhteissa.

Kirjallisuus

- Buijse, A. D. & Houthuijzen, R. P. 1992. Piscivory, growth, and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49, s. 894–902.
- Brofeldt, P. 1920. Evon kalastuskoeasema. 25-vuotinen toiminta ja tulokset 1892–1917. Suomen Kalatalous 6, s.1–141.
- Fox, M. G. 1991. Food consumption and bioenergetics of young-of-the-year walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*): model predictions and population density effects. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48, s. 434–441.
- Isaksson, K. 1945. Gösodlingen i Vänern. Svensk Fisk. Tidskr. 54, s. 139.
- Koli, L. 1990. Suomen kalat. WSOY, Porvoo, 357 s.
- Koli, L. 1992. Pieniä kuhanpoikasia ei kannata istuttaa. Suomen Kalastuslehti 99(4), s. 42–43.
- Lehtonen, H. 1990. Kuhatutkimus Suomessa. Suomen Kalatalous 56, s. 96–100.
- Madenjian, C. P. 1991. Limits to growth of young-of-the-year walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*): an individual-based model perspective. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48, s. 1492–1499.
- Nagel, T. O. 1991. Artificial propagation of walleye. Ohio Department of Natural Resources. Division of Wildlife. Wildlife Intervice Note 638. Mimeo 4 s.
- Pyykkönen, A. & Pursiainen, M. 1989. Kujan 1-kesäisten poikasten kasvatusta ja kasvutulokset Kainuussa kesällä 1987. Oulun kalastuspiirin kalastustoimisto, Tiedotus 4, s. 16–61.
- Ruuhijärvi, J. & Koskenala, T. 1989. Emokuhajärvi, keino kujan mädinhankinnan varmistamiseen. Suomen Kalastuslehti 96(4), s. 172–175.
- Ruuhijärvi, J. & Salminen, M. 1992. Kujanviljelyn ja kujanistutusten historiaa ja näkymiä. Suomen kalatalous 60, s. 222–233.
- Salojärvi, K., Paldanius, J. & Nurmio, T. 1982. Kujan mädin hankinta, haudonta ja poikasten alkukasvatusta Porlan kalanviljelylaitoksessa vuosina 1980–1981. Suomen Kalastuslehti 89(3), s. 90–94.
- Salojärvi, K., Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ahonen, M. & Nurmio, T. 1986. Kujanviljely. Kalatalouden Keskusliitto n:o 84. 20 s.
- Sahlback, A. 1945. Dettterns gösodling. Svensk Fisk. Tidskr. 54, s. 172–173.
- Salminen, M. & Ruuhijärvi, J. 1989. Kujan mädinhankinnan ja haudonnan uudet niksit. Suomen Kalastuslehti 96(4), s. 176–180.
- Steffens, W. 1960. Zanderzucht in Karpfenteichen. Deutsche Fischerei-Zeitung 7(1960), s. 82–89.
- Svärdson, G. & Molin, G. 1973. The impact of climate on Scandinavian populations of the sander, *Stizostedion lucioperca*. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 53, s. 112–139.
- Säntti, J. 1991. Suomen pohjoisimpien kujanpöytäjen elvyttämisellä on kiire. Suomen Kalastuslehti 98(2), s. 88.
- Toivonen, J., Antere, I. & Lehtonen, H. 1981. Kujan esiintyminen Suomessa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Tiedonantoja n:o 17, s. 31–50.
- Vilhunen, J. 1991. Kala- ja rapuistutukset vuosina 1989–90. Suomen Kalastuslehti 98(7), s. 328–331.
- Woynárovich, E. 1960. Erbrütung von Fischeiern im Spüthraum. Arch. F. Fischereiwiss. 10, s. 179–189.

MÄDIN HINNOITTELU VALTION KALANVILJELYSSÄ

TIMO MÄKINEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto, PL 202 00151 Helsinki

1. Johdanto

Valtion kalanviljelytoiminta on valtion maksuperustelain ja -asetuksen alaista toimintaa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suoritteista perittävistä maksuista voimassaoleva asetus (1271/89) perustuu 29.2.1992 saakka voimassaolleeseen valtion maksuperustelakiin (980/73). Asetus on voimassa vielä 31. joulukuuta 1993 saakka.

Uuden maksuperustelain (150/92) mukaan valtion tuottamat suoritteet on myytävä, milloin on kysymys niisanotuista julkisoikeudellisista suoritteista, omakustannusarvoa vastaavalla hinnalla. Julkisoikeudellisia suoritteita ovat valtion viranomaisen tuottamat suoritteet, joiden kysyntä perustuu lakiin tai asetukseen, ja jonka tuottamiseen viranomaisella on tosiasiallinen yksinoikeus. Valtion kalanviljelyn tuottamat suoritteet, kuten kalojen mäti, eivät ole tällaisia suoritteita.

Muiden kuin edellämainittujen suoritteiden hinnoista päätetään liiketaloudellisin perustein. Liiketaloudellinen hinnoittelu on jo käytössä valtion liikelaitoksissa ja uuden maksuperustelain tultua kaikilta osin voimaan siis myös kaikessa muussa valtion toiminnassa lukuunottamatta julkisoikeudellisia suoritteita. Maksuperustelaki siirtää hinnoittelun toimivaltaa virastoihin keskushallinnolta: aikaisemmin hinnat päätettiin virastokohtaisilla asetuksilla, nyt uuden lain mukaan kukin *ministeriö päättää* hallinnonalansa virastojen *suoritteiden ryhmitte-lystä* julkisoikeudellisiin ja liiketaloudellisesti hinnoiteltaviin sekä myös mitkä suoritteet ja millä lain 6 §:n sisältämällä perusteella voidaan hinnoitella *suoritteiden omakustannusarvosta poiketen*. Ministeriö antaa päätöksensä, jonka pohjalta virasto itse hinnoittelee suoritteensa.

2. Hinnoittelu uuden lain mukaan

Uuden maksuperustelain 6 §:n 3 momentissa sanotaan, että "Maksu voidaan määrätä perittäväksi yleisesti suoritteiden omakustannusarvoa alempana tai jättää kokonaan perimättä, jos siihen, ympäristönsuojeluun, ... tai näihin verrattavista syistä on perusteltua syytä. Erityisesti syytä maksu voidaan määrätä tietyltä ryhmältä perittäväksi suoritteiden omakustannus-

arvoa alempana tai jättää kokonaan perimättä. ... Suoritetta tuottavan viranomaisen asiana on huolehtia siitä, ettei suoritteen tuottamisesta aiheudu enempää kustannuksia kuin mitä suoritteen tarkoituksenmukainen laatutaso edellyttää."

Uuteen järjestelmään on siirryttävä vuoden 1994 alusta ja tätä ennen ministeriöiden on annettava em. päätökset alaisistaan virastoista. Vanhoja asetuksia ei voida enää muuttaa. Yleisellä maksuasetuksella (211/92) on annettu säännökset omakustannusarvoon kuuluvista kokonaiskustannuksista. Valtiokonttori antaa lisäksi tarkempia määräyksiä ja ohjeita omakustannusarvon laskemisesta. Esim. vuodeksi 1993 ilmoitettiin vuoden 1992 pääomakustannusten laskentaa varten valtion markkamääräisen lainanoton efektiivinen korkokustannus, joka on 11,7%.

On siis huomattava, että kustannusten laskeminen on tarkasti ohjeistettua ja lähtökohtana on kaikkien kustannusten mukaan lukeminen. Ainoan poikkeuksen muodostavat työllistämiseen myönnettyt varat, joista sanotaan, ettei niitä pidä ottaa huomioon viraston tulosta laskettaessa. Valtion maksuperusteasetuksessa sanotaan seuraavasti: "Suoritteen omakustannusarvoon (=OKA) eli suoritteen tuottamisesta aiheutuneisiin kokonaiskustannuksiin luetaan suoritteen tuottamisesta aiheutuvien erilliskustannusten lisäksi suoritteen tuottamisen aiheuttama osuus hallinto-, toimitila- ja pääomakustannuksista sekä muista valtion viranomaisten yhteiskustannuksista." Virastolla on oltava toimiva kustannuslaskenta, joka tuottaa suoritteiden OKA-arvot vuosittain, riippumatta siitä millä hinnalla suoritteita myydään. Toimivalta hinnoittelussa on ministeriön päätöksen jälkeen virastolla itsellään. Niin kauan, kun hinnat eivät sisällä liiketaloudellista voittoa tai ovat alle OKA-arvon, tämä ei kuitenkaan tarkoita vapaata hinnanasetantaa, sillä ministeriön päätös asettaa minimihinnat suhteessa OKA-arvoihin. Tämä edellyttää hinnaston laatimista vuosittain edellisen vuoden kustannuslaskennan pohjalta. Kun liikutaan minimihintojen yläpuolella, voi suoritteita tuottava virasto neuvotella asiakkaansa kanssa hinnoista, myöntää liiketaloudellisia alennuksia ja hinnoitella muutenkin kysynnän ja kilpailutilanteen mukaan. Maksuperustelain perusajatus on toiminnan kokonaiskannattavuus, mikä tarkoittaa, että tuotoilla tulee kattaa vähintään viraston toiminnan kustannukset. Yksittäisiltä tuotteilta tai tuoteryhmiltä ei tätä edellytetä.

3. Valtiontalouden tarkastusvirasto

Valtiontalouden tarkastusvirasto suoritti 1991 valtion kalanviljelyä koskeneen tarkastuksen, joka koski vuosia 1987–1990. Tarkastuksessa kiinnitettiin huomiota hinnoitteluun. Tarkastusviraston mukaan maksuperustelaista ja niiden perusteluista käy ilmi, että maksujen määrääminen asetuksella alle omakustannusarvon on mahdollista vain maksuperustelaissa säädetyissä erityisissä tapauksissa ja silloinkin vain, kun on olemassa erityistä aihetta. Kalanviljelytuottei-

den myynnin rinnastamiselle maksuperustelaissa tarkoitettuihin poikkeustapauksiin ei tarkastusviraston mukaan ko. laista ja siitä annetusta hallituksen esityksestä löydy perusteita.

Tarkastusviraston käsityksen mukaan uuden maksuperustelain (150/92) nojalla annettavalla maa- ja metsätalousministeriön päätöksellä tulisi tukea tuotantokustannuksiin perustuvaa hinnoittelua ja sitä kautta edesauttaa aitojen markkinahintojen muodostumista. Päätöstä valmisteltaessa tulisi selvittää mahdollisuudet siirtyä kalanviljelytuotteiden osalta uuden maksuperustelain 7 §:ssä tarkoitettuun hinnoitteluun (= liiketaloudellinen hinnoittelu) sekä selvittää ne kalanviljelytuotteet, joiden hinnan alentamiseksi tulisi valtion tulo- ja menoarviossa esittää määrärahat. Lisäksi valmistelussa tulisi ottaa huomioon se, että kalanviljelytuotteiden lopullinen käyttötarkoitus on monesti kalastuslaissa kalaveden omistajalle säädetyin hoitovelvoitteen tai vesilain nojalla haitan aiheuttajalle tai hyödyn saajalle määrätyn vesioikeudellisen istutusvelvoitteen täyttäminen. Ministeriön päätökseen otettavilla säännöksillä tai hintojen alentamisella ei tule tukea taloudellisesti näiden velvoitteiden hoitamista.

4. Hinnoittelupäätös ministeriöstä

Maa- ja metsätalousministeriö pyysi kirjeellään (3029/00) 22.11.1991 alaisiltaan virastoilta uuden maksuperustelain mukaista suoriteluetteloja em. päätöksen valmistelua varten. Niiltä osin kuin esitetään perittäväksi maksuperustelain 6 §:n 3 momentin mukaisesti tietyn ryhmän osalta maksu, joka poikkeaa omakustannusarvosta, tuli esittää perustelut erikseen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos toimitti vastauksensa 23.3.1992 (180/00/92). Vastauksessa käydään läpi uuden tilipuitteemme mukainen tutkimuslaitoksen toimintojen ryhmittely ja todetaan, että vain maksullinen palvelutoiminta ja kalanviljelytoiminnot tuottavat suoritteita, jotka syntyvät tilauksen pohjalta ja joilla varsinkin kalanviljelyn osalta on myös kilpailevaa yksityistä tuotantoa. Seuraavassa suora ote kirjeestä:

"RKTL:n kalanviljelyosaston *toiminta-ajatuksena* on (1) edistää kalataloutta ja kalakantojen suojelua ylläpitämällä taloudellisesti arvokkaita tai uhanalaisia kalakantoja ja tuottamalla niiden sekä rapujen mätiä ja poikasia hoitotarpeen ja tutkimuksen edellyttämässä määrin sekä (2) edistää kalanviljelyä elinkeinona kehittämällä viljelymenetelmiä ja ruokakalakantoja. Tuotannon suoriteryhmiä ovat mäti, laitospoikaset ja luonnonravintopoikaset. Osaston muita suoritteita ovat mm. sopimusviljelyn valvonta ja kehittäminen yksityisillä kalanviljelylaitoksilla, uhanalaisten lajien emokalastot, koe- ja kehitystoiminnan tuloksena syntyvä uusi tieto, uudet menetelmät, laitteistot sekä tekniikat.

Kalanviljelyosaston suoritteista valtaosa, kuten uhanalaisten kalakantojen emokalastot ja näiden kantojen ylläpito luonnossa istutuksin sekä tutkimus- ja kehittämistoiminnan tuotteena

syntyvä uusi kalanviljelyn suomalainen tieto-taito, ovat suoritteita, joita tuotetaan yleisen ympäristönsuojelun (kalakantojen ja -lajien suojele) tai kalatalouden ja erityisesti kalanviljelyn elinkeinotoiminnan yleiseksi edistämiseksi MMM:n hyväksymän strategisen suunnitelman ja vuosittaisen toimintasuunnitelman mukaan.

Kalanviljelyosasto myy kalojen mätiä ja poikasia yksityisille kalanviljelylaitoksille istukas-tuotannon lähtömateriaaliksi. Omasta istutuspoikastuotannosta merkittävä osa käytetään valtion istutustarpeisiin ja kalavesien hoidon tutkimiseen. Viimemainittu tuotanto kuuluu kalatalouden yleisen edistämisen kustannuksiin, eikä siitä peritä maksua. Tulosjohtamisen mukaisessa laskentajärjestelmässä se lasketaan kyseisten tutkimushankkeiden kustannuksiksi.

Valtion maksuperustelain mukaisesti kalanviljelyosaston myytävistä kalanviljelytuotteista tulisi periä omakustannusarvoa vastaava maksu. Kalanviljelytuotteiden markkinoiden rakenteesta johtuen on tähän pääsääntöön kuitenkin tehty eräitä poikkeuksia tutkimuslaitoksen vuoden 1993 loppuun voimassa olevaan maksuasetukseen. Kalanviljelytuotteiden hinnat eivät Suomessa ole määräytyneet kustannusperusteisesti vaan markkinoita on säädelyt ennemminkin käyttöarvo tai istutusodotusarvo. Yksityisen kalanviljelyn kustannuslaskenta toimii valtion (rakentamis)investointeihin verrattuna varsin lyhyellä aikavälillä. Vaikka useat kalanviljelyn suoritteet ovat samoja kuin yksityisen kalanviljelyn tuotteet sinänsä, eivät ne kuitenkaan laadultaan ole suoraan vertailukelpoisia eikä tuottavuutta ja taloudellisuutta voida vaatia näiden tuotteiden tuottamisessa kuten liiketaloudellisessa toiminnassa. Tämä johtuu siitä, että valtion tuottamien korkealaatuisten kalanviljelytuotteiden käyttämisellä, esim. jatkokasvatuksen pohjana, on huomattava kalataloudellinen ja luonnonsuojelullinen merkitys. Markkinahinta, erityisesti mädillä, on jossain määrin keinotekoinen, sillä yksityisiä tuottajia on vähän, ja niidenkin tuotanto pääasiassa täydentävää oman mätihuollon turvaamista ja kauppanäillä mätierillä on lähinnä satunnaista. Yksiviivaisen tuottavuuden ja taloudellisuuden nostamisen lisäksi on kiinnitettävä huomiota myös valtion kalanviljelytuotteiden erityislaatuun ja sen edelleen kehittämiseen. Kalasairauksien ennaltaehkäisy, viljelymateriaalin geneettisen alkuperän monipuolisuuden turvaaminen, viljelylaitosten kuormituksen pienentäminen ja kalanviljelytuotteiden yleisen laadun kohottaminen ovat kaikki tavoitteita, jotka pitkällä aikavälillä lisäävät toiminnan *vaikuttavuutta* kalatalouden ja kalanviljelyelinkeinojen edistymisenä, mutta jotka lyhytyvälisenä kustannustarkasteluna näyttävät olevan ristiriidassa taloudellisuus- ja tehokkuusajattelun kanssa.

Kalanviljelyosaston tuotteiden hinnoittelua varten lasketaan tulosjohtamiseen soveltuvan laskentatoimen avulla vuosittain OKA-hinnat. Koko maassa sovelletaan samaa hinnastoa, vaikka tuotantokustannukset maan eri osissa vaihtelevat huomattavasti. OKA-hinnasta on jouduttu edellä mainituilla syillä poikkeamaan alaspäin ns. markkinahintaan. Istukaspoikasten ja luon-

nonravintoviljelypoikasten tuotantoa, jossa kilpaillaan yksityisen kalanviljelyn kanssa, on tarkoitus tehostaa siten, että OKA-hintaa voitaisiin jo lähivuosina noudattaa. Sen sijaan mädintuotannossa ei voida siirtyä OKA-hinnoitteluun vaan tätä toimintaa on jatkossakin tuettava noin kolmella neljänneksellä sen kustannuksista. Tätä on myös pidettävä kalataloudellisten, luonnonsuojelullisten ja kansantaloudellisten perusteiden mukaan tarkoituksenmukaisena. Toiminnan vaikuttavuutta ja sen arviointiperusteita mädintuotannon suhteen kehitetään osana tulosjohtamista.

Edelläolevilla perusteilla viitekirjeessä pyydetty luettelo on kalanviljelytuotteiden osalta seuraavanlainen:

Suorite	Voimassaoleva lainsäädäntö			Uusi maksuperustelaki	
	keskim. OKA 1990	Hinta 1990	Säännös	% OKA:sta	Perustelu
mäti mk/l	3223,00	890,00	Asetus N:o 1272 22.12.1989	20-30%	ks. eo.teksti
laitospoikaset mk/kpl	9,82	5,10	"	50-100%	" (siirtymävaihe)
Lrl-poikaset mk/kpl	1,17	1,10	"	70-100%	" (siirtymävaihe)

Siirtymävaiheen tehokkaaseen tulosjohtamiseen, jonka aikana erityisesti poikasviljelyn taloudellisuutta on mahdollista kehittää kohti OKA-hinnoittelun mahdollistavaa tasoa, keston arvioidaan olevan muutamia vuosia."

5. Kustannukset hinnoittelun pohjana

Noin siis maaliskuussa 1992. Ministeriö ei ole vielä esittänyt kommentteja, eikä tehnyt uuden maksuperustelain mukaista päätöstä vuotta 1994 varten. Edelläolevaa vastausta valmisteltaessa oli tiedossa vain vuoden 1990 OKA-laskelmat. Vuosilta 1991 ja 1992 vastaavat kustannukset ovat seuraavat:

Suorite	1991			1992	
	keskim. OKA 1991	Hinta 1991	Hinta 1991 % OKA:sta	keskim. OKA 1992	Hinta 1991 % OKA:sta
mäti mk/l	5802,00	1112,00	19	3722,00	30
laitospoikaset mk/kpl	11,38	5,38	47	17,54	31
Lrl-poikaset mk/kpl	2,42	0,58	24	3,62	16

Voimassaolevaan hinnastoon nähden on siis eri vuosien välillä hyvin suuria eroja subventio-
tarpeessa. Erot johtuvat osittain pääomakustannusten laskennassa olevista eroista: vuoden
1990 laskennasta puuttuvat luonnonravintolammikoiden rakentamiskustannukset lähes täysin,
vuoden 1992 laskennassa käytettiin jäännösarvopoistomenetelmää vuoden 1991 laskennassa
sovelletun annuiteetti-menetelmän sijasta (paitsi luonnonravintolammikoiden rakentamiskus-
tannuksissa, joiden laskenta on tässä vielä muuttamatta). Eroja aiheuttavat lisäksi muutokset
suoritteiden määrissä. Erityisesti luonnonravintopoikasten määrä on pienentynyt:

Suoritemäärät vuosina 1991 ja 1992 valtion kalanviljelyssä:

	1991	1992	josta myyty (%) 1992
Mäti (l)	3 589	5 311	2 341 (44)
Laitospoikaset (poikasyksikköä, à 50 g)	1 884 231	1 510 317	294 262 (19)
Luonnonravintopoikaset (poikasyksikköä, à 5 g)	4 236 201	3 246 687	370 891 (11)

Ministeriölle lähteneessä kirjeessä kaavailtu siirtymäkausi poikasviljelyn saattamisessa kus-
tannuksiin perustuvan hinnoittelun piiriin ei siis näytä ainakaan lyhentyneen. Mädin tuotanto-
kustannuksissa sen sijaan näyttäisi tapahtuneen edistymistä. Tämä johtuu lisääntyneestä tu-
otantomäärästä ja uudistetusta pääomakustannusten laskentatavasta. Voimassaoleva hinnasto
on kuitenkin vain yksi vertailukohde. Käytännössä kauppoja on nimittäin tehty huomattavasti
alle ohjehintojen. Vuoden 1992 keskimääräiset hinnat toteutuneissa kaupoissa olivat seuraa-
vat:

	mk/l tai mk/py (mk/kpl)	Hinnasto 1991
<i>Mäti ja vastakuoriutuneet</i>	713	1112
Siiat	506	
Harjus	396	
Lohet, taimenet, mieriät	888	
Kuha	(0,03/kpl)	
Toutain	(0,03/kpl)	
<i>Laitospoikaset</i>	5,05	5,38
Siiat	1,9	
Harjus	2,9	
Lohet	5,27	
Taimenet, nieriät	5,38	
Kirjolohi	4,61	
Karppi	0,94	
Ravut, kotimainen (vk)	(0,25/kpl)	
Ravut, kotimainen (1-kes.)	(1,00/kpl)	
Ravut, Täplärapu (II vaihe)	(1,00/kpl)	
Ravut, Täplärapu (1-kes.)	(1,50/kpl)	
<i>Luonnonravintopoikaset</i>	0,64	0,58
Siiat	0,47	
Harjus	0,66	
Kuha	0,85	

Uuden maksuperustelain voimassaollessa näin joustavaan hinnoitteluun ei ole enää mahdollisuuksia, vaan ministeriön päätös sitoo hinnat tiukasti omakustannusarvoon. Ainakin alkuvaiheessa päätös tullee sisältämään subventioprocentin, joka määrää kuinka paljon alle omakustannusarvon voidaan hinnoittelussa mennä. Tämäkin johtaa jo tiukentuvaan kustannusten seurantaan, koska kokonaiskustannukset eivät saa ylittyä.

Kaiken kaikkiaan valtion kalanviljelyn noudattamat hinnat ovat siis vielä kovin kaukana aiheutuneista kustannuksista. Ei voida sanoa, että kustannukset olisivat vielä olleet hinnoittelun pohjana, vaikka tähän suuntaan on alettu pyrkiä. Tätä kirjoitettaessa on edelleen voimassa hinnasto vuodelta 1991. Uusi hinnastoluonnos on kuitenkin olemassa ja se tullee voimaan pikapuoliin.

Evon kalanviljelylaitoksella on selvitetty kuhan viljelyä ja sen kehittämistä (Ruuhijärvi 1993). Tutkimuslaitoksen suuri osuus vastakuoriutuneen kuhan tuottamisessa ja niiden myynissä sekä siinä sovellettu alle kustannustason oleva hinta on ilmeisesti vääristänyt markkinoita ja viivyttänyt yksityisen viljelyn ja aitojen kuhamarkkinoiden syntymistä. Ruuhijärven selvityksessä on liitteenä laskelma, jossa kuhan vastakuoriutuneen hinnaksi on saatu 4,3 penniä. Hän toteaa, että poikaset pitäisi myydä vähintään markkinahinnalla, jotta ei kilpailla epäterveesti yksityisen viljelyn kanssa. Yksityiset tuottajat ovat myyneet kuhan vastakuoriutuneita poikasia viime vuonna 8–9 pennin hintaan. Etelä-Suomen valtion kalanviljelylaitokset pitivät neuvua helmikuussa Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella ja päätyivät suosittelemaan hintaa 6 p/kpl. Todelliset kustannukset vuonna 1992 olivat seuraavat:

Laitos	tuotantomäärä (milj. kpl)	kustannus p/kpl (vk poikanen)
Evo	4,3	18
Porla	3,8	4
Kainuu	2,1	85

Keskiarvo on 27 p/kpl ja vain kahdesta ensinmainitusta se olisi 11 penniä/kpl. Suunniteltu tuotanto vuonna 1993 on 17 miljoonaa kpl. Kun on olemassa vaara, että alihinnoiteltu valtion tuottama poikanen tulee markkinoilla myydyksi kahteen kertaan, on alle 8 pennin hinnan voimassapitämistä vaikea perustella. Tällä hetkellä voimassaolevassa hinnastossa ei ole erikseen vastakuoriutuneitten poikasten hintoja. Tästä syystä niitä on tähän saakka myyty Kalatalouden keskusliiton suositushinnalla. Näitä suositushintojahan ei enää ole, joten tämänkin vuoksi tutkimuslaitoksen on uusittava hinnastonsa. Kilpailuvirasto on käytännössä kumonnut aiemmin alalla vallinneen käytännön hintasuosituksista. Tämä on omiaan johtamaan aitojen markkinoiden ja markkinahintojen syntyyn.

On vaikeaa ymmärtää sitä kustannusperusteisen hinnoittelun vastaisuutta, mikä on Kalatalouden keskusliiton kannanotossa valtion kalanviljelyn hinnoitteluun (Kirje RKTL:lle 1.3.1991, 18/50/91). Vastauksessaan kalanviljelyosasto piti tärkeänä, että kalanviljelytuotteiden hinnoittelu perustuisi oikeaan tietoon todellisista tuotantokustannuksista. Oman hinnaston soveltamisella pyritään siihen, että myös yksityiset tuottajat tulevat kustannustietoisemmiksi ja markkinahinnoista tulee todellisia markkinahintoja, joita ohjaavat todellinen kustannustaso ja kysyntä. Koska valtion viljely monen tuotteen osalta on lähes monopoliasemassa, se voi kustannuksista piittaamattomalla hinnoittelulla estää yksityisen tuotannon syntymistä. Kustannuksiin perustuva hinnoittelu taas tekee yksityisen kilpailun mahdolliseksi ja johtaa kustannusten karsimiseen ja näin pitemmällä aikavälillä kaikkien etuun. Siirtymävaiheessa, jossa valtion kalanviljely tulosjohtamiseen siirryttäessä ja uuden maksuperustelain voimaan tullessa tulee hinnoittelemaan tuotteensa, joitain erikseen ministeriön päättämiä poikkeuksia lukuunottamatta, OKA-tason mukaisesti, on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei aiheuteta turhia häiriöitä markkinoille. Hintojen tulisi nousta suunnitelmallisesti vähittäin. Kustannuslaskenta perustuu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa toistaiseksi kokonaiskustannusten laskeamiseen ja OKA-arvojen laskemiseen viljelylaitoksittain. Hinnaston pohjana käytetään kuitenkin vain koko tuotannon ja kaikkien kustannusten osoittamaa OKAa. Okat vaihtelevat valtavasti laitoksittain. Tämä estää aidon kustannusvastuun toetuttamista, jossa yksittäinen laitos olisi velvoitettu myymään tuotantonsa kustannustensa mukaisella hinnalla. Siirtymävaiheessa, jossa vielä ollaan reilusti OKA-hintatason alapuolella, olisi laskutettaviin hintoihin tuotteen hinnan lisäksi lisättävä kaikki liitännäiskulut, kuten pakkauksesta, rahdista, desinfioinnista yms. aiheutuvat kulut. Näiden laskuttamisesta voidaan luopua, jos myydään todellisella OKA-hinnalla, johon kaikki kustannukset, siis myös em. oheiskulut, sisältyvät.

Tulosohjausta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokseen rakennetaan parhaillaan ns. JoKeRi-projektissa. Projektin tuloksena on jo syntynyt uudet tulosalueet, joista vesiviljely on yksi. Tämä sisältää vain pelkän viljelytoiminnan, ei mitään muita suoritteita, kuten kalanviljelyn kehittämis- tai tutkimustoimintaa. Tässä avautuu edellytyksiä toiminnan tehostamiselle. Taroituksena on edelleen pohtia kuinka toiminnan kustannusvastuuta voitaisiin kehittää ja toimivaltaa viedä lähemmäksi itse suoritteiden tuottamista. Aito kustannusvastuu edellyttää myös mahdollisuutta päättää kustannuksia aiheuttavista tekijöistä, siis taloudellista ja toiminnallista itsenäisyyttä tarpeellisessa määrin. Kalanviljelylaitosten kohdalla tämä edellyttäisi liikelaitosyksiköiden tapaan toimimista. Tämä edellyttäisi myös kehittyneempään kustannuslaskentaan siirtymistä. Tällä hetkellä kustannukset ja OKAt lasketaan vain kunkin vuoden kustannuksista ja ao. vuonna toimitetuista suoritteista. Vaihtelut laitosten vuosittaisessa tuloksessa tasoittuvat tutkimuslaitoksen 14 kalanviljelylaitoksessa. Jos lasketaan laitoksittain, ei enää voida menetellä näin, vaan kustannukset on laskettava todellisina tuoteryhmittäin useamman vuoden ajalta ja varastot on huomioitava laatimalla laitoksilla tase vuosittain. Tällä hetkellä ja

nykyisillä taidoilla näin pitkälle menevä kustannuslaskenta ei ole mahdollista. JoKeRi-projektin ja päättäjien asiana on pohtia olisiko se viisastakaan.

6. Tulevaisuus

Siirtymävaiheessa tulosjohtamiseen ja kustannusperusteisiin hintoihin tullaan valtion kalanviljelyn hinnoittelua kehittämään. Mahdollista on, että yhteinen hinnasto määrittelee jatkossa vain minimihinnat. Kustannusvastuun lisäämiseksi olisi tarpeen, että niitä yksiköitä, jotka pystyvät alentamaan kustannuksiaan ja aktiivisella markkinoinnilla lähentämään hintojaan todellisiin kustannuksiin, palkittaisiin jotenkin.

Jatkossa subventiota valtion kalanviljelyn tuotannon myynnissä tullaan pienentämään. Se osa tuotannosta, jota ei myydä vaan tuotetaan tutkimuksiin, uhanalaisten kantojen ylläpitoon jne. sekä tästä tuotannosta aiheutuvat kustannukset tullaan esittämään erillään ja tarkemmin kuin nykyisin. Subvention pienentäminen myydyssä tuotannossa tapahtuu sitovalla hinnastolla sekä todennäköisesti myös subventioprosenttien pienentämisellä vuosittaisessa ministeriön päätöksessä. Ellei näköpiiriin saada tilannetta, jossa markkinahinnat ja OKA-arvot lähestyvät toisiaan, saatetaan joutua valtiontalouden tarkastusviraston kannan mukaan tilanteeseen, jossa subventioon tarvittavat varat on esitettävä omalla budjettimomentillaan.

Todennäköisempää lienee, että valtion kalanviljelyn tuottamat tuotteet em. tavalla ryhmitellään eri tarkoituksiin tuotettuihin osiin, jolloin esim. uhanalaisten kantojen suojelemiseksi tuotettu oma tuotanto ja myynti tähän tarkoitukseen voi tapahtua reilustikin alle OKA-arvojen. Nämä tuotteet katsottaisiin tällöin ns. kollektiivisuonteisiksi eli yleishyödyllisiksi tuotteiksi. Nettobudjetointiin siirtyminen korostaa hinnoittelun ja suunnittelun tarkkuutta. Tähän astihan ei vielä ole ollut kovin tarkkaa yhteyttä kustannusten ja toiminnan välillä. Aito kustannusvastuu valtion kalanviljelyssä on kuitenkin koko kalatalouden etu.

Tämän istunnon teemaksi neuvottelupäivien ohjelmaan on merkitty "Mädin oikea hinta?". Valtion kalanviljelyn myyntiin tulevan ja siis yksityisen tuotannon kanssa kilpailevan tuotannon osalta tämä esitys toivottavasti on valaissut kustannusten laskentaa, jonka tulisi olla hintojen perusteena. Oikea hinta mädille, niin kuin mille hyvänsä tuotteelle, on ensi kädessä se mikä siitä markkinoilla kysynnän ja tarjonnan perusteella suostutaan maksamaan. Pitemmän päälle markkinahinta ei voi markkinataloudessa olla alle tuotantokustannusten, ellei sitten toimita jonkun muun nimisessä talousjärjestelmässä.

Lähteet

Kilpailuviraston vastaus Kalatalouden keskusliitto ry:n tiedusteluun, 9.11.1992 (431/61/92)

RKTL:n kirje valtiontalouden tarkastusvirastolle 31.1.1992 (85/00/92).

RKTL:n kirje maa- ja metsätalousministeriölle 23.3.1992 (180/00/92).

RKTL:n kalanviljelyosaston kustannusten ja OKA-arvojen laskenta 1991 ja 1992.

Ruuhijärvi, J. 1993. RKTL:n KVO:n kuhanviljelysuunnitelma. Moniste 4 s.

Valtiontalouden tarkastusvirasto. Tarkastuskertomus Nro 320/54/91. 26.5.1992. 12 s.

Valtion maksuperustelaki (150/92), 21.2.1992.

Valtion maksuperusteasetus (211/92), 6.3.1992.

MÄDIN HINNOITTELUSTA: MÄDIN "OIKEA" HINTA?

KARI KILPINEN

Kalatalouden Keskusliitto, Köydenpunojankatu 7 B 23, 00180 Helsinki

1. Johdanto

Keskustelu mädin hinnoittelusta vilkastui oikeastaan vasta vuonna 1990, kun Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) kalanviljelyosaston antamaa kalanviljelytuotteiden hinnastoa alettiin myös mätikaupassa soveltaa. RKTL:n hintapyyntö oli huomattavasti korkeampi kuin mitä siihen asti oli ollut käytäntönä.

2. Kalatalouden Keskusliiton antama hintasuositus

Mikä sitten oli ollut käytäntö? Vuonna 1964 tuotiin Suomen Kalastusyhdistyksen konsulenttipäivillä esille ajatus, että yhdistykseen perustettaisiin toimikunta, joka laatisi ehdotuksen istutuskalojen hinnoista. Perustettiin työryhmä, mikä käytti kuvaavaa nimeä "Kalanpoikasten myynnin yhtenäistämistä käsittelevä toimikunta". Se antoi ensimmäisen hintasuosituksen vuodeksi 1966. Sittemmin (1974) hintatoimikunnan nimesi yhdistyksen johtokunta. Uuden kilpailurajoituslain mukaisesti hintatoimikunnassa harjoitettava hintayhteistyö ja kalanpoikasten suositushinnoista sopiminen ovat kilpailurajoituslain 6 §:n tarkoittamaa hintayhteistointä ja siten kiellettyä 1.3.1993 alkaen. Asiaa käsittelevässä kilpailuviraston kirjeessä todetaan, että "erityisen haitalliseksi menettelyn tekee se, että siinä ovat osallisina sekä ostajat että myyjät omien kartellijärjestelyjensä puitteissa". Kalatalouden Keskusliiton johtokunta lakautti hintatoimikunnan 17.12.1992.

Hintasuositus oli luotu järjestön tarpeisiin. Se vakiintui ja sitä myös alettiin käyttää varsin laajalti. Suosituksella muunmuassa pyrittiin lisäämään siian, kuhan ja hauen luonnonravintoviljelyä, takaamaan kalanviljelytoiminnan jatkuvuus ja siten istutuspoikasten saanti, vaikuttamaan poikasten laatuun sekä helpottamaan kalastuskuntien varojen käytön suunnittelua. Esimerkiksi verotuksellisista syistä kalastuskunnat halusivat käyttää istutuksiin tarkoitetut varat saman vuoden aikana. Jos istutusvaroja olisi siirretty seuraavaan vuoteen, olisivat ne olleet veronalaisia (Kilpinen 1993).

Mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten hinnoittelu perustui luonnonkudusta saatuun usein paikallisesti hankittuun mätiin ja vaatimattomissa hautomoissa tuotettuihin vastakuoriutuneisiin. Tuotantokustannukset olivat pienet ja toiminta pelasi ja pelaa edelleenkin. Näin muodostui mädin ja vastakuoriutuneiden hinnan "lähtötaso". Se kirjattiin ensimmäisissä hintasuosituksissa. Mädin hinta tai sen laatu ei aiheuttanut julkista kritiikkiä. Voidaan siis sanoa, että ostajat ja myyjät olivat käytyihin mätikauppoihin tyytyväisiä. Syntyi mädin ja vastakuoriutuneiden "oikea" hinta.

Vasta myöhemmin alettiin mätiä tuottaa keinollisemmin. Varsinkin harvinaiset lajit tai kannat vaativat esimerkiksi emokalaston ylläpitämistä. Puhutaan laitosmädin tuottamisesta. Sen kustannukset ovat jo toista luokkaa.

3. RKTL:n hinnasto

Tämän "oikean hinnan" rinnalle, jota myös markkinahinnaksi (väljässä merkityksessä) voidaan kutsua, tuli sitten RKTL:n antama kalanviljelytuotteiden hinnasto, jossa myös mäti oli hinnoiteltu. Hinnasto perustui asetukseen (As. 1272/89) ja laskettuihin tuotantokustannuksiin (omakustannusarvo). Tuon asetuksen mukaan tutkimuslaitoksen myymistä kalanviljelytuotteista peritään omakustannusarvoa vastaava maksu. Edelleen asetuksessa todetaan, että jos tuote on laadultaan sellainen, että sitä tai vastaavaa tuotetta on myös muualla kaupan, saadaan tuotteesta periä "vallitsevaa hintatasoa vastaava markkinahintainen maksu". Näin voidaan menetellä silloinkin, *kun maksu on omakustannusarvoa alempi ja tuotteen tuottaminen on kalanviljelytavoitteiden kannalta välttämätöntä*. Omakustannusarvosta voidaan siis asetuksen mukaan poiketa, jos – niinkuin tässä tapauksessa – mädin tuottaminen olisi kalanviljelyn tavoitteiden kannalta välttämätöntä. Onko se sitten välttämätöntä?

Kysymys on sikäli turha, että Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tehtävät on asetuksella (764/88) säädetty. Erityisesti laitoksen kalanviljelyosaston tehtävänä on viljeltävien lajien korkealaatuisen mädin ja poikasten tuotanto, arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen ja lisääminen viljelytoimenpitein sekä tuottaa kaloja mm. valtion velvoitteita varten. *Erityisesti tulee kiinnittää huomiota uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttämiseen*. Kysymyseen voidaan antaa myönteinen vastaus, ja asetuksessa (1272/89) mainitun hinnoittelun poikkeustapauksen voidaan katsoa koskevan nimenomaan mätiä. RKTL:n mädintuotantoon liittyvistä tehtävistä on kerrottu useissa artikkeleissa (Westman & Tuunainen 1981, Westman 1986, Westman & Kummu 1987, Westman 1989, Westman 1990).

Valtion kalanviljelylaitoksissa on alettu pitää emokalastoa, koska istutuspoikasten mätimäärää ei ole enää mahdollista hankkia yksinomaan luonnosta. Näin myös voidaan varmistaa ar-

vokkaiden kalalajien ja -kantojen korkealaatuisen mädin ja poikasten riittävä tuottaminen. Kalatautien leviämiskäsitteen takia valtion kalanviljelyssä pidetään mm. varakantoja.

4. Määräävä markkina-asema

Herää kysymys miksi RKTL:n mädin- ja pikkupoikasten tuotannon omakustannusarvo on kertaluokkaa korkeampi kuin menneen hintasuosituksen perusteella syntynyt "markkinahinta"? Osavastaus löytynee valtion kalanviljelyn mädinhankinta- ja tuotantopolitiikasta; arvokalantojen ylläpito, luonnonsuojelua sivuavat kalakantojen ja lajien säilyttämistehtävät, kalanviljelyn toteuttamistekniikka (emokalastot, kalliit laitosten investoinnit, aluepolitiikka, työllisyyspolitiikka). Käsittääkseni kustannus-hyötysuhteeseen ei ole liiemmin kiinnitetty huomiota. Esimerkiksi Westman & Tuunainen (1981) ovat luetelleet useita emokalanviljelyä puoltavia näkökohtia, mutta toiminnan aiheuttamaa kustannuspuolta ei ole käsitelty sen enempää kuin edellä olleista muissakaan artikkeleissa.

Onko siis RKTL joutunut hinnoitteluloukkoon nyt, kun asetus (1272/89) velvoittaa omakustannusarvon selvittämisen, jotta laitoksen suoritteista voidaan periä maksu? Viimeistään nyt tuli ilmi, että mädin hinnoittelu on karannut vallitsevasta tasosta. Tosin asetus suo ulospääsyn, jota myös on käytetty. RKTL on jo voimakkaasti subventoinut hinnastossa olevaa myyntihintaa, niin että erotus "markkinahintaan" tulisi siedettävämmäksi. Mutta ero on edelleen merkittävä. Esimerkiksi taimenen silmäpistemädille hintatoimikunnan vuodelle 1991 antama suositushinta oli 500 mk/l, kun se RKTL:n hinnastossa oli 1112 mk/l. Hinta koskee ilmeisesti kaikkia lajeja.

Herää myös toinen kysymys. Onko valtion kalanviljelyn tehtävänä tuottaa mätää hinnalla millä hyvänsä ja niinkuin Westman & Kummu (1987) asian ilmaisivat vähintään kunkin hetken tarvetta vastaava määrä sekä samalla varautua myös tulevien vuosien tarpeisiin? On myös todettu, että valtion rooli mädin ja pikkupoikasten tuottajana tulee edelleenkin korostumaan näköpiirissä olevien arvokalajien istutustarpeen lisääntymisen ja kalatautien torjunnan edellyttämän luonnonmädin hankintarajoitusten vuoksi (Westman 1990). Näissä tavoiteasetteluissa esim. mädintuotantokustannuksilla ei näytä olevan sijaa. Miten estetään se, ettei valtion kalanviljelyn mädintuotannosta tule "määräävässä markkina-asemassa" oleva konserni?

Kilpailunrajoituslain 3 §:n 2. momentissa todetaan, että määräävä markkina-asema katsotaan olevan, jos elinkeinonharjoittaja (myös julkinen oikeushenkilö) *merkittävästi ohjaa hyödykkeen hintatasoa* tai vastaavalla muulla tavalla vaikuttaa kilpailuolosuhteisiin. Luonteenomaista on, että tällainen elinkeinonharjoittaja on riippumaton muista alalla toimivista ja sen asema on niin vahva, ettei sen tarvitse oleellisesti kiinnittää huomiota kilpailijoiden tai asiak-

kaiden reaktioihin. Tällainen taho voi ohjata hintojen kehitystä muiden yritysten joutuessa seuraamaan määräävässä asemassa olevan yrityksen päätöstä (Kilpailuvirasto 1992). Kilpailuviraston mukaan määräävä markkina-asema ei sinällään aiheuta muuta kuin "seuraamista" (kilpailuvirasto pitää luetteloa määräävässä markkina-asemassa olevista yrityksistä), mutta määräävän markkina-aseman väärinkäyttö kylläkin. Nykyisen hinnoittelun vallitessa RKTL ei pysty kilpailemaan tuottamansa mädin hinnalla, jos vain muuta mätiä on kaupan. On kuitenkin huomattava, että maamme luonnonvesien hoitoon tarkoitettu mädin ja vastakuoriutuneiden tuottaminen on enenevästi siirtymässä RKTL:n tehtäväksi (vrt. Westman 1989 ja 1990). Yhä useamman viljelijän on ostettava tarvitsemansa mäti valtion kalanviljelyltä. On myös aivan luonnollista, että valtion kalanviljely pyrkii perimään tuotteistaan tuotantokustannuksia vastaavan hinnan, mihin se on myös asetuksella velvoitettu. Jos näin käy, se määräävässä asemassa olevana tuottajana ohjaisi merkittävästi mädin hintatasoa ylöspäin (vrt. kilpailunrajoituslaki). RKTL:n hinnasta saattaisi syntyä mädin vertailuhinta, johon myös yksityiset mädin tuottajat pyrkisivät, vaikka niiden tuotantotapa mahdollistaisi huomattavasti alhaisemman hinnoittelun. Tämä ei olisi kilpailua eikä se olisi asiakkaan edun mukaista. Vastaavaa ongelmaa ei ole kalanpoikasten tuottamisessa, koska hintakilpailun mahdollistavia tuotantoyksiköitä on maassamme runsaasti.

Toinen kysymys on mädin laatu. Valtion kalanviljelyllä on erittäin hyvät mahdollisuudet tuottaa korkealaatuista ja tervettä mätiä, sekä huolehtia kantojen monipuolisuudesta ja puhtaudesta. Jos tämä työ aiheuttaa lisäkustannuksia, siitä tulee myös maksaa.

5. Valtion kalanviljelyllä tuotetun mädin tuotantokustannusten alentaminen

Uskoisin, että RKTL:n mädin ja pikkupoikasten hinnan omakustannusarvossa on tekijöitä, jotka eivät kuulu kalatalouteen kuten aluepolitiikka (epäedulliset lammikoiden sijoituspaikat), työvoimapolitiikka (kouluttamattoman työvoiman käyttö, tehottomuus), luonnonsuojelupolitiikka (kantojen ja lajien suojelu) ja rakennuspolitiikka (ylimitoitus). Jotta RKTL:n mädin hinnoittelu olisi kaupallisesti terveellä pohjalla, tulee tämän tapaisten seikkojen vaikutus hinnanmuodostukseen poistaa. Asia selkiytyisi, jos mäti hinnoitellaan tärkeimpien lajien osalta tuotantokustannusten mukaisesti (siika, järvitaimen, kuha). Siten esimerkiksi suojelun piirissä olevien lajien ja kantojen mädinhankintakustannukset eivät rasittaisi talouskalojen mädin hintaa. Koska asetuksen mukaan tutkimuslaitos on velvoitettu "erityisesti kiinnittämään huomiota uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttämiseen", tulisi tästä aiheutuva lisäkustannus kattaa muista kuin tuotannollisen kalatalouden varoista (ympäristöministeriö; luonnonsuojelun varat tms.)

Valtion kalanviljelytuotteet tulisi suurelta osin vapauttaa ylimitoitettun rakentamisen aiheuttamilta pääomakustannuksilta, jotka pitkään rasittavat myös mädin hintoja. Tämän tyyppiset kustannukset tulisi ohjata muualle.

6. Lopuksi

Kalavesien hoidon edun mukaista olisi, että maassamme myytäisiin vain korkealaatuista mätiä ja siitä perittäisiin kohtuullinen hinta. Tutkimuslaitoksen tulisi tarkkaan seurata "markkinahintaa" ja säätää oma mädin hintansa asetuksen suoman poikkeusehdon mukaisesti sellaiseksi, että kalanviljelijät ja kalavesien hoitajat mahdollisimman laajassa mitassa voisivat ostaa hyvälaatuista mätiä. Itse asiassa mädin hinnan osuus lopputuotteen hinnasta (saaliskala) on yleensä pientä luokkaa verrattuna siihen hyötyyn mikä saavutetaan, kun viljelyketjun alkupää on laadullisesti kunnollista.

Kirjallisuus

- Kilpailuvirasto 1992. Kilpailunrajoitusten arviointi ja käsittely kilpailuvirastossa. Kilpailupoliittisia tiedonantoja 3/1992. 77 s.
- Kilpinen, K. 1993. Kalanpoikasten hintatoimikunnan (1965–1992) muistolle. Suomen Kalastuslehti. (painossa).
- Westman, K. & Tuunainen, P. 1981. Luonnonmädin hankinnan ja emokalaviljelyn merkitys kalakantojen hoidossa. Suomen Kalastuslehti 88 (6), s. 164–16.
- Westman, K. 1986. Valtion kalanviljely maamme kalatalouspolitiikassa. Suomen kalankasvattaja 1/1986, s. 10–11.
- Westman, K. & Kumm, P. 1987. Valtion kalanviljelyn mädin ja pikkupoikasten tuotannosta. Suomen kalankasvattaja 5/1987, s. 12–13.
- Westman, K. 1989. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston tehtävistä ja tavoitteista. Suomen kalankasvattaja 3/1989, s. 30–33.
- Westman, K. 1990. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnasta vuonna 1990. Suomen kalankasvattaja 2/1990, s. 22–24.

VALTION KALANVILJELYN XVII NEUVOTTELUPÄIVÄT

31.3.–1.4.1992, Hotelli Victoria, Tampere

MÄDINTUOTANTO JA EMOKALOJEN VILJELY*Keskiviikko 31.3.1993*

- 9.00–10.00 Ilmoittautuminen
 10.00–10.15 Päivien avaus (ylivohtaja K. Turtiainen)
 10.15–10.30 MMM:n kala- ja riistaosaston edustajan puheenvuoro
 10.30–10.50 Emokalanviljelyn merkitys, kehittyminen ja tavoitteet valtion kalanviljelyssä (K. Westman)

EMOKALOJEN VILJELYMENETELMÄT

- 10.50–11.20 Lohikalojen emokalanviljelyn suunnittelu ja viljelytekniikka (P. Pasanen & K. Juntunen)
 KAHVI
 11.50–12.20 Emokalojen ja mädintuotannon säätely ympäristötekijöiden avulla (A. Soivio)
 12.20–12.45 Hormonien käyttö mädintuotannossa (M. Kaukoranta)
 LOUNAS
 13.45–14.15 Emokalanviljelyn geneettiset periaatteet (M.-L. Koljonen)
 14.15–14.35 Sukutuotteiden pakastaminen viljelyn vaihtoehtona? (J. Piironen)
 14.35–14.50 Keskustelu
 KAHVI

KORKEALAATUINEN MÄTI?

- 15.10–15.45 Emokalojen ja mädin käsittelyn sekä haudonnan vaikutus mädin laatuun (M. Karjalainen)
 15.45–16.05 Kokemuksia Tornionjoen lohen luonnonmädistä ja laitosmädistä (J. Iivari)
 16.05–16.25 Kokemuksia Simojoen lohen luonnonmädistä ja laitosmädistä (J. Ryttilahti)
 16.25–16.45 Keskustelu
 TAUKO
 17.00– Paneelikeskustelu: "Tärkeimmät emokalanviljelyn ja mädintuotannon ongelmat valtion laitoksissa" (kunkin laitoksen vastaava mestari (á 5 min) ja yleiskeskustelu)

Torstai 1.4.1993

LUONNONMÄDIN HANKINNAN TULEVAISUUS MAASSAMME?

- 8.30–8.50 Kuhan luonnonmädin hankinnan tulevaisuus (J. Ruuhijärvi)
 8.50–9.10 Sisävesien lohikalojen mädinhankinnan tulevaisuus (J. Piironen)
 9.10–9.30 Mereen vaeltavien lohikalojen mädinhankinnan tulevaisuus (K. Juntunen & P. Pasanen)
 9.30–10.00 Kalataudit ja luonnonmädin hankinta (P. Koski)
 10.00–10.15 Keskustelu
 KAHVI

UUSIA TULOKKAITA

- 10.45–11.10 Emorapujen viljelystä (J. Tulonen)
 11.10–11.30 Täpläravun mädin tuottaminen (T. Järvenpää)
 11.30–12.00 Uusia lajeja emokalanviljelyyn: lähtökohtia ja kokemuksia kuhan laitosviljelystä (M. Pursiainen, R. Kannel & M. Hyvönen)
 12.00–12.15 Keskustelu
 LOUNAS

MÄDIN OIKEA HINTA?

- 13.15–13.45 Mädin hinnoittelu valtion kalanviljelyssä (T. Mäkinen)
 13.45–14.00 Mädin hinnoittelusta: mädin "oikea" hinta? (K. Kilpinen)
 14.00–14.30 Päätöskeskustelu

VALTION KALANVILJELYN XVII NEUVOTTELUPÄIVÄT

31.3.–1.4.1992, Hotelli Victoria, Tampere

OSANOTTAJAT

- Ahlfors Pekka; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
 Arkko Pasi; Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
 Clayhills Tom; Valtion kalatalousoppilaitos
 Erkamo Esa; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
 Eskelinen Päivi; Laukaan keskuskalanviljelylaitos
 Eskelinen Unto; Laukaan keskuskalanviljelylaitos
 Forsman Leena; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
 Hakulin Kajsa; MMM/Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos
 Heikinheimo Pekka; Vesiviljely Ky
 Heinimaa Petri; Inarin kalanviljelylaitos
 Heino Lauri; Valtion kalatalousoppilaitos
 Heinonen Eero; Inarin kalanviljelylaitos
 Henriksson Bo; Etelä-Suomen Merikalastajain Liitto r.y.
 Horttanainen Jyrki; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, HTO
 Hyvönen Markku; Kainuun kalanviljelylaitos
 Hänninen Juha; Lapin läänin kalatoimisto
 Iivari Hanna; Inarin kalanviljelylaitos
 Iivari Juha; Tornionjoen kalanviljelylaitos
 Ilmarinen Pekka; Porlan kalanviljelylaitos
 Inkiläinen Anja; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
 Jalava Tarmo; Köyliön kalanviljelylaitos
 Janatuinen Jorma; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
 Jokela Pekka; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
 Juhola; Hämeen Smoltti Oy
 Juhola Seppo; Hämeen Smoltti Oy
 Juntunen Keijo; Muonion kalanviljelylaitos
 Jäppinen Raimo; Laukaan keskuskalanviljelylaitos
 Järvenpää Teuvo; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
 Kannel Risto; Kainuun kalanviljelylaitos
 Karjalainen Matti; Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
 Kaukoranta Markku; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
 Kauttu Ari; Sarmijärven kalanviljelylaitos
 Kauttu Jaana; Sarmijärven kalanviljelylaitos
 Kilpinen Kari; Kalatalouden keskusliitto
 Kolari Ismo; Pirkanmaan kalatalouspiiri
 Koljonen Marja-Liisa; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
 Koskenala Timo; Kymen maaseutuelinkeinopiiri
 Koski Perttu; Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, Oulun aluelaboratorio
 Kosunen Kari; Kuopion maaseutuelinkeinopiiri
 Kummu Pekka; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
 Lankinen Yrjö; Laukaan keskuskalanviljelylaitos
 Lavikainen Riitta; Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
 Leinonen Ari; Kainuun kalanviljelylaitos
 Lerche Olle; Valtion kalatalousoppilaitos
 Liedes Risto; Voimalohi Oy/Raasakan kvl
 Lindgren Seppo; Taimen-Yhtiöt
 Linna Veikko; Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
 Louhimo Jarmo; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
 Lovikka Tapio; Lapin läänin kalatoimisto
 Manninen Kaarina; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
 Munne Pentti; MMM/Kala- ja riistaosasto
 Muona Marja; Helsingin Yliopisto
 Mustajärvi Vaito; Vesi- ja ympäristöhallitus
 Mustonen Seppo; Käylän kalanviljelylaitos
 Mäkinen Timo; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
 Määttä Raimo; Käylän kalanviljelylaitos
 Määttä Rainer; Muonion kalanviljelylaitos
 Nivunkijärvi Tauno; Voimalohi Oy/Ossauskosken kvl
 Nuutinen Seppo; Kalojen rodunjalostuslaitos
 Ollikainen Pentti; Savon Sanomat
 Paananen Tuija; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
 Paananen Veli-Matti; Keski-Suomen maaseutuelinkeinopiiri
 Paattilampi Elina; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, HTO
 Pasanen Pentti; Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
 Pelkonen Jari; Hämeen maaseutuelinkeinopiiri
 Peltola Jarmo; Turun maaseutuelinkeinopiiri
 Pennanen Jussi; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
 Piironen Jorma; Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
 Pohjanvirta Tarja; EELA/Kuopion aluelaboratorio
 Puhakka Kari; Voimalohi Oy/Keminmaan kvl
 Pursiainen Markku; Kainuun kalanviljelylaitos
 Pässinen Kirsi; Lautiosaaren kalanviljelylaitos
 Rahkonen Riitta; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
 Reponen Seppo; Mikkelin maaseutuelinkeinopiiri
 Rimaila-Pärnänen Eija; MMM/Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos

- Rissanen Ilkka; Kalojen rodunjalostuslaitos
Ruohonen Kari; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Ruuhijärvi Jukka; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Rytilahti Juhani; Simojoen kalanviljelylaitos
Saari Reijo; Voimalohi Oy
Saarinen Kalervo; Suomen Metsästäjä- ja Kalastajaliitto ry
Savikko Ari; Tornionjoen kalanviljelylaitos
Soivio Antti; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
Sumari Olli; Sumarin Kalanviljely
Söderholm-Tana Lena; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
Tainio-Markelin Sinikka; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO
Tasa Pentti; Etelä-Suomen Merikalastajain Liitto r.y.
Toivonen Aarne; Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Toivonen Jorma; Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Torvinen Kalle; Kainuun maaseutuelinkeinopiiri
Tuisku Tuomo; Enonkosken kalatalouskoulu
Tulonen Jouni; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Tuovinen Kyllikki; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, HTO
Turtiainen Kare; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Tuunainen Pekka; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KTO
Vaajala Markku; Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Valle Jouni; Kalojen rodunjalostuslaitos
Vilkman Raimo; Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Westman Kai; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, KVO

VALTION KALANVILJELYN NEUVOTTELUPÄIVÄT

- I. Valtion kalanviljelyn I neuvottelupäivät. 17.-18.3.1977, Lammi. Ei Julkaisua.
- II. Valtion kalanviljelyn II neuvottelupäivät. 7.-8.3.1978, Laukaan Pitkäniemi. Ei julkaisua.
- III. Valtion kalanviljelyn III neuvottelupäivät: Lohen viljely. 8.-9.5.1979, Laukaan Pitkäniemi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 3/1981. 90 s.
- IV. Valtion kalanviljelyn IV neuvottelupäivät. 9.-10.4.1980, Lammin biologinen asema. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 14/1983. 70 s.
- V. Valtion kalanviljelyn V neuvottelupäivät: Lohen viljely. 2.-3.4.1981, Laukaan Pitkäniemi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 17/1984. 67 s.
- VI. Valtion kalanviljelyn VI neuvottelupäivät. 30.-31.3.1982, Kuopio. Toim. A. Vihervuori. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 31/1985. 120 s.
- VII. Valtion kalanviljelyn VII neuvottelupäivät. 12.-14.4.1983, Punkaharju. Toim. A. Vihervuori. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 51/1986. 119 s.
- VIII. Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivät. 10.-12.4.1984, Lammi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 98/1989. 149 s.
- IX. Valtion kalanviljelyn IX neuvottelupäivät. 17.-19.4.1985, Helsinki. Ei julkaisua.
- X. Valtion kalanviljelyn X neuvottelupäivät: Luonnonravintolammikkoviljely. 22.-24.4.1986, Kajaani. Ei julkaisua.
- XI. Valtion kalanviljelyn XI neuvottelupäivät: Kalatautien torjunta. Valtion kalanviljelylaitosten rakentamisen ja suunnittelun nykytila. 31.3.-1.4.1987, Polvijärvi. Helsinki, RKTL. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 42/1992. 68 s.
- XII. Valtion kalanviljelyn XII neuvottelupäivät: Kalanviljelyn tuotannon ja tutkimuksen tavoitteet. 19.-20.4.1988, Lahti. Ei julkaisua.
- XIII. Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät: Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot. 5.-6.4.1989, Jyväskylä. Helsinki, RKTL. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 31/1991. 74 s.
- XIV. Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät: Kalanviljely - vesiensuojelu ja valvonta. 9.-11.4.1990, Sotkamo. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 56/1992. 121 s.
- XV. Valtion kalanviljelyn XV neuvottelupäivät: Tulosjohtaminen ja valtion kalanviljelyn tavoitteet. Kalanviljelyn rakenteet ja tekniikka. 9.-10.4.1991, Pudasjärvi. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 57/1992. 121 s.
- XVI. Valtion kalanviljelyn XVI neuvottelupäivät: Luonnonravintolammikkoviljely, uudet lajit ja rodunjalostus. 1.-2.4.1992, Kuopio. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 59/1993. 103 s.
- XVII. Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät: Mädituotanto ja emokalojen viljely. 31.3.-1.4.1993, Tampere. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 60/1993. 109 s.



- No. 46. **LECKLIN, T.:** Nukutusaineiden toissijaiset fysiologiset vaikutukset järviäimenessä (The secondary physiological effects of some anesthetics on brown trout (*Salmo trutta m. lacustris* (L.))). 38 s. Helsinki 1992.
- No. 47. **LEHTONEN, H., LAPPALAINEN, J., FORSMAN, L., SOIVIO, A., URHO, L., VUORINEN, P. J. ja TIGERSTEDT, C.:** Ilmaston muutosten vaikutukset kaloihin, kalanviljelyyn, kalakantoihin ja kalastukseen. Kirjallisuusselvitys (The effects of climate change on fishes, aquaculture, fish stocks and fishing. A review of the literature). 119 s. Helsinki 1992.
- No. 48. **Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992).** s. 1-56.
Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992). s. 57-86. Helsinki 1992.
- No. 49. **KARTTUNEN, V. ja PRUUKI, V.:** Tomionjoen lohi ja lohen kalastus (Status of the salmon stock and fisheries in the River Tomionjoki). 57 s. Helsinki 1992.
- No. 50. **SALONEN, E.:** Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Nykytila (A plan for the fisheries use and management of Lake Inari. The present stage). 157 s. Helsinki 1992.
- No. 51. **TOIVONEN, A.L., HUDD, R. ja SVANBÄCK, G.:** Pohjanlahden siikaloukkujen lajivalikoivuuden kehittäminen (Reduction of salmon bycatch in whitefish trap nets in the Gulf of Bothnia (Baltic)). 46 s. Helsinki 1992.
- No. 52. **SAURA, A., MIKKOLA, J. ja IKONEN, E.:** Kymijoen vaelluskalastus tutkimukset 1989-1991 (Report on the studies of migratory fish species in River Kymijoki in 1989-1991). s. 1-79.
LEINONEN, K. ja LEHTONEN, H.: Virkistyskalastuksen motiivit (Motives for recreational fishing). s. 81-101. Helsinki 1992.
- No. 53. **RUNEBERG, J.:** Behandling av spillvattnen på Östra Finlands Centralfiskodningsanstalt (Treatment of the effluent on Central Fish Culture and Fisheries Research Station for Eastern Finland). 81 s. Helsingfors 1992.
- No. 54. **JÄRVINEN, A., RASK, M., NIEMELÄ, E., RAITANIEMI, J. ja TURUNEN, T.:** Yhdenntyn ympäristöseuraman järvien koekalastukset 1988-1990. (The results of test fishings in the lakes of integrated monitoring in 1988-1990). s. 1-10.
ERKKINARO, J., NIEMELÄ, E. ja RASK, M.: Lapin happamoitumistutkimus - taimenen poikastutkimukset Lutto- ja Paatsjoen vesistöalueilla. (Acidification survey in Lapland - studies on brown trout (*Salmo trutta* L.) juveniles in Luttojoki and Paatsjoki river systems). s. 11-34.
JÄRVINEN, M., RASK, M., KUOPPAMÄKI, K., MAKKONEN, E., RUUHJÄRVI, J. ja ARVOLA, L.: Iso Valkjärven kalkituskokeen vesikemialliset ja biologiset tutkimukset. (Hydrochemical and biological studies of the liming experiment in Lake Iso Valkjärvi). s. 35-60.
VUORINEN, P., PEURANEN, S., VUORINEN, M. ja RASK, M.: Kalkituksen akuutit vaikutukset ahvenen ja pitkäaikaiset vaikutukset siian elintoimintoihin Isossa Valkjärven. (The Iso Valkjärvi liming experiment: acute effects on perch (*Perca fluviatilis* L.) and long-term effects on whitefish (*Coregonus lavaretus* L.)). s. 61-84.
RAITANIEMI, J., RASK, M., JÄRVINEN, A. ja NYBERG, K.: Kalakantojen kehitys Etelä-Suomen pienissä happamoituneissa järvissä kalkituksen jälkeisinä vuosina. (Observations on the development of fish populations in small acidified lakes in southern Finland during a few year's period after liming). s. 85-102.
LAPPALAINEN, A.: Suomalaisen suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen torjuntatoimenpiteisiin. (The attitudes towards emission control and liming of the acidified lakes in Finland). s. 103-126. Helsinki 1992.
- No. 55. **Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimintakertomus vuodelta 1991 (Report on the activities of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991).** 159 s. Helsinki 1992.
- No. 56. **Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät. Kalanviljely, vesiensuojelu ja valvonta (State fish culture conference, No. XIV. Fish culture, protection of waters and inspection).** 10.-11.4.1990, Soikkamo. Pursiainen, M. ja Rahkonen, R. (toim.). 121 s. Helsinki 1992.
- No. 57. **Valtion kalanviljelyn XV neuvottelupäivät. Tulosjohtaminen ja valtion kalanviljelyn tavoitteet. Kalanviljelyn rakenteet ja tekniikka (State fish culture conference, No. XV. Result oriented management and objectives of State fish culture. Constructions and techniques of fish culture).** 9.-10.4.1991, Pudasjärvi. H. Simola ja R. Rahkonen (toim.). 121 s. Helsinki 1992.
- No. 58. **RINTAMÄKI, P.:** Montan, Raasakan, Ossauskosken ja Keminmaan kalanviljelylaitosten kalalohiset ja -taudit vuosina 1984-1991 (Fish parasites and diseases at the fish farms of Montta, Raasakka, Ossauskoski and Keminmaa, Northern Finland, in 1984-1991). 44 s. Helsinki 1993.
- No. 59. **Valtion kalanviljelyn XVI neuvottelupäivät. Luonnonravintolammikkoviljely, uudet lajit ja rodunjalostus (State fish culture conference, No. XVI. Natural food pond culture, new fish species and selective breeding).** 1.-2.4.1992, Kuopio. R. Lavikainen ja R. Rahkonen (toim.). 103 s. Helsinki 1993.
- No. 60. **Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. Mädituotanto ja emokalojen viljely (State fish culture conference, No. XVII. Fish egg production and brood fish breeding).** 31.3.-1.4.1993, Tampere. K. Ruohonen ja J. Ruuhijärvi (toim.). 109 s. Helsinki 1993.

RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA-
FISKUNDERSÖKNINGAR**



SISÄLTÖ – INNEHÅLL – CONTENTS

Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. Mädintuotanto ja emokalojen viljely (State fish culture conference, No. XVII. Fish egg production and brood fish breeding) (Statens XVII fiskodlings konferens. Romproduktion och avelsfiskodling). 31.3.-1.4.1993, Tampere. K. Ruohonen ja J. Ruuhijärvi (toim.). 109 s.

**ISSN 0787-8478
Helsinki 1993
Yliopistopaino**