

Eija Kirjavainen

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 102

1995

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon
ja poikasten laatuun

Eija Kirjavainen

Helsinki 1995

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kansi: Ravun vastakuoriutuneita poikasia emon pyrstön alla (Kuva: Viljo Nylund)

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

ISBN 951-951-776-035-3

ISSN 0787-8478

OY EDITA AB, HELSINKI 1996

Eija Kirjavainen

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun

Tutkimusraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Tutkimuksessa selvitettiin haudontalämpötilan vaikutusta ravun (*Astacus astacus* L.) mädin kehittymiseen, poikastuottoon, emorapuihin ja poikasten laatuun selkäkilven pituuden, kuivapainon, vararavinnon määrän, kuntoindeksin ja kokonaisenergian osalta. Kokeessa haudottiin rapuja neljässä eri haudontalämpötilassa (22 °C, 20 °C, 18 °C, 16 °C) kiertovesisysteemissä. Tuloksia verrattiin normaalihaudottujen ryhmään, joilla poikaset kuoriutettiin luonnonlämpötiloihin tukeutuen ilman veden kierrätystä. Mädin kehittymisaika oli voimakkaasti riippuvainen haudontalämpötilasta. Mitä korkeampi haudontalämpötila oli, sitä nopeammas ajassa mäti kehittyi. Lisäksi toisen vaiheen poikasten kuoriutumiseen vaadittiin korkeassa lämpötilassa vähemmän päiväasteita kuin matalassa. Keskimääräinen tarve oli 1230 päiväastetta. 22 °C haudontalämpötila todettiin liian korkeaksi, sillä kaikki poikaset tuhoutuivat viimeistään ensimmäisen vaiheen poikasina. Emoa kohti laskettu poikastuotto lämpöhaudontakokeessa oli sitä suurempi mitä pienempi oli haudontalämpötila. Eniten poikasia saatiin normaalihaudotuilta emoilta: 60-72 poikasta emoa kohti. Veden voimakas kierrätys lämpöhaudonnassa on kuitenkin voinut vaikuttaa tuloksiin. Eri haudontaryhmissä syntyneiden toisen vaiheen poikasten selkäkilven pituudet vaihtelivat välillä 4,5-6,1 mm ja kuivapainot välillä 2,3-5,0 mg. Tutkimuksessa ei voitu osoittaa, että haudontalämpötila vaikuttaisi toisen vaiheen poikasten kokoon, kuntoon tai energiapitoisuuteen. Vararavinnon määrä vaihteli merkitsevästi eri haudontaryhmissä syntyneiden toisen vaiheen poikasten välillä ja oli sitä pienempi mitä kauemmin mäti oli ajallisesti emon pyrstön alla. Mädin kokonaisenergiapitoisuus vaihteli välillä 20,33-28,11 kJ/g (kp) ja toisen vaiheen poikasten välillä 22,03-25,53 kJ/g (kp).

Rapu, ravunviljely, lämpöhaudonta, vararavinto, kokonaisenergia, poikastuotto

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 102

951-776-035-3

0787-8478

27 s.

Suomi

50 MK

Julkinen

Painatuskeskus Oy

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Valtikka

PL 202

Annankatu 44

00151 Helsinki

00100 Helsinki

Puh. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570

Puh. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitut

Utgivningsdatum

December 1995

Författare

Eija Kirjavainen

*Publikationens namn***Kläckningstemperaturens inverkan på kräftans yngelproduktion och yngelkvalitet***Typ av publikation*

Rapport

*Uppdragsgivare**Datum för uppdragsgivandet**Projektnamn och -nummer**Referat*

I arbetet utreddes kläckningstemperaturens inverkan på kräftans (*Astacus astacus* L.) romutveckling, yngelproduktion, kvalitet hos moderkräftor och yngel samt på ryggsköldens längd, torrvikten, mängden reservnärning, konditionsindex och totalenergi. I försöktes kläcktes kräftor vid fyra olika temperaturer (22 °C, 20 °C, 18 °C, 16 °C) i ett cirkulerande vattensystem. Resultaten jämfördes med kräftor kläckta på normalt sätt då rommen kläcktes vid naturlig temperatur och utan cirkulation. Rommens utvecklingstakt var kraftigt beroende av kläckningstemperaturen. Ju högre temperatur, dess snabbare utveckling. I en hög temperatur krävdes också färre dygnsgrader för att åstadkomma den första skalömsningen hos ynglen. Det genomsnittliga behovet var 1230 dygnsgrader. 22 °C konstaterades vara en för hög temperatur, samtliga yngel dog senast under det första yngelstadiet. Yngelproduktionen per moderkräfta var större ju lägre kläckningstemperaturen var. Moderkräftor som kläckt rommen vid normal temperatur producerade flest yngel, 60-72 yngel per hona. Den kraftiga vattencirkulationen kan dock ha inverkat på resultaten. Ryggsköldens längd hos ynglen kläckta vid olika temperatur varierade mellan 4,5 och 6,1 mm och torrvikten mellan 2,3 och 5,0 mg. Kläckningstemperaturen kunde inte visas ha någon effekt på storlek, kondition och energiinnehåll hos yngel av andra stadiet. Reservnäringens mängd varierade signifikant mellan andra stadiets yngel kläckta vid olika temperaturer och var mindre ju längre tid rommen förvarats under moders stjärt. Rommens totalenergiinnehåll varierade mellan 20,33 och 28,11 kJ/g (kp) och energiinnehållet i andra stadiets yngel mellan 22,03 och 25,53 kJ/g (kp).

Nyckelord

kräfta, kräftodling, temperaturkläckning, reservnärning, totalenergi, yngelproduktion

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 102

ISBN

951-776-035-3

ISSN

0787-8478

Sidoantal

27 s.

Språk

Finska

Pris

50 MK

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Tryckericentralen Ab

Valtikka

Annegatan 44

00100 Helsingfors

Tel. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

PB 202

00151 Helsinki

Tel. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

December 1995

Author(s)

Eija Kirjavainen

Title of Publication

The Effects of Incubation Temperature on the Fry Production of Crayfish and the Quality of Fry

Type of Publication

Report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Abstract

The effects of incubation temperature on the development of crayfish (*Astacus astacus*) eggs, fry production, female crayfish, and the quality of fry were studied by measuring carapace length, dry weight, energy stores, the condition index, and total energy. The crayfish were incubated at four temperatures (22 °C, 20 °C, 18 °C, and 16 °C) using a recycled watering system. The results were compared with a group in normal incubation where the eggs hatched according to the natural temperature regime without the water recycling. Egg development was strongly dependent on incubation temperature: the higher the temperature the faster the egg development. As well, a lower number of day-degrees were needed for the hatching of second stage fry at a high temperature, the average being 1230 day-degrees. The incubation temperature of 22 °C was too high as no fry survived past the first larval stage. Fry production per female was higher the lower the incubation temperature. The highest yield of fry came from normally incubated females, 60 - 72 fry per parent crayfish. The intense recycling of water in the experimental incubation may have had an effect on results. The length of the carapace and the dry weight of second stage fry from different incubation groups varied between 4.5 - 6.1 mm, and 2.3 - 5.0 mg, respectively. The incubation temperature did not affect the size, condition index, or energy content of second stage fry in this study. The size of energy stores varied significantly between fry from different incubation temperature groups, being smaller when the eggs spent more time under the tale of the female. The total energy content of fry and second stage fry varied between 20.33 - 28.11, and 22.03 - 25.53 kJ/g (kp), respectively.

Key words

crayfish, crayfish production, temperature incubation, reserve energy, total energy, fry production

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 102

ISBN

951-776-035-3

ISSN

0787-8478

Pages

27 s.

Language

Finnish

Price

FIM 50

Confidentiality

Public

Distributed by

Painatuskeskus Oy
Valtikka
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland
Phone +358 0 566 0566 Fax +358 0 566 0570

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 202
FIN-00151 Helsinki, Finland
Phone +358 0 228 811 Fax +358 0 631 513

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
2. Aineisto ja menetelmät	2
2.1 Koerapujen alkuperä, parittelu ja talvehtiminen.....	2
2.2 Lähtötietojen keräys ja näytteenotto ennen haudontaa.....	3
2.3 Lämpöhaudonta.....	3
2.4 Normaalihaudonta	7
2.5 Emorapujen jälkiseuranta.....	8
2.6 Näytteiden käsittely ja analysointi	8
2.7 Tulosten laskeminen ja tilastollinen käsittely.....	9
3. Tulokset	9
3.1 Mädin kehittyminen ja poikastuotto.....	9
3.1.1 Mädin kehittyminen toisen vaiheen poikasiksi	9
3.1.2 Poikastuotto	11
3.2 Muut haudonnan kulkuun liittyvät tulokset	12
3.2.1 Emorapujen kuolleisuus	12
3.3 Haudontalämpötilan vaikutus toisen vaiheen poikasiin	13
3.3.1 Kuivapaino.....	13
3.3.2 Selkäkilven pituus	14
3.3.3 Kuntoindeksi.....	16
3.3.4 Vararavinto.....	16
3.3.5 Kokonaisenergia	17
3.4 Emorapujen jälkiseuranta.....	19
4. Tulosten tarkastelu.....	20
4.1 Mädin kehittymien ja poikastuotto.....	20
4.1.1 Mädin kehittyminen toisen vaiheen poikasiksi.....	20
4.1.2 Poikastuotto	21
4.2 Emorapujen sekä poikasten kuolleisuus haudonnan aikana.....	22
4.3 Haudontalämpötilan vaikutus toisen vaiheen poikasiin	23
4.3.1 Kuivapaino ja selkäkilven pituus	23
4.3.2 Kuntoindeksi.....	23
4.3.3 Vararavinto.....	23
4.3.4 Kokonaisenergia	23
4.4 Emorapujen jälkiseuranta.....	24
Kiitokset	24
Kirjallisuusviitteet	25

1. JOHDANTO

Vielä viime vuosisadan loppupuolella Suomi oli Euroopan suurin ravunviejä. Rapuja (*Astacus astacus* L.) vietiin Suomesta ulkomaille parhaina vuosina jopa 15 miljoonaa kappaletta. Vientikaupan tyrehtytti kuitenkin rapuruttosieni, joka levisi 1900-luvun alussa Etelä-Suomen tärkeimpiin rapuvesiin tuhoten näiden rapukannat. Myöhemmin rapuruton ohella rapukantoja ovat harventaneet myös vesien rakentaminen ja pilaantuminen. Tällä hetkellä Suomen rapusaalis on n. 3 miljoonaa rapua vuodessa (Leinonen ym. 1989), mutta rapujen vienti on tyrehtynyt täysin ja on jouduttu turvautumaan rapujen tuontiin kotimaisen kysynnän tyydyttämiseksi.

Suomen vesistöjen potentiaalinen ravuntuotantokyky on vieläkin suuri runsaiden sisävesien ansiosta. Tuotannon lisääminen helpottui, kun vuonna 1983 astui voimaan kalastuslainsäädäntö, joka mahdollisti kalavesien hoitomaksuvarojen käyttämisen myös raputalouden edistämiseen. Viime vuosina onkin useassa eri läänissä ollut rapukantojen elvyttämisprojekteja mm. Hämeessä, Mikkelissä, Keski-Suomessa, Kuopiossa, Pohjois-Karjalassa ja Oulussa. Rapukantojen elvyttämiseen tarvittavan poikasmateriaalin saamiseksi ovat ravunpoikasviljelyä kehittäneet mm. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen alainen Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos sekä Kuopion ja Jyväskylän yliopistot.

Ravunviljelyn kehittäminen alkoi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella 1960-luvun lopulla, kun ensimmäiset täpläravut (*Pacifastacus leniusculus*) tuotiin Suomeen. Viljelykokeita jatkettiin Karkkilan Kalakasvatustutkimuslaitoksella, Laukaan keskuskalanviljelylaitoksella sekä Evon ja Porlan kalanviljelylaitoksilla 1970-luvulla. Tutkimustoiminnan päämääränä oli kehittää sopivia menetelmiä Poikastuotannon turvaamiseksi maassamme (Kirjavainen ja Westman 1991). Evolla poikasia tuotettiin aluksi pelkästään luonnonlämpötiloihin tukeutuen, mutta viime vuosina on alettu hyödyntää kalanviljelijöiden suosiamaa lämpöhaudontaa. Tarkemmin Evon kalanviljelylaitoksella käytössä olevat viljelymenetelmät ovat kuvanneet Pursiainen ym. (1987).

Luonnon lämpötiloissa ravunpoikaset kuoriutuvat Evolla yleensä vasta heinäkuun ensimmäisellä tai toisella viikolla. Kylminä kesinä on kuoriutuminen voinut siirtyä heinäkuun lopulle tai jopa elokuun alkuun. Poikasten kasvukausi jää näin ollen vain 1,5-2,5 kuukauden pituiseksi. Lämpöhaudonnan avulla voidaan kasvukautta kuitenkin pidentää 1,5-2 kuukautta siirtämällä emot tai emosta irroitettut mätimunat kevättalvella hautomoon lämmitettyyn veteen (Tulonen ja Pursiainen 1987). Isommilla ravunpoikasistukkailla on luonnossa todennäköisesti paremmat elinmahdollisuudet kuin pienillä poikasilla, jonka vuoksi niistä myös maksetaan viljelijälle paremmin. Lisäksi lämpöhaudonnan avulla voidaan poikasten syntymä ajoittaa tilanteeseen, jolloin niiden jatkokasvatustalot ovat valmiina.

Tämän työn tavoitteena oli tutkia lämpötilan vaikutusta ravun (*Astacus astacus* L.) poikastuottoon sekä kehittää lämpöhaudontamenetelmiä. Tulosten perusteella pyrittiin löytämään ravulle soveltuvat haudontalämpötilat sekä selvittämään käytetyn haudontalämpötilan merkitystä syntyneiden poikasten laatuun ja määrään. Poikasten laatua pyrittiin kuvaamaan selkäkilven pituuden, kuivapainon, vararavinnon määrän, kuntoindeksin sekä kokonaisenergian avulla. Työn eräänä tavoitteena oli myös selvittää, vaikuttaako lämpöhaudonta emorapujen seuraavan vuoden lisääntymisvalmiuteen.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Koerapujen alkuperä, parittelu ja talvehtiminen

Kaikki tutkimuksessa käytetyt emoravut pyydettiin erästä Evon kalastuskoeaseman ja kalanviljelylaitoksen koejärvestä syksyllä vuonna 1988. Lämpöhaudontakokeeseen varatut ravut talvehtivat Porraskosken kalanviljelylaitoksella pohjapinta-alaltaan 7 m² lasikuitualtaissa, joihin oli sijoitettu runsaasti suojapaikkoja. Normaalihaudontaan varatut ravut talvehtivat Evon kalastuskoeaseman ja kalanviljelylaitoksen 100 m² suuruisissa emorapulammikoissa, jotka ovat kivetyllä pohjalla varustettuja maalammi-koita (kts. Pursiainen ja Järvenpää 1981).

Molempien haudontakokeiden ravut saivat syksyllä paritella talvehtimispaikoissaan. Koska yksi koiras voi paritella usean (2-5) eri rapunaaraan kanssa (Hessen ym. 1987a), oli koiraiden ja naaraiden välinen suhde altaissa ja lammikoissa paritteluaikana 1/3 eli yhtä koirasta kohden oli kolme naarasta. Parittelun jälkeen koiraat poistettiin lämpöhaudontaa varten varattujen rapujen lasikuitualtaista. Ne jätettiin kuitenkin normaalihaudontaan varattujen emorapujen maalammi-koihin.

Emorapuja ruokittiin särjillä ja porkkanan paloilla talvehtimisen aikana sekä maalammi-koissa että lasikuitualtaissa. Veden keskilämpötila marraskuun alusta maaliskuun loppuun oli Evolla 0,7 °C ja Porraskoskella 1,7 °C. Veden laatu talvehtimisen aikana ilmenee taulukosta 1.

Taulukko 1. Veden laatu talvehtimisen aikana Porraskosken kalanviljelylaitoksen sekä Evon kalanviljelylaitoksen tulovedessä.

Analyysi	Porraskoski (24.10.1988)	Evo (5.10.1988)
pH	6,5	6,4
Väri mg Pt/l	40	200
Johtokyky uS	47	46,8
CODMn mg/l	7,4	25,0
Hapon kulutus mmol/l	0,21	0,22
Kokonaiskovuus, dH	1,1	1,3
Ca-kovuus dH		0,90
Fe ug/l	256	924
Ca ²⁺ mmol/l	0,11	0,16
Ca ²⁺ +Mg ²⁺ mmol/l	0,17	0,24

Haudontakokeeseen valittiin ainoastaan sellaisia rapuja, joiden mädistä oli jäljellä vähintään 70 % mahdollisesta maksimimäärästä. Lisäksi valittiin tasakokoisia emoja, koska mätimunien määrä on selvästi riippuvainen emoravun pituudesta (Abrahamsson 1972, Lindqvist ja Lahti 1983).

2.2 Lähtötietojen keräys ja näytteenotto ennen haudontaa

Ennen haudonnan aloittamista kaikki kokeessa käytetyt ravut merkittiin sprii-liukoisella huopakynällä kukin omalla numerolla. Merkin jälkeen mitattiin työntötulkilla 1 mm tarkkuudella jokaisen ravun selkäkilven pituus, joka on likimain puolet ravun kokonaispituudesta (Lindqvist ja Lahti 1983). Lisäksi ravut punnittiin 10 mg:n tarkkuudella ja niiden saksivauriot kirjattiin ylös.

Lähtötietojen keräyksen yhteydessä kultakin naaraalta irrotettiin pinseteillä varovasti yksi mätimuna, joka säilöttiin 1 % formaliini-liuokseen ja pakastettiin -20°C :een lämpötilaan odottamaan jatkokäsittelyä.

2.3 Lämpöhaudonta

Lämpöhaudontakoe aloitettiin 7.4.1989. Siinä emorapuja haudottiin neljässä eri lämpötilassa (22°C , 20°C , 18°C , 16°C). Eri haudontalämpötiloihin sijoitettiin kokeen alussa 57 emoa, joista oli tarkoitus muodostaa kolme eri 19 ravun vertailuryhmää. Rapuja kuitenkin kuoli kokeen alussa sen verran, että ryhmien koot vaihtelivat 18 ravusta 14 rapuun. Ravut oli jaettu eri lämpötiloihin ja vertailuryhmiin satunnaislukutaulukon avulla.

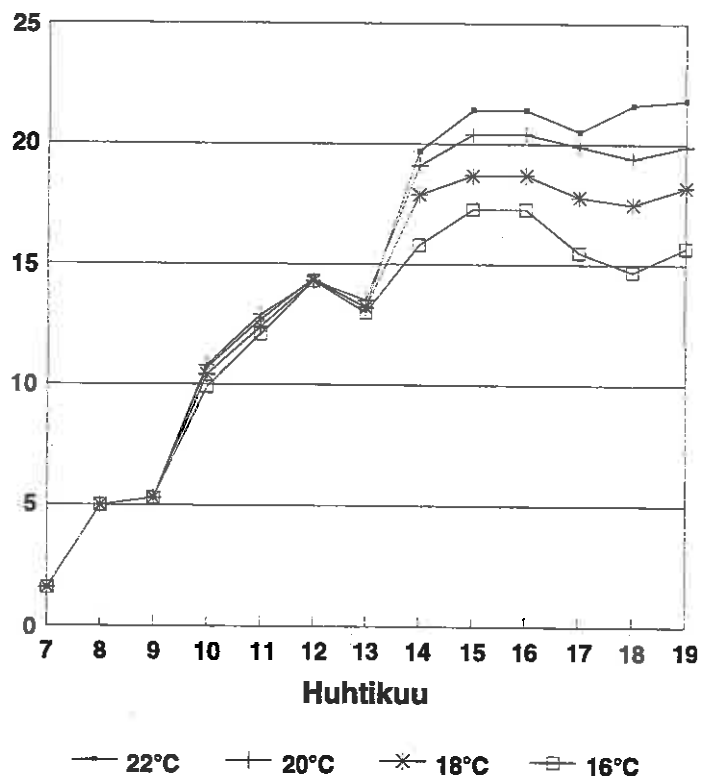
Kokeen alussa eri koelämpötilojen emoravut saivat olla vapaasti omassa altaassaan kaikki kolme vertailuryhmää sekaisin ja niitä ruokittiin hieman särjillä ja porkkanoilla. Altaissa oli tällöin muovisia salaojaputkia suojapaikkoina. Kun emorapujen mädille oli kussakin ryhmässä kertynyt n. 850 päiväastetta, vaihdettiin kunkin koelämpötilan altaan tilalle samanlainen väliseinällinen allas, jossa ravut jaettiin kolmeen vertailuryhmään. Altaan vaihdon yhteydessä emot myös suljettiin kukin omaan salaojaputkeensa minkkiverkon avulla (ks. Pursiainen ja Saarela 1985). Vangitsemisella estettiin rapuja syömästä omia sekä toistensa poikasiasia. Vangitsemisen jälkeen ei koerapuja enää ruokittu.

Emorapujen mädille oli ennen varsinaisen lämpöhaudonnan alkua ehtinyt kertyä 307 päiväastetta. Päiväasteiden laskenta aloitettiin marraskuun alusta. Lämpöhaudontakokeen emorapujen lähtötiedot ryhmittäin on esitetty taulukossa 2.

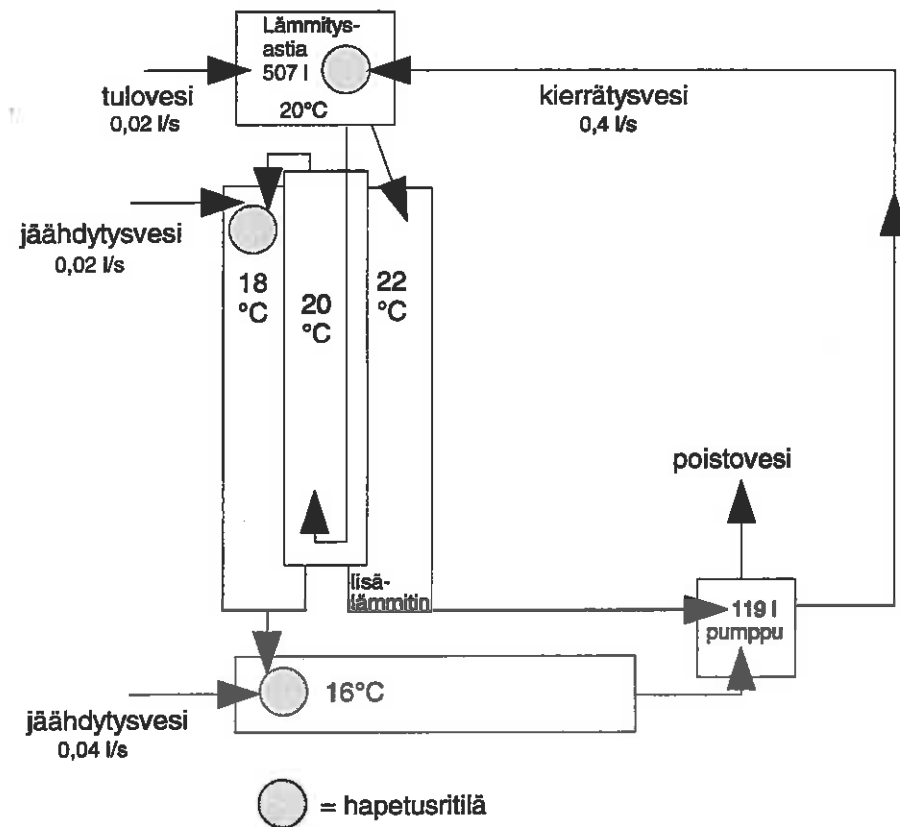
Haudonnan alussa lämpötiloja nostettiin hitaasti kuvan 1 osoittamalla tavalla, kunnes kukin koelämpötila saatiin asettumaan kohdalleen $0,5^{\circ}\text{C}$:een tarkkuudella. Joesta tuleva vesi lämmitettiin 20°C lämpötilaan erillisessä 500 l:n muovisäiliössä, jossa oli termostaatin ohjaama 5 kW tehoinen sähkövastus. Säiliöstä vesi johdettiin 20°C :n koeryhmille sekä 22°C :ssa haudottavien ryhmille, joiden lämpötila nostettiin 22°C :seen erillisen termotoidun 1 kW tehoisen Termomix-lämmittimen avulla. 20°C :ssa haudottujen emorapujen poistovesi johdettiin 18°C :ssa haudottavien ryhmälle, joka sai jäähdytysvettä joesta tarvittavan 18°C :een saavuttamiseksi. 18°C :ssa haudottujen altaasta vesi siirtyi vielä 16°C :ssa haudottaville, jotka saivat jäähdytysvettä myös joesta. Sekä 22°C :ssa haudottujen poistovesi että 20°C , 18°C ja 16°C -haudontaryhmien altaat läpikäynyt poistovesi siirtyivät 120 l säiliöön, josta suurin osa vedestä pumpattiin takaisin lämmityspöytäntöön. Tarkemmin koejärjestelyt on esitetty kuvissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Lämpöhaudontakokeessa käytettyjen emorapujen selkäkilpien pituudet ($\bar{x} \pm \text{S.D.}$) sekä rapujen painot ennen haudontaa ($\bar{x} \pm \text{S.D.}$).

Ryhmä	Selkäkilven pituus (mm)		Paino ennen haudontaa (g)		
	$\bar{X}$	$\pm \text{SD}$	$\bar{X}$	$\pm \text{SD}$	n
22 °C I	41,13	$\pm 2,66$	19,391	$\pm 3,747$	19
22 °C II	41,94	$\pm 2,65$	20,473	$\pm 3,849$	19
22 °C III	41,47	$\pm 3,42$	20,613	$\pm 5,252$	19
20 °C I	42,33	$\pm 2,25$	21,257	$\pm 4,085$	19
20 °C II	41,59	$\pm 2,40$	20,214	$\pm 3,804$	19
20 °C III	40,63	$\pm 2,94$	19,283	$\pm 4,154$	19
18 °C I	41,59	$\pm 3,08$	19,452	$\pm 4,707$	19
18 °C II	41,41	$\pm 3,14$	19,504	$\pm 4,158$	19
18 °C III	41,24	$\pm 2,93$	19,291	$\pm 4,159$	19
16 °C I	42,06	$\pm 4,07$	20,919	$\pm 5,618$	19
16 °C II	40,79	$\pm 1,76$	19,125	$\pm 3,241$	19
16 °C III	41,07	$\pm 2,84$	19,403	$\pm 4,565$	19



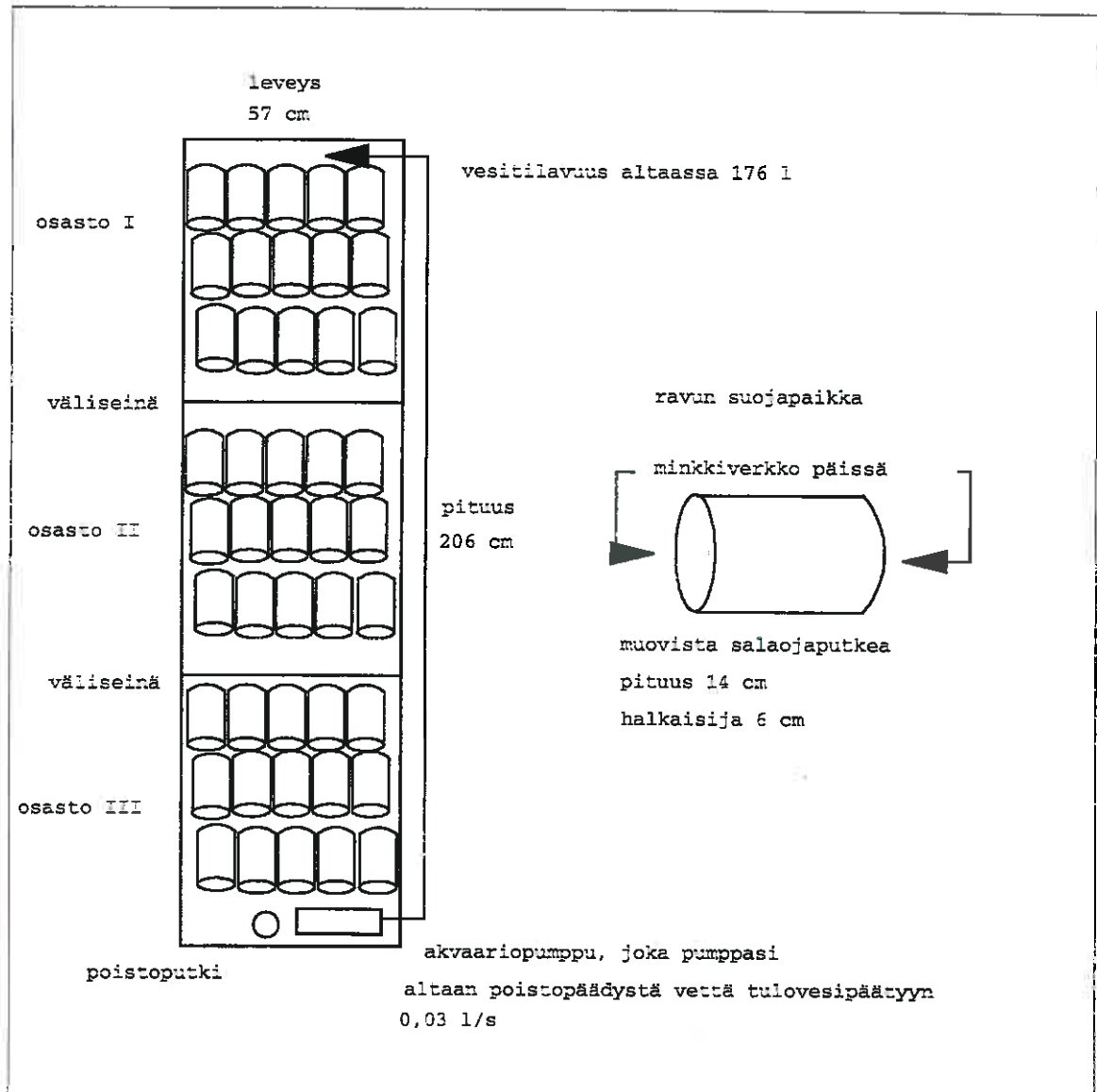
Kuva 1. Haudontalämpötilojen nosto lämpöhaudontakokeen alussa.



Kuva 2. Haudonta-altaiden sijainti ja koejärjestelyt lämpöhaudontakokeessa.

Systeemiin tuli uutta vettä n. 17 % ja vesi vaihtui siinä noin 5 kertaa vuorokaudessa. Järviveden lämpötilan kohottua yli 12 °C vaihdettiin jäähdytysvedeksi kaivovesi.

Kunkin eri haudontalämpötilan altaassa oli akvaariopumppu, joka pumppasi altaan poistopäädystä vettä 0,03 l/s altaan tulovesi päätyyn. Tällä järjestelyllä saatiin altaan koko vesi tasaisesti vaadittuun lämpötilaan. Asian varmistamiseksi olivat kaikki altaat vielä peitetty styrox-levyillä.



Kuva 3. Koejärjestelyt altaissa lämpöhaudontakokeessa.

Veden happipitoisuus haudonnan aikana vaihteli välillä 7-11 mg/l ja pH arvo välillä 6,5 -7,0.

Poikasten kuoriuduttua kuolleiden ja irronneiden ensimmäisen vaiheen poikasten lukumäärät sekä kuolleiden ja elävien toisen vaiheen poikasten lukumäärät merkittiin ylös. Syntyneistä toisen vaiheen poikasista otettiin viidenkymmenen ravun näyte kustakin ryhmästä eli kolme näytettä lämpötilaa kohden pituus-, paino-, vararavinto- ja kokonaisenergiämääryksiä varten. Nämä näytteet säilöttiin 1 % formaliini-liuokseen ja pakastettiin -20 °C lämpötilaan. 22 °C-ryhmiltä ei tällaisia näytteitä kuitenkaan saatu, koska ryhmiin ei syntynyt yhtään toisen vaiheen poikasta. Kokonaisenergiämääryksiä varten 22 °C-ryhmiltä poimittiin haudonnan lopussa kuolleita mätimunia.

2.4 Normaalihaudonta

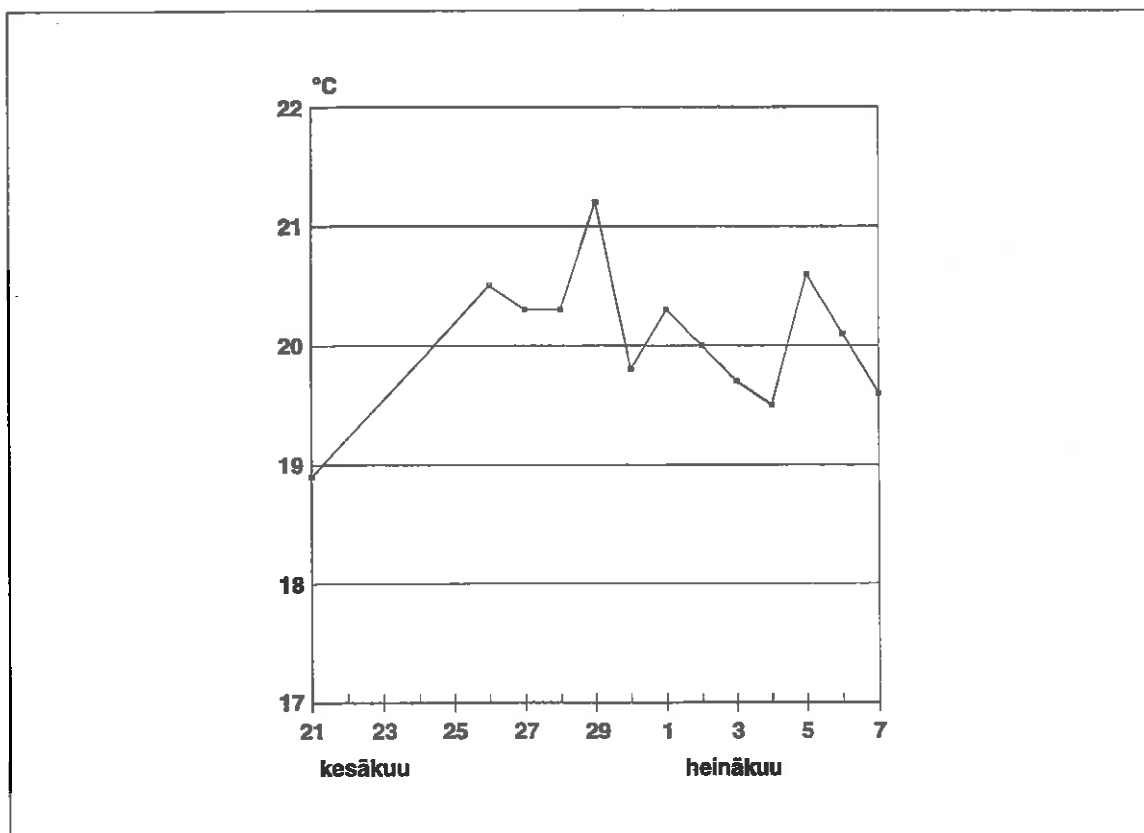
Normaalihaudontaa varten varatut emoravut kerättiin emorapulammikosta 19.06.1989 ja ne lajiteltiin satunnaislukutaulukon avulla kolmeen 19 ravun ryhmään. Emoravut sijoitettiin heti haudonnan alussa väliseinälliseen altaaseen. Muutoin haudontamenettely ja aineiston keräys ei eronnut lämpöhaudonnasta kuin kierrätyksen suhteen, sillä altaan läpi kulkenut vesi meni välittömästi viemäriin ilman uudelleen kierrätystä.

Normaalihaudonnassa käytettyjen emorapujen lähtötiedot on esitetty taulukossa 3. Ennen haudontakokeen alkua oli emorapujen mädille ehtinyt kertyä 864 päiväastetta. Niiden laskenta oli aloitettu marraskuun alussa. Haudonnan aikaiset lämpötilat on esitetty kuvassa 4.

Taulukko 3. Normaalihaudonnassa käytettyjen emorapujen selkäkilpien pituudet ($\bar{x} \pm S.D.$) ja painot ennen haudontaa ($\bar{x} \pm S.D.$).

Ryhmä	Selkäkilven pituus (mm)		Paino ennen haudontaa (g)		
	X	$\pm S.D.$	X	$\pm S.D.$	N
I	44,22	$\pm 3,32$	23,370	$\pm 5,282$	19
II	44,74	$\pm 3,26$	23,316	$\pm 5,123$	19
III	44,74	$\pm 2,23$	23,516	$\pm 4,523$	19

Veden happipitoisuus haudonnan aikana vaihteli vähillä 7-8 mg/l ja pH arvo välillä 6-7.



Kuva 4. Lämpötilan kehitys normaalihaudonnan aikana.

2.5 Emorapujen jälkiseuranta

Haudonnan jälkeen maalamikkoon Evolla palautettujen lämpöhaudottujen emorapujen limarauhasien esiintyminen tarkastettiin syyskuun puolivälissä. Normaalihaudotut emot oli palautettu eri lammikkoon ja muista tutkimuksista ja työvoimapulasta johtuen ei niiden limarauhasia voitu tutkia samoin kuin lämpöhaudottujen.

Limarauhaset osoittavat naaraan valmistautuvan lisääntymään ja ne näkyvät noin kuu-kautta ennen parittelua pyrstön alapuolella kilpien reunoilla kulkevinä poikittaisina vaa-leina jousteina. Limarauhasien eritteiden avulla mätimunat aikanaan kiinnittyvät pyrstöjal-koihin (Westman ja Nylund 1985).

2.6 Näytteiden käsittely ja analysointi

Säilötty poikasnäytteet käsiteltiin ja analysoitiin Helsingin yliopiston Lammin biologi-sella asemalla. Sulatetuista näytteistä mitattiin ensimmäiseksi poikasten selkakilpien pi-tuudet vertailuryhmittäin. Käytetty mittaustarkkuus oli 100 µm. Pituusmittaukset tehtiin stereomikroskoopilla (Wild Heerbrug M4a). Pituusmittauksen yhteydessä kultakin toisen vaiheen poikaselta määritettiin vararavinnon määrä silmämääräisesti asteikolla 0-10, jos-sa nolla-tilanteessa poikasella ei ollut lainkaan vararavintoa ja arvo 10 vastasi vararavin-non maksimimäärää. Vararavinto sijaitsee selkakilven alla munuaisten muotoisena kah-dessa osassa ja on selvästi nähtävissä tumman ruskean värinsä ansiosta.

Mittauksen jälkeen ravunpoikasia kuivattiin vuorokausi lämpökaapissa 60 °C:n lämpöti-lassa. Kuivatuksen jälkeen kultakin ravulta mitattiin kuivapaino 100 µg tarkkuudella (Mettler AC 100 vaa'alla). Myös ennen haudontaa kerätyt mätimunänäytteet kuivattiin lämpökaapissa.

Kokonaisenergiämääritykset tehtiin orgaanisen hiilen pitoisuuden avulla. Kokonaisener-gia voidaan mitata orgaanisen hiilen avulla käyttämällä muuntokertoimenä 46 kJ/g (Sa-lonen ym. 1976). Finlay ja Uhling (1981) ovat esittäneet muuntokertoimen arvoksi 46 kJ/g tai 45 kJ/g. Platt ja Irwin (1973) ovat todenneet orgaanisen hiilen kuvaavan koko-naisenergiaa paremmin kuin tuhkaton kuivapaino. Orgaanisen hiilen käyttöä kokonaise-nergian mittana puoltaa myös se, että sen avulla pystytään analysoimaan hyvin pienien näytteiden kokonaisenergioita (Finlay ja Uhling 1981).

Kuivatuksen jälkeen poikaset homogenoitiin pienellä morttelilla yhdeksi näytteeksi ryh-mittäin kokonaisenergian määrittystä varten. Samoin kunkin vertailuryhmän mätimunat (50 kpl), jotka oli poimittu ennen haudontaa, jauhettiin yhtenäiseksi hienoksi massaksi. 22 °C lämpötilassa haudotuilta emoilta ei saatu yhtään toisen vaiheen poikasta, joten niiltä jouduttiin analysoimaan poikasten sijasta haudonnan lopussa emojen pyrstöjen alle kuol-leita mätimunia. Näitä oli poimittu 50 kpl kustakin 22 °C lämpötilassa haudotulta emo-rapuryhmältä. Hienonnuksen jälkeen oli jäljellä 15 mätimunänäytettä, kolme näytettä kuolleista mätimunista sekä 12 poikasnäytettä. Kunkin lämpötilan kolmesta eri vertailu-ryhmästä oli siis oma näytteensä kuvaamassa tilannetta ennen haudontaa sekä haudonnan jälkeen.

Kokonaisenergiapitoisuus määritettiin jokaisesta näytteestä viitenä rinnakkaisena analyysi-nä. Orgaanisen hiilen määrä näytteissä saatiin selville vähentämällä kokonaishiilipitoi-suudesta epäorgaanisen hiilen pitoisuus. Kokonaishiili määritettiin kuivatusta näytteistä hiilianalyysaattorilla (Unicarb), joka oli kalibroitu oksaalihapolla ja kalsiumkarbonaatilla. Epäorgaaninen hiili määritettiin tuhkanäytteistä, jotka oli saatu pitämällä kuivatusta näyt-teistä otettuja osanäytteitä muffeliuunissa 500 °C lämpötilassa 12 tuntia. Tuhkanäytteitä poltettiin 950 °C:n lämpötilassa ja polton seurauksena näytteistä vapautunut hiilidioksidi määritettiin kaasuanalyysaattorilla (Hartman ja Braun, Uras 2).

2.7 Tulosten laskeminen ja tilastollinen käsittely

Toisen vaiheen poikasten ja mätimunien massoista määritetyistä hiilen pitoisuuksista laskettiin keskiarvo kutakin näytettä kohti ja saatu tulos kerrottiin 46:lla kokonaisenergiapitoisuuden selvittämiseksi (Salonen ym. 1976). Koska yhtä lämpötilaa kohden oli käytössä vain kolme rinnakkaista tulosta, ei tuloksia testattu tilastollisesti.

Selkäkilven pituuden ja kuivapainon avulla toisen vaiheen poikasille laskettiin kuntoindeksi. Laskennassa käytettiin kaavaa $k = W/L^b$, jossa k =kuntoindeksi, W = kuivapaino, L = selkäkilven pituus ja $b = 3$. b :n lukuarvo kolme vastaa tilannetta, jossa pituus-painosuhteen kuvaaja on lineaarinen (Lindqvist ja Lahti 1983).

Tukeyn yksisuuntaisella varianssianalyysitestillä selvitettiin, onko haudontalämpötilalla merkitystä syntyneiden toisen vaiheen poikasten kuivapainoihin, selkäkilpien pituuksiin, vararavinnon määrään tai kuntoindeksiin. Yhtä haudontalämpötilaa kohti oli tiedossa 150 toisen vaiheen poikasen tiedot em. muuttujien osalta.

Päiväasteiden laskennassa käytettiin kunkin päivän aamu- ja iltapäivälämpötilojen keskiarvoa kuvaamaan kyseisen vuorokauden haudontalämpötilaa.

Eri haudontalämpötilojen sisäisissä vertailuryhmissä oli 14–18 emorapua, jotka laskivat syntyneet toisen vaiheen poikaset haudontakaukalon pohjalle samaan tilaan. Tästä syystä emorapujen poikastuotantoa selvitettäessä on poikastuotanto emoa kohti laskettu käyttäen apuna sitä emomäärää, joka oli elossa haudonnan lopussa. Koska kustakin lämpötilasta oli kolme vertailuryhmää, saatiin näitä tunnuslukuja kolme eri koelämpötilaa kohden.

3. TULOKSET

3.1 Mädin kehittyminen ja poikastuotto

3.1.1 Mädin kehittyminen toisen vaiheen poikasiksi

Ensimmäiset ensimmäisen vaiheen poikaset kuoriutuivat 15.5.1989 22 °C:ssa haudotuille emoravuille. Nämä muutamit poikaset sekä kaikkien 22 °C:ssa haudottujen emojen mäti kuolivat kuitenkin, kun haudontaryhmälle oli kertynyt kaikkiaan 1060 päiväastetta (d).

Muilla haudontaryhmillä ensimmäisen vaiheen poikasia kuoriutui, kun päiväasteita oli kertynyt 1051–1212. Eniten päiväasteita vaati 16 °C-haudontaryhmä ja vähiten normaalihaudotut emot (taulukko 4).

Kaikissa kolmessa lämpöhaudotussa ryhmässä, jossa toisen vaiheen poikasia syntyi, ensimmäisen vaiheen poikasten kehittyminen toisen vaiheen poikasiksi kesti seitsemän vuorokautta. Tästä syystä tämä kehitysvaihe vaati päiväasteita eniten 20 °C-haudontaryhmässä (135 d) ja vähiten (112 d) 16 °C-haudontaryhmässä. Normaalihaudotuilla tämä kehittyminen kesti kuusi vuorokautta ja tarvitsi toteutuakseen 120 d (taulukko 4).

Toisen vaiheen poikasten syntyessä oli vaadittu päiväastekertymä pienin normaalihaudottujen emojen poikasilla ja suurin 16 °C:ssa haudotuilla poikasilla (taulukko 4). Keskimääräinen päiväastekertymä, joka toisen vaiheen poikasten ilmaantumiseen vaadittiin, oli 1230.

Taulukko 4. Ensimmäisen vaiheen- ja toisen vaiheen poikasten ilmaantumiseen vaaditut päiväastekertymät sekä ensimmäisen vaiheen poikasta toisen vaiheen poikaseksi muuttumisen vaatima päiväastekertymä ja aika vuorokausissa eri haudontalämpötiloissa.

Haudontaryhmä	vaadittu d°-kertymä ensim. vaiheen poikasil- le	vaadittu d°-kertymä toisen vaiheen poikasil- le	kehitysaika esim. vaiheen poikasen muuttuessa toisen vaiheen poikaseksi, vrk	vaadittu d-kertymä ensim. vaiheen poikasen muuttuessa toisen vaiheen poikaseksi
22°C	1062	-	-	-
20°C	1063	1198	7	135
18°C	1120	1244	7	123
16°C	1212	1324	7	112
Norm. haudotut	1051	1171	6	120

Lämpöhaudonnassa haudontaprosessi kesti pisimmillään 111 vuorokautta 16 °C-haudontaryhmässä. Haudonta-ajaksi katsottiin se aika, jolloin veden lämmitys aloitettiin. Normaalihaudotuilla aika, jonka emot olivat lasikuitualtaissa oli 21 vuorokautta. Normaalihaudottujen ensimmäiset toisen vaiheen poikaset syntyivät kuitenkin vasta 5.7, kun 16 °C:ssa haudottujen emojen toisen vaiheen poikasia alkoi syntyä jo 14.6. Haudonnan kesto sisätiloissa eri lämpötiloissa sekä aika, kuinka kauan toisen vaiheen-poikasten kuoriutumista kesti eri lämpötiloissa ja niiden sisäisissä vertailuryhmissä on esitetty taulukossa 5. Lisäksi taulukosta ilmenee, milloin toisen vaiheen poikasten syntymä alkoi eri haudontalämpötiloissa.

Taulukko 5. Haudonnan kesto sisätiloissa ajallisesti (vrk) eri haudontalämpötiloissa sekä ajanjakso (vrk), jolloin toisen vaiheen kuoriutumista tapahtui ja päivämäärä, jolloin ensimmäiset toisen vaiheen poikaset syntyivät.

Haudontaryhmä	haudonnan kesto* vrk	toisen vaiheen poikasten ilmestyminen, pvm	ajanjakso (vrk), jolloin toisen vaiheen poikasia kuoriutui
22°C I	47	-	-
22°C II			-
22°C III			-
20°C I	85	25.5	6
20°C II			4
20°C III			5
18°C I	93	1.6	7
18°C II			7
18°C III			7
16°C I	111	14.6	9
16°C II			13
16°C III			13
Normaalihaudotut I	21	5.7	6
Normaalihaudotut II			5
Normaalihaudotut III			6

* Sisätiloissa lasikuitualtaissa aika, jolloin lämpötila oli nostovaiheessa tai tutkimuslämpötilaan asetettuna.

3.1.2 Poikastuotto

Emoa kohti laskettu toisen vaiheen poikasten määrä vaihteli eri haudontaryhmissä 9 poikasta 72 poikaseen (taulukko 6). Lukuunottamatta 22 °C:ssa haudottuja emoja saatiin toisen vaiheen poikasia vähiten 20 °C -haudontaryhmien emoilta ja eniten normaalihaudotuilta emoilta.

22 °C:ssa haudotuilta emoravuilta ei syntynyt yhtään toisen vaiheen poikasta, vaan kaikki poikaset kuolivat joko mätinä tai viimeistään ensimmäisen vaiheen poikasina.

Taulukko 6. Toisen vaiheen poikasten määrät (kpl) emoa kohti laskettuna eri haudontaryhmissä.

Haudontaryhmä	syntyneet toisen vaiheen poikaset, kpl/emo
22°C I	0
22°C II	0
22°C III	0
20°C I	18
20°C II	16
20°C III	9
18°C I	39
18°C II	38
18°C III	28
16°C I	50
16°C II	67
16°C III	55
normaalihaudotut I	60
normaalihaudotut II	72
normaalihaudotut III	67

3.2 Muut haudonnan kulkuun liittyvät tulokset

3.2.1 Emorapujen kuolleisuus

Jokaiseen haudontalämpötilaan sijoitettiin kokeen alussa 57 emorapua. Nämä emoravat jaettiin myöhemmin kolmeen eri haudontaryhmän sisäiseen vertailuryhmään. Ennen vertailuryhmiin jakoa oli rapuja kuollut sekä käsittelyvirheisiin että muihin tuntemattomiin syihin. Rapuja pääsi myös jonkin verran karkuun aivan kokeen alkuaikoina.

Emorapujen kuolleisuus keskittyi haudonnan alkuaikoihin, sillä kaikkiaan 18 emoa kuoli ennen väliseinien laittoa ennen kuin 850 päiväastetta oli tullut täyteen ja vain 5 tämän jälkeen. Emorapujen kuolleisuus eri haudontaryhmissä ilmenee taulukosta 7.

Taulukko 7. Emorapujen kuolleisuus eri haudontaryhmissä ennen vertailuryhmiin jakoa (väliseinät altaisiin) sekä tämän jaon jälkeen.

Haudontaryhmä	kuolleita emoja ennen vertailuryhmiin jakoa, kpl	kuolleita emoja eri vertailuryhmissä jaon jälkeen, kpl	huomautuksia
22°C I	4	0	5 rapua kuollut käsittelyvirheeseen ennen vert. ryhmiin jakoa
22°C II		0	
22°C III		1	
20°C I	3	0	
20°C II		0	
20°C III		2	
18°C I	6	0	
18°C II		0	
18°C III		0	
16°C I	5	0	6 rapua karkasi haudonnan alussa
16°C II		1	
16°C III		0	
Normaalihaudotut I	0	1	
Normaalihaudotut II		0	
Normaalihaudotut III		0	

Eniten kuolleita ja haudontakaukalon pohjalle pudonneita ensimmäisen vaiheen poikasia löytyi 18 °C -haudontaryhmiltä ja vähiten 16 °C -haudontaryhmältä. Eniten toisen vaiheen poikasten kuolleisuutta ilmeni 22 °C:ssa haudotuilla emoilla. Tarkemmat poikasten kuolleisuustiedot ilmenevät taulukosta 8.

Taulukko 8. Kuolleiden haudontakaukaloiden pohjalta löytyneiden ensimmäisen vaiheen- ja toisen vaiheen poikasten lukumäärät eri haudontaryhmissä sekä poikasten kuolleisuus prosenteissa syntyneiden ja kuolleiden poikasten yhteislukumäärästä.

Haudontaryhmä	ensim. vaiheen poikasten kuolleisuus, kpl	toisen vaiheen poikasten kuolleisuus, kpl	ensimmäisen ja toisen vaiheen poikasten kuolleisuus %:ssa
22°C I	–	–	100
22°C II	–	–	
22°C III	–	–	
20°C I	122	20	91
20°C II	131	11	
20°C III	114	17	
18°C I	132	11	84
18°C II	211	5	
18°C III	180	7	
16°C I	32	14	42
16°C II	29	5	
16°C III	37	9	
Normaalihaudonta I	32	16	49
Normaalihaudonta II	60	13	
Normaalihaudonta III	54	13	

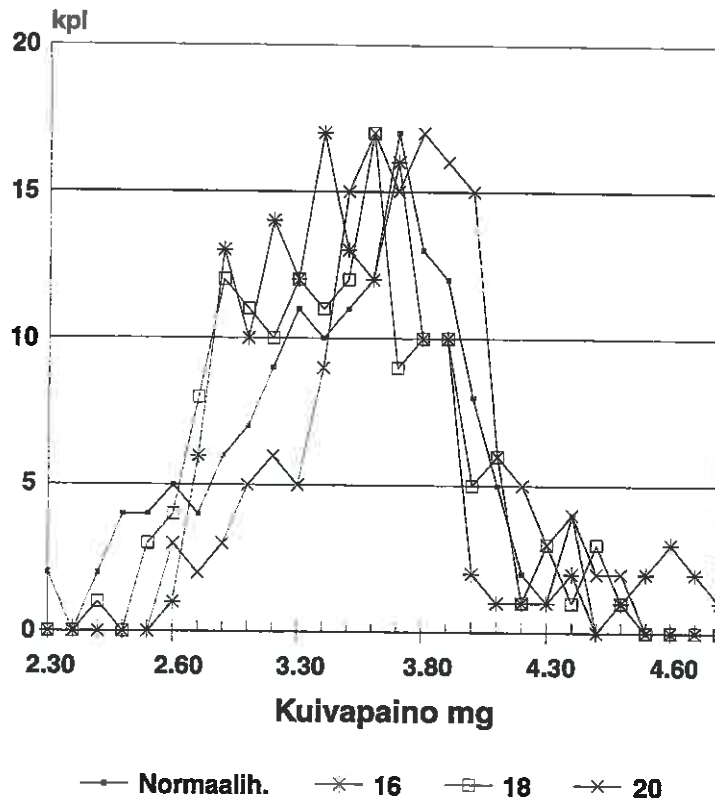
3.3 Haudontalämpötilan vaikutus toisen vaiheen poikasiin

3.3.1 Kuivapaino

20 °C:ssa haudotut toisen vaiheen poikaset olivat muiden ryhmien toisen vaiheen poikasia suurempia ja tässä lämpötilassa syntyneiden poikasten kuivapaino erosi tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) muiden haudontaryhmien toisen vaiheen poikasten kuivapainoista. Toisen vaiheen poikasten kuivapainojen keskiarvo, keskihajonta sekä suurin ja pienin arvo eri haudontalämpötiloissa on esitetty taulukossa 9 ja kuvassa 5.

Taulukko 9. Eri haudontalämpötiloissa syntyneiden toisen vaiheen poikasten kuivapainot ($\bar{x} \pm S.D.$ ja vaihteluväli).

Haudontalämpötila	Kuivapainojen (mg)			N
	$\bar{X}$	$\pm SD$	vaihteluväli	
20°C	3,70	$\pm 0,38$	2,8-4,6	150
18°C	3,48	$\pm 0,43$	2,5-4,6	150
16°C	3,53	$\pm 0,46$	2,8-5,0	150
Normaalihaudonta	3,49	$\pm 0,47$	2,3-4,6	150



Kuva 5. Toisen vaiheen poikasten kuivapainojen jakaumat eri haudontalämpötiloissa

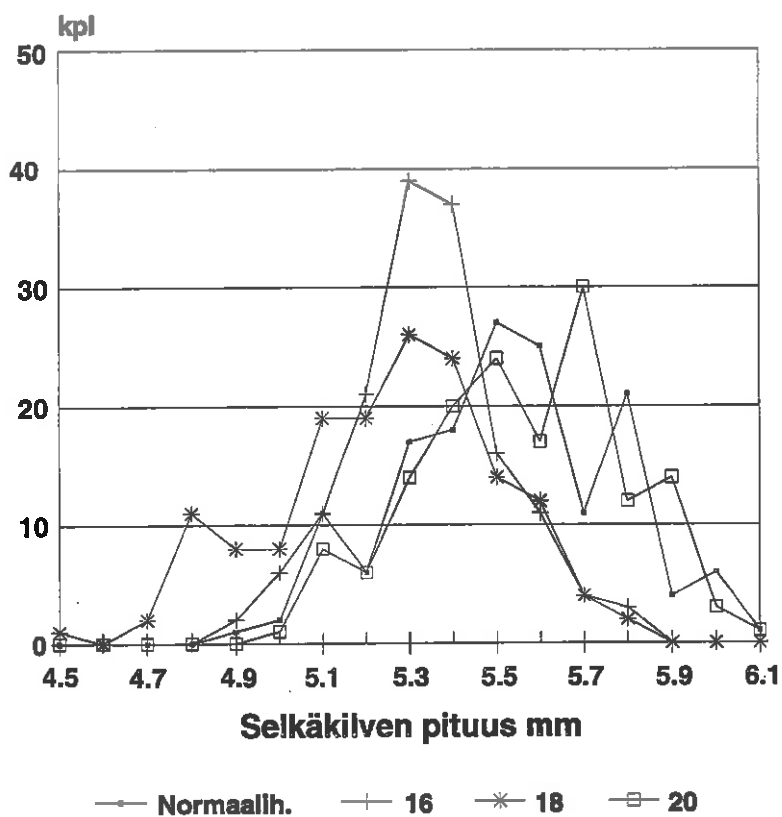
3.3.2 Selkäkilven pituus

20 °C:ssa haudotut toisen vaiheen poikaset olivat myös selkäkilven pituudeltaan kaikkein suurimmat. 20 °C-ryhmän ravunpoikaset olivat merkitsevästi ($p < 0,05$) suuremmat kuin 18 °C ja 16 °C:ssa haudotut ravunpoikaset. Ero normaalihaudonnassa syntyneisiin poikasiin ei ollut merkitsevä. Normaalihaudotut toisen vaiheen poikaset olivat myös selkäkilven pituudeltaan merkitsevästi 18 °C ja 16 °C:ssa haudottuja suurempia. Kun 16 °C:ssa haudotut toisen vaiheen poikaset olivat vielä merkitsevästi 18 °C:ssa haudottuja suurempia, voidaan havaita, että 18 °C haudontalämpötilassa syntyneet toisen vaiheen poikaset olivat selkäkilven pituudeltaan merkitsevästi ($p < 0,05$) muissa haudontalämpötilaryhmissä syntyneitä toisen vaiheen poikasia pienempiä.

Toisen vaiheen poikasten selkäkilven pituuden keskiarvo oli 5,42 mm, kun kaikki mitatut ravut huomioidaan ($n = 600$) eri lämpötilaryhmiin jakamatta. Lämpötilaryhmittäin selkäkilpien pituudet on esitetty taulukossa 10 ja kuvassa 6.

Taulukko 10. Toisen vaiheen poikasten selkäkilpien pituudet ($\bar{x} \pm S.D.$) eri haudontalämpötiloissa.

Haudontalämpötila	selkäkilven pituus (mm)			N
	$\bar{X}$	$\pm SD$	vaihteluväli	
20°C	5,56	$\pm 0,23$	5,0–6,1	150
18°C	5,25	$\pm 0,26$	4,5–5,8	150
16°C	5,34	$\pm 0,18$	4,9–5,8	150
Normaalihaudonta	5,52	$\pm 0,25$	4,9–6,1	150



Kuva 6. Eri haudontalämpötiloissa syntyneiden toisen vaiheen poikasten selkäkilpien pituuksien (mm) jakaumat

3.3.3 Kuntoindeksi

Selkäkilven pituuden ja kuivapainon avulla toisen vaiheen poikasille laskettu kuntoindeksi oli 20 °C:ssa haudotuilla poikasilla merkitsevästi pienempi ($p < 0,05$) kuin muissa haudontaryhmissä syntyneillä poikasilla (taulukko 11).

Taulukko 11. Toisen vaiheen poikasille laskettu kuntoindeksi ($\bar{x} \pm S.D.$) eri haudontalämpötilaryhmissä.

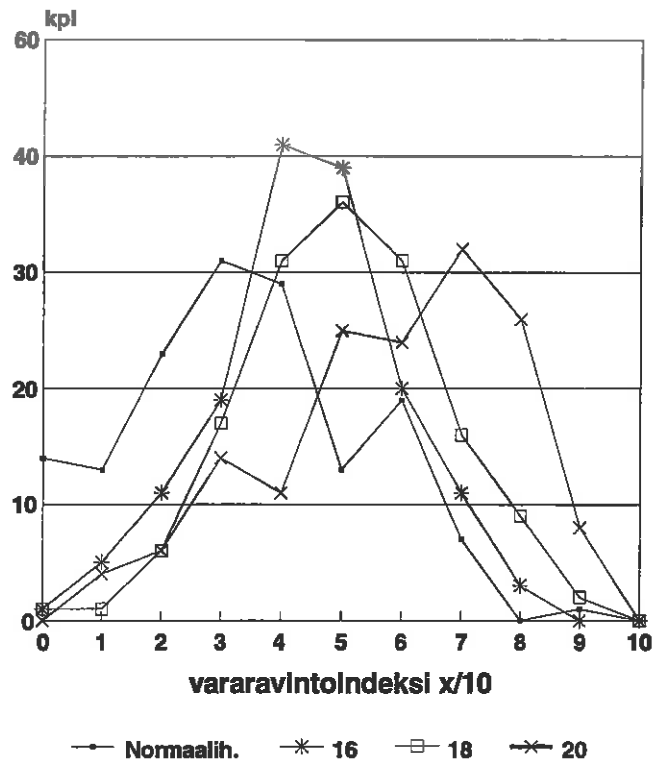
Haudontalämpötila	kuntoindeksi			N
	X	$\pm SD$	vaihteluväli	
20°C	0,12	$\pm 0,04$	0,06–0,24	150
18°C	0,14	$\pm 0,05$	0,06–0,31	150
16°C	0,13	$\pm 0,04$	0,04–0,24	150
Normaalihaudonta	0,15	$\pm 0,07$	0,06–0,43	150

3.3.4 Vararavinto

Vararavinnon määrä oli merkitsevästi ($p < 0,05$) suurempi 20 °C haudontaryhmän toisen vaiheen poikasilla kuin muiden haudontaryhmien poikasilla. Lisäksi 18 °C:ssa haudottujen vararavinnon määrä oli merkitsevästi suurempi kuin normaalihaudotuilla ja 16 °C:ssa haudotuilla. Näistä 16 °C:ssa haudottujen vararavinnon määrä oli vielä merkitsevästi suurempi kuin normaalihaudotuilla. Vararavinnon määrä eri haudontaryhmien poikasilla ilmenee taulukosta 12.

Taulukko 12. Silmämääräisesti arvioidun vararavinnon määrä asteikolla nollasta kymmeneen (0 ei vararavintoa → 10 maksimimäärä vararavintoa) eri haudontaryhmissä syntyneillä toisen vaiheen poikasilla.

Haudontalämpötila	vararavinnon määrä asteikolla 1→10			N
	X	$\pm SD$	vaihteluväli	
20°C	6	$\pm 2,0$	1–9	150
18°C	5	$\pm 1,6$	0–9	150
16°C	4	$\pm 1,6$	0–8	150
Normaalihaudonta	3	$\pm 1,8$	0–9	150



Kuva 7. Eri haudontalämpötiloissa syntyneiden toisen vaiheen poikasten vararavinnon määrän (0 min→10 max) jakaumat.

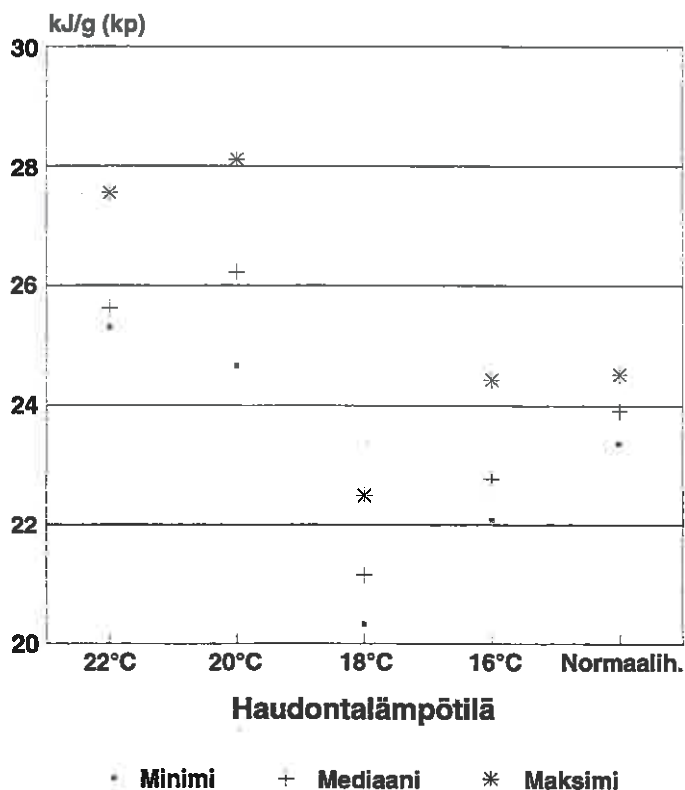
3.3.5 Kokonaisenergia

Orgaanisen hiilen pitoisuuden avulla mitattu kokonaisenergia oli likimain samansuuruinen 20 °C, 16 °C ja normaalihaudonnassa syntyneistä toisen vaiheen poikasista hienonnetussa massassa. Sen sijaan 18 °C:n haudonnassa syntyneistä toisen vaiheen poikasista hienonnetun massan kokonaisenergia oli muita ryhmiä pienempi. 22 °C:n haudonnan lopussa kuollut mäti oli kokonaisenergiapitoisuudeltaan suurempaa kuin muissa ryhmissä syntyneiden toisen vaiheen poikasten.

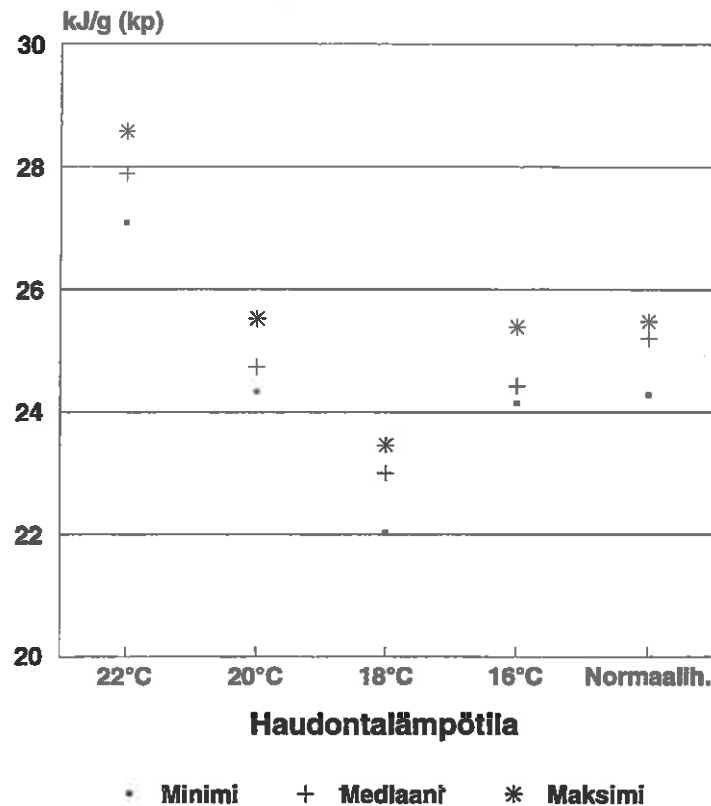
Kaikkien ryhmien tulosten perusteella voidaan todeta, että kuivapainosta mitattu vastasyntyneen toisen vaiheen poikasen kokonaisenergia on n. 90 J. Kokonaisenergiat haudonnan alussa (mäti) sekä syntyneissä toisen vaiheen poikasissa eri haudontaryhmissä on esitetty taulukossa 13 ja kuvissa 8 ja 9.

Taulukko 13. Kokonaisenergiapitoisuudet mädillä haudonnan alussa sekä syntyneillä toisen vaiheen poikasilla eri haudontaryhmissä. 22 °C toisen vaiheen poikasten kohdalla on esitetty haudonnan lopussa kuolleen mädin kokonaisenergia.

Ryhmä	Kokonaisenergiapitoisuus		
	mäti kJ/g (kp)	tois.vaih.poik. kJ/g (kp)	tois.vaih.poik. kJ(kp)/yksilö
22 °C I	25,30	27,88 (mäti)	?
22 °C II	25,62	28,57 (mäti)	?
22 °C III	27,55	27,09 (mäti)	?
20 °C I	26,22	25,53	0,094
20 °C II	28,11	24,33	0,090
20 °C III	24,66	24,75	0,092
18 °C I	20,33	23,00	0,081
18 °C II	22,49	23,46	0,082
18 °C III	21,16	22,03	0,077
16 °C I	22,08	25,39	0,089
16 °C II	22,77	24,15	0,085
16 °C III	24,43	24,43	0,086
Normaalihaudonta I	23,92	24,29	0,085
Normaalihaudonta II	23,37	25,48	0,089
Normaalihaudonta III	24,52	25,21	0,088



Kuva 8. Mätimunien kokonaisenergiapitoisuudet [kJ/g (kp)] eri haudontaryhmien emoravulla ennen allashaudonnan aloittamista



Kuva 9. Eri haudontaryhmissä syntyneiden toisen vaiheen poikasten kokonaisenergia [kJ/g (kp)].

3.4 Emorapujen jälkiseuranta

Lämpöhaudotuilla naarailla, jotka löytyivät lammikon tyhjennyksessä, oli kaikilla emoilla yhtä 22 °C:ssa haudottua naarasta lukuunottamatta limarauhaset selvästi näkyvissä.

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Mädin kehittyminen ja poikastuotto

4.1.1 Mädin kehittyminen toisen vaiheen poikasiksi

Mädin kehittymisaika on voimakkaasti riippuvainen haudontalämpötilasta (mm. Abrahamsson 1972, Cukerzis ym. 1978, Hessen ym. 1987b). Myös tässä kokeessa haudontalämpötila vaikutti selvästi mädin kehittymiseen: mitä korkeampi oli haudontalämpötila sitä nopeammassa ajassa mäti kehittyi.

Ensimmäisen vaiheen poikasvaihe kesti lämpöhaudonnassa olleilla emoilla seitsemän vuorokautta ja normaalihaudonnassa olleilla emoilla kuusi vuorokautta. Kirjallisuudessa Westman ja Nylund (1985) ovat esittäneet ensimmäisen vaiheen poikasvaiheen pituudeksi 7–12 vuorokautta. Ilmeisesti tämän kehitysvaiheen pituutta ei voida haudontalämpötilaa nostamalla enää tästä juuri lyhentää, koska vaiheen kesto oli haudontalämpötilasta riippumatta niin samansuuruinen.

Lämpöhaudonnassa olleille emoille syntyneiden toisen vaiheen poikasten kehittymiseen vaadittu päiväastekertymä oli voimakkaasti riippuvainen haudontalämpötilasta. Mitä korkeampi haudontalämpötila oli sitä vähemmän toisen vaiheen poikasten kehittymiseen vaadittiin päiväasteita. Samanlaiseen tulokseen ovat päätyneet myös Hessen ym. (1987a). He ovat esittäneet, että haudontalämpötilaa nostamalla voidaan mätimunien kehittymisaikaa lyhentää voimakkaasti. Groves (1985) puolestaan totesi tutkimuksissaan, että täpläravulla (*Pacifastacus leniusculus*) toisen vaiheen poikasten kuoriutumiseen tarvitaan $\pm 7^{\circ}\text{C}$ haudontalämpötilassa 1620 d ja 18°C haudontalämpötilassa tarve on 900 d. Myös ravulla on todettu samansuuntaista vähenemistä 1900 d :sta 1300 d :een käyttämällä haudontalämpötiloina 5°C – 18°C (Hessen ym. 1987b). On myös esitetty, että aika parittelusta kuoriutumiseen voidaan vähentää jopa puoleen ja on mahdollista saada rapuemot laskemaan mätä kahdesti saman vuoden aikana lämpömanipulaation avulla (Westin ja Gydemo 1986).

Aikaisempien tutkimustulosten mukaan normaalihaudonnassa syntyneiden toisen vaiheen poikasten kehittymiseen vaadittiin enemmän päiväasteita kuin lämpöhaudonnassa syntyneille toisen vaiheen poikasille. Cukerzis ym. (1978) ovat esittäneet, että luonnossa toisen vaiheen poikasten kuoriutumiseen vaadittava lämpösumma on 1100–1300 d ja lämpöhaudonnassa vastaava luku on 1100–1200 d. Myös Tulonen ja Pursiainen (1987) sekä Mason (1977) ovat esittäneet samansuuntaisia tuloksia. Tosin Mason'n kokeet oli tehty täpläravulla. Tässä tutkimuksessa normaalihaudonnassa syntyneiden toisen vaiheen poikasten keräämä lämpösumma oli kuitenkin kaikkein pienin. Ilmeisesti emorapulamikoissa on talven aikana vesi lämpökerrostunut jonkin verran ja alusveden lämpötila on kohonnut pintavettä korkeammaksi. Lämpötilan mittaus suoritettiin joesta pintavedestä ja saatuja lukuarvoja käytettiin päiväasteiden laskennassa. Lisäksi tulokseen on voinut vaikuttaa se, että maalammikoissa olleet emot ovat paritelleet ja munineet lasikuittaitaiden emoja aikaisemmin ja täten niille on alkanut kertyä myös päiväasteita varhemmin.

Kokeessa saatu toisen vaiheen kuoriutumiseen tarvittava keskimääräinen päiväastemäärä (1230 d) soveltuu hyvin kirjallisuudessa esitettyihin arvoihin. Luonnonoloissa on tarvittavaksi lämpösummaksi esitetty 1300 d (Westman ja Nylund 1985). Pursiainen ym. (1983) ovat esittäneet vaadittavaksi lämpösummaksi 1100–1330 d. Lämpöhaudonnassa tarvittavaksi lämpösummaksi saivat Tulonen ja Pursiainen (1987) 890–950 d.

4.1.2 Poikastuotto

Toisen vaiheen poikasten tuotto emoa kohti laskettuna oli tässä tutkimuksessa riippuvainen haudontalämpötilasta, sillä mitä korkeampi haudontalämpötila oli sitä vähemmän toisen vaiheen poikasia syntyi. Kokeen tulosten perusteella ei 22°C :tta voida suositella käytettäväksi ravunviljelyssä ainakaan samanlaisissa kierrätysoloissa kuin kokeessa valitsi. Cukerzis (1973) on esittänyt optimihaudontalämpötilaksi ravulle 15 – 20°C lämpötiloja, mikä tukee hyvin tutkimuksessa saatuja tuloksia.

22°C -haudontalämpötilassa ei syntynyt yhtään toisen vaiheen poikasta. Tulokseen on voinut vaikuttaa usea eri ympäristötekijä, joista varmasti lämpötilan merkitys on kaikkein kiistattomin. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että lämpötilan noustessa 10°C :tta kemialliset ja biologiset reaktiot kaksin- tai kolminkertaistuvat (Schmidt-Nielsen 1979). Tämä vaikuttaa myös siten, että veden lämpötilan noustessa erilaisten toksisten aineiden tehokkuus nousee (Boyd 1979).

Nyt käytetyissä koeolosuhteista on kierrätyksen vuoksi emorapujen aineenvaihdunnan seurauksena syntyneen ammonium-typen pitoisuus saattanut nousta liian korkeaksi. Ammonium-tyyppi voi olla vedessä kahdessa eri muodossa, joko ionisoitumattomana (NH_3) tai ionisoituneena (NH_4^+) (Romaine 1985). Ammoniakki on kaloille toksinen, mutta ionisoitunut ammonium on harmitonta lukuunottamatta erittäin suuria pitoisuuksia (Downing ja Merckens 1955). Siihen, missä muodossa ammonium-tyyppi vedessä on, vaikuttaa veden pH ja lämpötila. pH-arvon nousu yhdellä yksiköllä nostaa ammoniakkin määrän kymmenkertaiseksi (Romaine 1985). Myös veden lämpötilan nousu nostaa ammoniakkin määrää vedessä (Willingham ym. 1982, Colt ja Tchobanoglous 1976).

Korkea ammoniakkipitoisuus vedessä haittaa kalojen nestetasapainoa sekä hapen ottoa ja hieman pienemmät pitoisuudet aiheuttavat vaurioita kalojen elimissä ja kudoksissa (Smith ja Piper 1975). Ammoniakin toksinen pitoisuus kaloille lyhytaikaisessa altistuksessa sijoittuu välille 0,6–2,0 mg/l ja haitallisia vaikutuksia alkaa esiintyä yleensä pitoisuuksissa 0,1–0,3 mg/l (Boyd 1979). Ravulle ei vastaavia pitoisuusrajoja ole esitetty, mutta ei myöskään voida unohtaa sitä mahdollisuutta, että korkea ammoniakkipitoisuus voi olla myös sille haitallinen (Rognerud ym. 1987). Yleensä tavallisessa kalanviljelyssä korkeista ammoniakki pitoisuuksista ei ole haittaa, mutta kiertovesilaitoksissa sen pitoisuudet voivat nousta ongelmallisen korkeiksi (Spotte 1979).

Ammoniakin merkitystä siihen, että toisen vaiheen poikasia ei syntynyt 22 °C haudontalämpötilassa lainkaan on vaikea arvioida. Veden kierrätys ja ammoniakki ovat kuitenkin voineet omalta osaltaan vaikuttaa poikastuotantoon kaikissa haudontaryhmissä lukuunottamatta normaalihaudontaa. Emoa kohti laskettu poikastuotto, joka vaihteli ryhmästä riippuen 9–67 poikaseen/emo, jäi kaikissa lämpöhaudontaryhmissä melko alhaiseksi, sillä Tulonen ja Pursiainen (1987) ovat esittäneet, että normaalioloissa Evolla kuoriutuu 80 poikasta emoa kohti. Normaalihaudonnassa syntyneet 60–72 poikasta emoa kohti ovat nekin hieman alhaisia, mutta erottuvat kuitenkin lämpöhaudonnan tuloksia korkeammiksi. Westman ja Nylund (1985) ovat emokohtaiseksi poikastuotannon suuruudeksi maininneet 60–100 poikasta ja Lahti (1985) 60–70 poikasta. Viljelyoloissa on Cukerzis ym. (1978) saaneet poikastuotoksi 37–42 toisen vaiheen poikasta naarasta kohden. Tulonen ja Pursiainen (1987) saivat Evolla tehdyssä lämpöhaudontakokeessa tulokseksi 23 toisen vaiheen poikasta naarasta kohden, kun haudontalämpötilana oli 20 °C. Tosin tutkimuksessa oli mätä haudottu asettimilla, eikä emorapujen pyrstöjen alla kuten tässä tutkimuksessa.

Lämpöhaudontakokeessa saatuun alhaiseen poikastuottoon on voinut ammoniakin lisäksi vaikuttaa typen ylikyllästyminen veteen, koska ilmastus oli koeolosuhteissa melko vähäistä. Myös yleinen hygieniataso on voinut vaikuttaa tulokseen, koska normaalihaudottuja emoja ei ruokittu, mutta lämpöhaudottuja ruokittiin. Täten ruokinta on voinut aiheuttaa lämpöhaudontakokeessa vesihomeen lisääntymistä, joka puolestaan on voinut vaurioittaa mätimunia.

Aikaisempien tutkimustulosten perusteella kaikkein kriittisin vaihe haudonnassa täplä-ravulla sijoittuu silmäpisteasteen ja toisen vaiheen poikaseksi muuttumisen välille (Celada ym. 1988). Myös Evolla vuonna 1986 tehdyssä lämpöhaudontakokeessa kotimaisella ravulla kuoli poikasia runsaasti ensimmäisen vaiheen poikasvaiheessa (Tulonen ja Pursiainen 1987). Myös tässä tutkimuksessa 22 °C haudontalämpötilassa tapahtunut mädin ja ensimmäisen vaiheen poikasten totaalinen kuolema sijoittuu tälle kriittiselle kehitysvaiheelle.

Tämän tutkimuksen perusteella ei eri haudontalämpötilojen vaikutuksesta poikastuottoon voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä 22 °C haudontalämpötilaa lukuunottamatta, sillä voimakas veden kierrätys on omalta osaltaan vaikuttanut tuloksiin. Kierrätyksen vaikutukset ovat näkyneet sitä enemmän mitä korkeampi haudontalämpötila oli. Ilmeisesti veden kierrättäminen vaatii hiukan edistyneellisempää teknologiaa kuin mitä tutkimuksessa käytettiin, sillä Eskelinen ja Mäkinen (1985) ovat todenneet, että kaloilla kiertovesijärjestelmän käyttö vaatii veden desinfiointia ultraviolettisäteilyllä. Erityistä tarkkaavaisuutta vaatii silmäpisteasteen ja toisen vaiheen poikaseksi muuttumisen välinen haudonnan vaihe.

4.2 Emorapujen sekä poikasten kuolleisuus haudonnan aikana

Emorapujen kuolleisuus haudonnan aikana oli melko vähäistä ja se sijoittui suurimmaksi osaksi lämpöhaudontakokeen alkuvaiheisiin. Eri haudontalämpötiloilla ei ollut merkitystä emorapujen kuolleisuuteen. Sen sijaan se, että normaalihaudonnan alussa ei kuollut yhtään rapua, viittaa siihen, että lämpöhaudontakokeen alussa tapahtunut haudontalämpötilojen nosto on saattanut rasittaa lämpöhaudonnassa olleita emorapuja. Lisäksi se, että lämpöhaudontakokeen alussa emot saivat olla vapaasti altaassa ja pääsivät siis myös taistelemaan keskenään, on voinut vaikuttaa kuolleisuuteen, sillä normaalihaudonnassa emot olivat vangittuina heti haudonnan alusta lähtien.

Ensimmäisen ja toisen vaiheen poikasten kuolleisuus, joka näkyi kuolleina poikasina kunkin haudonta-altaan pohjalla, ei kovin hyvin suhteudu poikastuottoon eri haudontaryhmissä. Ilmeisesti emot ja poikaset pääsivät syömään kuolleita poikasja ja tämän vuoksi niiden lukumääriä ei saatu tarkasti selville. Tästä syystä kuolleiden poikasten lukumääriä voidaan pitää huonona vertailuarvona eri ryhmien välillä.

Haudonnan aikaisen poikaskuolleisuuden lisäksi myös talvehdinnan aikana tapahtuu haudonnassa merkittäviä tappioita munamäärän pienenemisenä, sillä yhdellä naaraalla on koosta riippuen keskimäärin n. 250 mätimunaa (Lindqvist ja Louekari 1975), joista noin 150 on jäljellä talvehtimisen jälkeen (Westman ja Nylund 1975) eli näiden tulosten perusteella jopa 60 % mädistä häviää talven aikana. Tällä seikalla on haudontatulokseen yhtä suuri merkitys kuin haudonnan aikaisella poikaskuolleisuudella.

Sekä poikaskuolleisuutta että talvehtimisen aikaista kuolleisuutta saadaan toivottavasti pienennettyä kehitteillä olevilla irtohaudontalaitteistoilla, joihin emoista poimittu mätä sijoitetaan ja joissa haudonta-alustan edestakaisen liikkeen avulla saadaan vesi virtaamaan tehokkaasti ja vältetään munien vesihomeinfektiot ja tukehtuminen hapen puutteen.

4.3 Haudontalämpötilan vaikutus toisen vaiheen poikasiin

4.3.1 Kuivapaino ja selkäkilven pituus

Toisen vaiheen poikasten kuivapaino ja selkäkilven pituus olivat 20 °C haudontaryhmässä suurempia kuin muissa ryhmissä. Mason (1978) on todennut, että täpläravulla kookkaat emoravut tuottavat suuria mätimunia, joista puolestaan kuoriutuu kookkaita poikasja. Ilmeisesti myös kotimaisella ravulla vallitsee tällainen riippuvuussuhde. Vaikka emoravut olivat tässä kokeessa keskimäärin samankokoisia, on kuitenkin mahdollista, että kookkaiden naaraiden jälkeläisiä on sattuman tai haudontalämpötilan vaikutuksesta jäänyt eloon 20 °C-ryhmässä muiden emojen poikasja enemmän. Myös Thorsen (1950) on todennut, että ne pohjalla elävät vesiselkärankaist, jotka tuottavat suuria mätimunia, saavat suuria poikasja, joilla puolestaan on pieniä poikasja suurempi mahdollisuus säilyä elossa.

Kuivapainon ja selkäkilven pituuden vaihtelulle eri haudontaryhmissä syntyneiden poikasten kesken on vaikea löytää syytä ja haudontalämpötilalla ei liene siihen ollut mitään vaikutusta. Toisen vaiheen poikasen keskimääräiseksi selkäkilven pituudeksi heti kuoren vaihdon jälkeen saatiin 5,42 mm, mikä kokonaispituudeksi muutettuna on n. 11 mm. Westman ja Nylund (1985) ovat esittäneet, että toisen vaiheen poikasen keskimääräinen kokonaispituus on 11–12 mm.

4.3.2 Kuntoindeksi

Selkäkilven pituuden ja kuivapainon avulla laskettu kuntoindeksi oli 20 °C-haudontalämpötilassa syntyneillä toisen vaiheen poikasilla pienempi kuin muissa ryhmissä, vaikka nämä poikaset olivat sekä painoltaan että selkäkilven pituudeltaan muita poikasasia suurempia. 20 °C:ssa syntyneillä poikasilla ei paino noussut pituuden kasvaessa yhtä paljon kuin muiden ryhmien poikasilla. Myös kuntoindeksin laskennassa käytetty oletus, että pituus paino käyrä on suora voi vaikuttaa tulokseen.

Lindqvist ja Louekari (1975) ovat todenneet, että yksi kuntoindeksin käytön rajoituksista on se, että se ei kerro mitään eri elinten suhteellisista painoista. Rapuistutuksia tehtäessä on kuitenkin istukkaan kunnolla yhtä suuri merkitys kuin sen koolla ja tämän vuoksi ravun poikasten kuntoa koskevaa tutkimusta olisi lisättävä.

Tämän tutkimuksen perusteella ei saatu selvää näyttöä, että haudontalämpötila vaikuttaisi toisen vaiheen poikasten kuntoindeksiin.

4.3.3 Vararavinto

Vararavinnon määrä vaihteli eri haudontaryhmien välillä ja oli sitä pienempi mitä kauemmin mäti oli ajallisesti emon pyrstön alla. Mitä vähemmän poikasella on vararavintoa sitä huonommat on sen mahdollisuudet selviytyä jatkossa. Ilmeisesti itse haudontalämpötilalla ei ole merkitystä juuri syntyneen toisen vaiheen poikasen vararavinnon määrään. Vararavintoa koskevat tulokset ovat kuitenkin melko karkeita, koska ravinnon määrä jouduttiin arvioimaan visuaalisesti.

4.3.5 Kokonaisenergia

Kokonaisenergiatutkimus oli alustava, koska vastaavanlaisia tutkimuksia ei ole ravulla aikaisemmin tehty. Menetelmä todettiin ravun poikasille hyvin soveltuvaksi. Vähäisten määritysten vuoksi ei aineistosta voida kuitenkaan tehdä pitkälle meneviä päätelmiä eri haudontaryhmien välillä. Näyttää kuitenkin siltä, että poikasten koko ja energiapitoisuus ovat pikemminkin riippuvaisia emojen koosta kuin haudontalämpötilasta, sillä erot energiapitoisuuksissa selittyvät suurimmaksi osaksi poikasten kokoeroilla eri haudontaryhmien välillä.

On myös huomattava, että kuntoindeksin ja kokonaisenergiämäärityksen antamat tulokset ovat ristiriitaisia ja kokonaisenergiapitoisuustulokset tukevat käsitystä, että kuntoindeksin heikkous on se, että se ilmaisee enemmän määrää kuin laatua.

22 °C:n haudontalämpötilassa kuolleiden mätimunien kokonaisenergiapitoisuudet kumoavat käsityksen, että poikasten kuolema ennen kuoriutumista johtuisi energian puutteesta, jonka korkea haudontalämpötila olisi aiheuttanut.

4.4 Emorapujen jälkiseuranta

Limarauhasten esiintyminen syyskuussa 99 % lämpöhaudotuilla naarailla osoittaa niiden pystyvän tuottamaan poikasia myös seuraavana vuonna. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että vaikka rapunaaraat ovat sukukypsiä, ne eivät silti Suomen luonnonoloissa lisääny joka vuosi. Näyttääkin siltä, että edullisissa olosuhteissa, ravintorikkaissa ja lämpimissä vesissä, lähes kaikki rapunaaraat lisääntyvät vuosittain, mutta kylmissä ja vähän ravintoa sisältävissä vesissä vain joka toinen tai kolmas vuosi (Westman ja Nylund 1985).

Lämpöhaudonnan avulla saadaan naaraat palautettua varhemmin lammikkoon kuin normaalihaudonnassa ja täten lämpöhaudotuilla naarailla on enemmän aikaa valmistautua seuraavaan lisääntymiskiertoon, josta myös runsas limarauhasten esiintyminen kertoo. Lämpö- ja normaalihaudonnan vaikutus emorapuihin vaatii kuitenkin vielä paljon tutkimusta, sillä vaikka lämpöhaudotut naaraat ovat maalammikoissa varhain syksyllä valmiina parittelemaan, voi olla, että koiraat eivät ole. Lisäksi naaraiden runsas kuolleisuus talven aikana (Jouni Tulonen, suullinen tiedonanto) vaatii lisäselvitystä.

KIITOKSET

Kiitokset työni ohjaajille FT Erkki Lahdelle sekä FK Jouni Tuloselle. Heiltä sain paljon arvokkaita neuvoja työn toteutukseen ja sisältöön. Lisäksi haluan kiittää koko Evon kalastuskoeaseman ja kalanviljelylaitoksen sekä Kuopion yliopiston soveltavan eläintieteen laitoksen henkilökuntaa. Heiltä sain paljon apua käytännön ongelmien ratkaisuun.

Kiitokset myös FK Kari Ruohoselle ja FL Kai Westmanille, että sain työskennellä Evon kalastuskoeasemalla ja kalanviljelylaitoksella tutkimuksen ajan. Samoin kiitokset prof. Ossi V. Linqvistille ja FL Hannu Mölsälle työn aikana annetuista kannustavista neuvoista. Kokonaisenergiämäärityksissä sain arvokasta apua FT Kalevi Saloselta, joka mahdollisti työskentelyni Lammin biologisella asemalla määritysten ajan. Kokonaisenergiämäärityksistä kiitos myös Lammin biologisen aseman laboratorion henkilökunnalle.

Kaikkein suurin kiitos kuuluu kuitenkin miehelleni Jorma Kirjavaiselle, joka jaksoi kannustaa työn kaikissa vaiheissa sekä kotona että Evolla.

KIRJALLISUUS

Abrahamsson, S.A.A. 1972. Fecundity and growth of some populations of *Astacus astacus* Linne in Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 52. s.23–37.

Boyd, C.E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Alabama Agric. Exp. St., Auburn University, Auburn, Alabama.

Celada, J.D., Carral, J.M., Gaudioso, V.R., Temini`no, C. ja Fernandez, R. 1988. Effect of thermic manipulation throughout egg development on the reproductive efficiency of the freshwater crayfish (*Pacifastacus leniusculus*, Dana). Aquaculture 72. s.341–348.

Colt, J. ja Tchobanoglous, G. 1976. Evaluation of the short-term toxicity of nitrogenous compounds to channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Aquaculture 8. s. 209–224.

Cukerzis, J.M. 1973. Biologische Grundlagen der Methode der kunstlichen Aufzucht der Brut des *Astacus astacus* L. Teoksessa: Abrahamsson, S. (toim.). Papers from the first international symposium on freshwater crayfish, Austria 1972. Freshwater crayfish I. s. 187–202.

Cukerzis, J.M., Sheshtokas, J. ja Terentyev, A.L. 1978. Method for accelerated artificial breeding of crayfish juveniles. Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.). Papers from the fourth international symposium on freshwater crayfish, Thonon-les-Bains, France, 1978. Freshwater crayfish IV. s. 451–458

Downing, K.M. ja Merckens, J.C. 1955. The influence of dissolved oxygen Concentrations on the toxicity of un-ionized ammonia to rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Ann. Appl. Biol. 43. s. 243–246.

Eskelinen, U. ja Mäkinen, T. 1985. Ultravioletisädetys kalanviljelyn tuloveden desinfioinnissa. Suomen kalankasvattaja 1985 (3). s. 26–27.

Finlay, B.J. ja Uhling, G. 1981. Calorific and Carbon values of marine and freshwater Protozoa. Helgoländer Meeresuntersuchungen 34. s. 401–412.

Groves, R.E. 1985. The Crayfish, its nature and nurture. Fishing New Books Ltd. England. 72 s.

Hessen, D.O., Agerberg, A., Kjellberg, G., Odelström, T. ja Westman, K. 1987a. Food, nutrition, growth, reproduction and genetics. Teoksessa: Skurdal, J., Westman, K. ja Bergan, P. I. (toim.). crayfish culture in Europe. p. Report from the workshop on crayfish culture, 16.–19.Nov.1987, Trondheim, Norway. s. 39–48.

Hessen, D., O., Taugböl, T., Fjeld, E., ja Skurdal, J. 1987b. Egg development and life cycle timing in the noble crayfish (*Astacus astacus*). Aquaculture 64. s. 77–82.

Kirjavainen, J. ja Westman, K. 1991. Rapujen viljely kehittyy Suomessa. Suomen kalankasvattaja 1991 (2). s. 32–35.

Lahti, E. 1985. Ravun poikasviljely. Suomen kalastuslehti 92. s. 193–195.

Lindqvist, O.V. ja Lahti, E. 1983. On the sexual dimorphism and condition index in the crayfish *Astacus astacus* L. in Finland. Teoksessa: Goldman, C.R. (toim.). Papers from the fifth international symposium on freshwater crayfish. Davis, California, USA, 1981. Freshwater crayfish V. s. 3–11.

Lindqvist, O.V. ja Louekari, K. 1975. Muscle and hepatopancreas weight in *Astacus astacus* L. (crustacea, Astacidae) in the trapping season in Finland. Ann. Zool. Fenn. 12. s. 237–243.

Leinonen, K., Järvenpää, T. ja Lehtonen, H. 1989. Ravustus Suomessa vuonna 1986. Suomen kalastuslehti 96. s. 398–400.

Mason, J.C. 1977. Artificial incubation of crayfish eggs (*Pacifastacus leniusculus* (Dana)). Teoksessa: Lindqvist, O.V. (toim.). Freshwater crayfish 3. Papers from the third international symposium on the freshwater crayfish Kuopio, Finland, 1976.s. 119–132

Mason, J.C. 1978. Significance of egg size in the freshwater crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, (Dana). Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.). Freshwater crayfish IV. . Papers from the fourth international symposium on freshwater crayfish, Thonon-les-Bains, France, 1978. s. 83–92

Platt, T., ja Irwin, B. 1973. Caloric content of phytoplankton. Limnol. Oceanogr. 18. s.306–310.

Pursiainen, M. ja Järvenpää, T. 1981. Ravunviljely -koetoiminnasta käytännön työhön. Suomen kalankasvattaja n:o 4. s. 43–45, 1981.

Pursiainen, M., Järvenpää, T. ja Westman K. 1983. A comparative study on the production of crayfish (*Astacus astacus* L.) juveniles in the natural food ponds and by feeding in plastic basins. Teoksessa: Goldman C.R. (toim.). Freshwater crayfish V. . Papers from the fifth international symposium on freshwater crayfish. Davis, California, USA, 1981.s. 392–402

Pursiainen, M. ja Saarela, M. 1985. Uusia menetelmiä ravunviljelyssä. Suomen kalankasvattaja 1985 (4). s. 60–61.

Pursiainen, M., Järvenpää, T., Tulonen, J. ja Westman, K. 1987. Crayfish culture in Finland. Teoksessa: Skurdal, J., Westman, K. ja Bergan, P. I. (toim.). Crayfish culture in Europe. Report from the workshop on crayfish culture, 16.–19. Nov.1987, Trondheim, Norway. s. 69–78

Rognerud, S., Appelberg, M., Eggereide, A. ja Pursiainen, M. 1987. Water quality and effluents. Teoksessa: Skurdal, J., Westman, K. ja Bergan, P. I. (toim.). Crayfish culture in Europe. Report from the workshop on crayfish culture, 16.19. Nov.1987, Trondheim, Norway. s. 18–28.

Romare, P. 1985. Water quality. Teoksessa: Huner, J.V. ja Brown, E.E. (toim.) crustacean and mollusk aquaculture in the United States. Avi publishing company, inc. Westport, Connecticut. s. 415–455

Salonen, K., Sarvala, J., Hakala, I. ja Viljanen, M-L. 1976. The relation of energy and organic carbon in aquatic invertebrates. Limnology and Oceanography 21. s. 724–730.

Schmidt-Nielsen, K. 1979. Animal physiology: Adaptation and environment. Cambridge University Press, New York.

Smith, C. ja Piper, R. 1975. Lesions associated with chronic exposure to ammonia. Teoksessa: Ribelin, W. ja Migaki, G. (toim.) pathology of fishes. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.

Spotte, S. 1979. Fish and invertebrate culture. John Wiley & Sons, New York.

Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biol. Rev. 25. s. 1–45.

Tulonen, J. ja Pursiainen, M. 1987. Ravun poikasten kuoriutumisen aikaistaminen. Suomen kalankasvattaja 1987 (1). s.12–14.

Westin, L. ja Gydemo, R. 1986. Influence of light and temperature on reproduction and molting frequency for the Crayfish *Astacus astacus* L. Aquaculture 52. s. 43–50.

Westman, K. ja Nylund, V. 1985. Rapu ja ravustus. Weilin&Göös. Espoo. 173 s.

Willingham, W., Colt, J., Fava, J., Hillaby, B., Ho, C., Katz, M., Russo, R., Swanson, D. ja Thurston, R. 1982. Ammonia. Teoksessa: Alabaster, J.S. ja Lloyd, R. (toim.). Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths. 297 s.

KALATUTKIMUKSIA—FISKUNDERSÖKNINGAR -SARJASSA ILMESTYNEET NITEET

1

SARVALA, J. Kalantutkimus puntarissa: Suomalainen kalantutkimus 1980-luvulla. Sammandrag: Fiskeriforskningen i Finland under 1980-talet — en analys baserat på publikationer. (Fisheries research in Finland during the 1980s — an analysis based on published papers). s. 1–19.

VEHANEN, T. ja NIEMITALO, V. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen siianpoikasten viljelyyn käytettyjen luonnonravintolammikoiden tuotosta ja tuottoon vaikuttavista tekijöistä. (Produktion som inverkar på produktionen av sikyngel i naturfoderdammar vid Norra Finlands Centralfiskodlingsanstalt). (Production of natural food rearing ponds and the factors affecting it in whitefish culture at the Central Fish Culture Station for Northern Finland). s. 21–99. Helsinki 1990.

2

HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P. Country report of Finland for the intersessional period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1988–1989. (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1988–1989). (Finlands nationella rapport gällande perioden mellan Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) sessioner 1988–1989). 33 s. Helsinki 1990.

3

Status of crayfish stocks, fisheries, diseases and culture in Europe. Report of the FAO European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC) Working Party on Crayfish. (Rapukannat, ravustus, taudit ja viljely Euroopassa. Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) raputyöryhmän raportti). (Kräftstammar, kräftfiske, sjukdomar och odling i Europa. Rapport från Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) kräftarbetsgrupp). Edited by (toim.) Westman, K., Pursiainen, M. and Westman, P. 206 p. Helsinki 1990.

4

KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L. Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. (Sammandrag: Fiskstamregister: sik, siklöja och harr). (Abstract: The Finnish fish stock register: whitefish, vendace and grayling). 54 s. Helsinki 1990.

5

ERKAMO, E. Ravun (*Astacus astacus* L.) biologiasta, kannanarvioinnista ja istutuksen kannattavuudesta pienessä hapanvetisessä metsäjärvenssä. (Sammandrag: Kräften (*Astacus astacus* L.) i ett litet surt träsk: Biologi, uppskattning av populationsstorleken och lönsamheten av utplanteringen). (Summary: Crayfish, *Astacus astacus* L., in a small, acidic forest lake: Biology, stock assessment and profitability of stocking). 97 s. Helsinki 1990.

6

LEHTONEN, H. Vuorikemian tehtaiden jätevesien kalataloudellisista vaikutuksista Porin edustan merialueella. (Sammandrag: Fiskeriekonomiska effekter av avloppsvattnen från Vuorikemias fabriker i havsområdet utanför Björneborg) (Summary: Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on fish stocks and fisheries off Pori, the Bothnian Sea). s. 1–10.

PARMANNE, R. ja SALMI, J. Silakoiden vaellukset Selkämerellä keväällä 1982 suoritettujen merkintöjen perusteella. (Strömmingens vandringar i Bottenhavet enligt märkningar utförda våren 1982) (Migration of Baltic herring in the Bothnian Sea revealed by tagging experiments in spring 1982). s. 11–24.

PARMANNE, R. ja SALMI, J. Silakan troolipyynnin kehittyminen Porin edustan merialueella syksyllä 1976–1985 ja silakoiden kasvu, kuntokerroin ja poikasten määrä Selkämerellä. (Utvecklingen av strömmingsfisket med trål i på höstarna i havsområdet utanför Björneborg under perioden 1976–1985 samt strömmingens tillväxt, kondition och yngelmängd i Bottenhavet) (Development of the Baltic herring trawl fishery off Pori in the autums of 1976–1985 and the growth, condition factor and larval abundance of Baltic herring in the Bothnian Sea). s. 25–35.

LEHTONEN, H. ja JÄRVINEN, A. Kalastajien havaintoja pyydyksissä tapahtuneista kalakuolemista Selkämerellä 1980-luvulla. (Fiskarobservationer av fiskdöd i fångstredskapen i Bottenhavet under 1980-talet) (Observations of fishermen on fish deaths in fishing gear in the Bothnian Sea in the 1980s). s. 37–47.

JÄRVINEN, A. ja LEHTONEN, H. Siian mädin sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpförsök med sikrom i vattnen utanför Björneborg år 1985) (Cage incubation experiments with whitefish eggs off Pori in 1985). s. 49–58.

JÄRVINEN, A., LEHTONEN, H. ja BYLUND, G. Kalojen sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpförsök med fish i vattnen utanför Björneborg år 1985) (Fish cage experiments off Pori in 1985). s. 59–73.

OULASVIRTA, P. ja RISSANEN, J. Vuorikemian tehtaiden jätevesien vaikutuksista silakan alkionkehitykseen ja poikasten elinkykyyn. (Effekterna av avloppsvattnen från Vuorikemias fabriker på embryonalutvecklingen och ynglens livskraft hos strömming) (Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on the embryonal development and larval fitness of Baltic herring). s. 75–108. Helsinki 1990.

7

MIKKOLA, J., SAURA, A., IKONEN, E. ja POIKOLA, K. Kymijoen kalaportaiden rakentamiseen liittyvät kalataloudelliset selvitykset 1987–1988. (Fiskeriutredning 1987–1988 för konstruktion av fisktrappor i Kymmene älv) (Fisheries investigation related to construction of fish ladders in the Kymijoki River in 1987–1988). 37 s. Helsinki 199.

8

TUUNAINEN, P., VUORINEN, P. J., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T., VUORINEN, M. ja NIEMELÄ, E. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Raportti vuodelta 1989. (Sammandrag: Effekterna av asurt nedfall på fish och kräftor. Rapport för år 1989) (Summary: Effects of acidic deposition on fish and crayfish. Report 1989). 97 s. Helsinki 1990.

9

HYVÄRINEN, P. Yksikkösaaliin vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Oulujärvellä. (Sammandrag: Enhetsfångsternas variation i Ule träsk och de faktorer som påverkar dem). (The variation of catch per unit effort in Lake Oulujärvi and the factors influencing it). 72 s. Helsinki 1990.

10

ROMAKKANIEMI, A. Tornion-Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus. (Sammandrag: Harr och harrfiske i Torne- och Muonioälv). (Grayling stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). 111 s. Helsinki 1990.

11

RAHKONEN, R. ja WESTMAN, K. Tarttuvat kalataudit. Tilanne Suomessa, tautien leviäminen ja torjunta. (Sammandrag: Smittsamma fisksjukdomar. Sjukdomsläge i Finland, spridning av sjukdomar och bekämpningsmetoder). (Infectious diseases of fish. The situation in Finland, spread of the diseases and their prevention). 88 s. Helsinki 1990.

12

LEHTONEN, H. Kalanimistö: suomi, latina, ruotsi, norja, englanti, saksa ja ranska. (Lista över fisknamn på finska, latin, svenska, norska, engelska, tyska och franska) (Multilingual list of fish names in Finnish, Latin, Swedish, Norwegian, English, German and French). 27 s. Helsinki 1990.

13

HUUSKO, A. Kirjallisuusselvitys kalojen mäti- ja poikasvaiheiden ekologiasta. (Sammandrag: Litteraturutredning angående fiskars rom- och yngelstadiers ekologi) (Ecology of eggs and larvae of freshwater fish – a review of literature). 58 s. Helsinki 1990.

14

HUUSKO, A. Kuusinkijoen vesistöalueen kalatalousselvitys. (Sammandrag: Utredning av fiskeri och fiskbestånd inom Kuusinkijoki vattendragsområde) (Fisheries and fish stocks in the Kuusinkijoki river system, Northern Finland, with remarks on the adverse effects of a small hydropower station located on the upper reach of the river). 238 s. Helsinki 1990.

15

TOIVONEN, J., KOKKO, U., AUVINEN, S. ja AUVINEN, H. Tulokset merkittyjen järvitaimenpoikasten istutuksista Suomessa vuosina 1970–1979. (Utsättningsresultaten av märkta insjööringyngel i Finland åren 1970–1979) (Summary: Results of stocking with tagged brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) young in Finland in 1970–1979). 31 s. Helsinki 1991.

16

BÖHLING, P., HUDD, R., LEHTONEN, H. och PARMANNE, R. Fiskevärden i havsområdet utanför Jakobstad. (Tiivistelmä: Kalakannat ja kalakantojen hoito Pietarsaaren edustan merialueella) (Fish stocks and their management in the sea area off Jakobstad, northern Finland). 82 s. Helsinki 1991.

17

NYBERG, K. Vastakuoriutuneiden hauenpoikasten istutusten tuloksellisuus. (Sammandrag: Resultaten av utplantering av nyläckta gäddyngel) (Success of stocking with newlyhatched pike fry). 88 s. Helsinki 1991.

18

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1990. (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 1–39.

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1990. (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 41–65. Helsinki 1991.

19

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1991. (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 1–43.

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1991. (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 45–78. Helsinki 1991.

20

SALMI, P., SIKANEN, A., TOIVONEN, P. Ammattikalastus Vuoksen vesistön eteläosissa vuonna 1988. (Sammandrag: Yrkesfisket i södra delen av Vuoksens insjösystem år 1988) (Professional fishing in the southern parts of the Vuoksi lake area in 1988). 36 s. Helsinki 1991.

21

HONKASALO, L., PENNANEN, J., LAPPALAINEN, A. Kalakannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi Kokemäenjoen vesistössä Nokian alapuolella. (Fiskebeståndsskador och kompensationen av dessa i Kumo vattendrag nedanför Nokia) (Damage caused to the fish stocks and its compensation in the Kokemäenjoki watercourse downstream of the town of Nokia). 125 s. Helsinki 1991.

22

MUTENIA, A., SALONEN, E. Järvitaimenen ja järvilohen velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärven vuosina 1976–1988. (Sammandrag: Ålagda utplanteringar, fiske, fångster och utplanteringsresultat för insjööring och insjölox i Enare träsk åren 1976–1988) (Brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris* (L.)) and landlocked salmon (*Salmo salar* L.) in Lake Inari, northern Finland: statutory stocking, its results, and the fishery and catches in 1976–1988). s. 1–70.

MUTENIA, A., AHVONEN, A. Inarijärven verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968–1986. (Sammandrag: Provfiske med nätserier i Enare träsk 1968–1987) (Test fishing with gill net series in Lake Inari, northern Finland, in 1968–1986). s. 71–98. Helsinki 1991.

23

HONKANEN, A., KUMMUNSAALO, J., PARTANEN, H., HILDÉN, M. Kotitalouksien ja suurtalouksien kalankäyttö vuonna 1988. (Sammandrag: Hushållens och storkökens fiskkonsumtion år 1988) (Fish consumption in private households and in institutes, restaurants, etc., in Finland in 1988). 32 s. Helsinki 1991.

24

Inarijärvi-symposium. Toim. Erno Salonen. 158 s. Helsinki 1991.

25

KANGASPUNTA, M. Valtion kalanistutusten kannattavuuden arviointi (Evaluation of the profitability of the state fish stocking) (Uppskattning av de statliga fiskutsättningarnas lönsamhet). 106 s. Helsinki 1991.

26

WESTMAN, K. Kalakantarekisteri ja uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen (The Finnish fish stock register and the conservation of valuable and threatened fish stocks) s. 1–14

KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L. Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nieriä (The Finnish fish stock register: salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and char (*Salvelinus alpinus*)). s. 15–115. Helsinki 1991.

27

TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja HEIKKILÄ, P. Siika- ja lohiloukkurakenteet eteläisen Perämeren alueella (Construction of trap nets for whitefish (*Coregonus lavaretus*) and salmon (*Salmo salar*) in the southern Bothnian Bay). Helsinki 1991. 43 s.

28

KARTTUNEN, VESA. Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus (Whitefish stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). Helsinki 1991. 72 s.

29

HILDÉN, M., MICKWITZ, P., PAANANEN, T., PARTANEN, H., SETÄLÄ, I., SÖDERKULTALAHTI, P. ja VIHHERVUORI, A. Merialueen ammattikalastuksen ja kalan jalostuksen kapasiteetti Suomessa (The capacity of marine professional fishing and fish processing in Finland). Helsinki 1991. 72 s.

30

SALMI, J. ja SALMI, P. Silakan kalastuksesta monilajikalastukseen. Pohjois-Satakunnan rannikon

ammattikalastuksen muutokset (Transformation of the Blatic herring fishery to a multispecies fishery of the Finnish coast of the Bothnian Sea). Helsinki 1991. 140 s.

31

Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot (State fish culture conference, No. XIII. Conservation of valuable and threatened fish species and stocks: objectives and methods) (Statens XIII fishodlings konferens. Bevarande av värdefulla och utrotningshotade fiskarter och fiskstammar: målsättningar och metoder). 5–6.4.1989, Jyväskylä. U. Eskelinen, M. Pursiainen ja R. Rahkonen (toim.). 74 s. Helsinki 1991.

32

JUNTUNEN, K., MUJE, P. Isokoskeloiden (Mergus merganser) saalituksen vaikutus Inarin Juutuanjoen taimenistutusten tuloksellisuuteen (Predation by mergansers (Mergus merganser) on planted brown trout smolts in the River Juutuanjoki) (Sammandrag: Predationen av skräken (Mergus merganser) på nyuttsatt odlad öring i Älven Juutuanjoki). 58 s. Helsinki 1991.

33

SALMINIITTY, J. Merialueen kalanviljely-yritysten taloudellisen kehityksen arviointi perinteisen tilinpäätösanalyysin avulla (Economic development of marine fish farms evaluated from analysis of account) (Sammandrag: Utvärdering av den ekonomiska utvecklingen hos havsområdenas fiskodlingsföretag med hjälp av traditionell bokslutsanalys). 70 s. Helsinki 1991.

34

VALKEAJÄRVI, P., BAGGE, P., HAKKARI, L., JANHONEN, I. ja OLKIO, K. Konneveden nuotta-apajat (Seining sites in Lake Konnevesi) (Sammandrag: Notdragsställen i sjön Konnevesi). 28 s. + 22 karttaa. Helsinki 1991.

35

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1989 (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1989) (Berättelse över fiskeriforskningsavdelningens och fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1989). s. 1–70.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1990 (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990) (Berättelse över fiskeriforskningsavdelningens och fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990). s. 71–148. Helsinki 1991.

36

NYLANDER, E., AHVONEN, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1987–1989 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1987–1989) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvs vattendrag åren 1987–1989). s. 1–48.

KARTTUNEN, V., ROMAKKANIEMI, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1990 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1990) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvs vattendrag åren 1990). s. 49–78.

AHVONEN, A. Kalastuskirjanpidon käyttökelpoisuus Tornion-Muonionjoen kalakantojen seurannassa (The value of fishermen's book-keeping data in monitoring fish stocks in the Rivers Tornionjoki and Muonionjoki) (Sammandrag: Fångstbokföringens användbarhet vid uppföljningen av Torne-Muonioälvs fiskebestånd). s. 79–113. Helsinki 1991.

37

MUTENIA, A. ja SALONEN, E. Lokan ja Porttipahdan peled- ja vaellussiikakantojen tila vuosina 1982–1989 (The state of peled (Coregonus peled (Gmelin)) and migratory whitefish (Coregonus lavaretus L.) in the Lokka and Porttipahta reservoirs, Northern Finland, in 1982–1989) (Sammandrag: Tillståndet hos stammarna av peled- och vandringsik i de konstgjorda sjöarna Lokka och Porttipahta 1982–1989). 68 s. Helsinki 1991.

38

AHONEN, M., JÄÄSKÖ, O., HEINIMAA, P., PASANEN, P. ja SIMOLA, O. Inarijärveen vuosina 1972–1985 tehtyjen harmaanierian Carlin-merkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with lake trout (Salvelinus namaycush (Walbaum)) in Lake Inari in 1972–1985) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkningar av kanadaröding i Enare Träsk 1972–1985) (Oohtankeásu: Aanaarjáávrán ivij 1972–1985 tohhum ränisrávdui Carlin-meárkkumij poatuseh). 53 s. Helsinki 1991.

39

LEHTONEN, H. Suomen ja Japanin välisen elintarvikealan tutkimusyhteistyön ja tutkijavaihdon kehittämisen arviointivaltuuskunnan matka Japanniin (Report of the visit of Finnish group to Japan for

evaluating targets for advancement of scientific collaboration and exchange of scientist in food research between Finland and Japan). s. 1–12.

TUUNAINEN, P., WESTMAN, K. ja PARMANNE, R. Suomen ja Japanin kalatalouden tieteellisen ja teknisen yhteistyön kehittäminen (Possibilities to develop scientific cooperation in fisheries between Finland and Japan). s. 13–48.

RUOHONEN, K. Japanin vesiviljelystä ja sen tutkimuksesta (Aquaculture and its research in Japan). s. 49–104.

SUURONEN, P. Pyyntitekniikasta ja sen tutkimuksesta Japanissa (Fishing technology in Japan). s. 105–157. Helsinki 1991.

40

Rapu-Kräft-Symposium (Symposium on Crayfish). 23.–24.8.1990, Hämeenlinna. Wallin, I. ja Westman, K. (toim.). 116 s. Helsinki 1991.

41

HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P. Country report of Finland for the intersessional period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1990–1991 (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1990–1991) (Finlands nationella rapport gällande perioden mellan Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) sessioner 1990–1991). 29 p. Helsinki 1992.

42

Valtion kalanviljelyn XI neuvottelupäivät. Kalatautien torjunta. Valtion kalanviljelylaitosten suunnittelun ja rakentamisen nykytila. (State fish culture conference, No. XI. Prevention of fish diseases. The present situation in the planning and building of the state fish culture stations) (Statens XI fiskodlings konferens. Bekämpning av fisksjukdomar. Nyläge inom planeringen och konstruktionen av statens fiskodlingsanstalter). 31.3–1.4.1987, Polvijärvi. Lavikainen, R. ja Rahkonen, R. (toim.) 68 s. Helsinki 1992.

43

AHONEN, M. Inarijärveen vuosina 1965–1986 tehtyjen nieriän Carlin-merkkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)) in the Lake Inari in 1965–1986) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkning av röding i Enare Träsk åren 1965–1986) (Oohtankeasu: Aanaarjáávrán ivij 1965–1986 tohhum rávdui Carlin-meárkkumij poatuseh). 38 s. Helsinki 1992.

44

SETÄLÄ, J. ja KLEMOLA, O. Siian kalastajahinnanmuodostus Merenkurkussa (Factors affecting the price in the whitefish fishery in the northern Quark, the Baltic Sea) (Sammandrag: Sikens fiskarprisbildning i Kvarkenområdet). s. 1–46.

SETÄLÄ, J. ja AHLFORS, A. Siian fileoinnin kannattavuus (Profitability of filleting whitefish (*Coregonus lavaretus* s.l.)) (Sammandrag: Sikfilingens lönsamhet). s. 47–77. Helsinki 1992.

45

AHVONEN, A., JUTILA, E., JÄRVENPÄÄ, T., LAPPALAINEN, A., RASK, M. ja VUORINEN, P. Metsätalouden vaikutukset kaloihin, rapuihin ja kalatalouteen. Kirjallisuusselvitys (Effects of forestry on fish, crayfish and fishery. A review of the literature) (Sammandrag: Litteraturutredning angående skogsbrukets effekter på fisk, kräftor och fiskeri). 69 s. Helsinki 1992.

46

LECKLIN, T. Nukutusaineiden toissijaiset fysiologiset vaikutukset järvitaimenessa (The secondary physiological effects of some anesthetics on brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris* (L.)) (Sammandrag: De sekundära fysiologiska effekterna av några bedövningsmedel på insjööring). 38 s. Helsinki 1992.

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) (Sammandrag: Litteraturutredning angående klimatförändringarnas effekter på fisk, fiskodling, fiskbestånd och fiske). 119 s. Helsinki 1992.

48

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 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 (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1992) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992). s. 57–86. Helsinki 1992.

KARTTUNEN, V. ja PRUUKI, V. Tornionjoen lohi ja lohen kalastus. (Status of the salmon stock and fisheries in the River Tornionjoki) (Sammandrag: Laxen och laxfisket i Torneälv). 57 s. Helsinki 1992.

SALONEN, E. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Nykytila (A plan for the fisheries use and management of Lake Inari. The present stage) (Sammandrag: Bruks- och skötselplan för fiskerihushållningen för Enare träsk. Nutillstånd). 157 s. Helsinki 1992.

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)) (Sammandrag: Förbättring av artselektivitet hos sikfällor i Bottniska viken). 46 s. Helsinki 1992.

SAURA, A., MIKKOLA, J. ja IKONEN, E. Kymijoen vaelluskalatutkimukset 1989–1991 (Report on the studies of migratory fish species in River Kymijoki in 1989–1991) (Sammandrag: Resultaten av forskningsprojektet om vandrande fiskarter i Kymmene älv åren 1989–1991). s. 1–79.

LEINONEN, K. ja LEHTONEN, H. Virkistyskalastuksen motiivit (Motives for recreational fishing) (Sammandrag: Motiven för fritidsfisket). s. 81–101. Helsinki 1992.

RUNEBERG, J. Behandling av spillvattnen på Östra Finlands Centralfiskodlingsanstalt (Summary: Treatment of the effluent on Central Fish Culture and Fisheries Research Station for Eastern Finland) (Tiivistelmä: Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen poistoveden käsittely). 81 s. Helsinki 1992.

JÄRVINEN, A., RASK, M., NIEMELÄ, E., RAITANIEMI, J. ja TURUNEN, T. Yhdennetyn ympäristöseurannan järvien koekalastukset (The results of test fishings in the lakes of integrated monitoring) (Sammandrag: Provfiske i de sjöar som ingår i programmet för integrerad monitoring 1988–1990). s. 1–10.

ERKINARO, 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) (Sammandrag: Försurningsundersökning i Lapland – yngelforskning hos öring inom Luttojokis och Pasviksälvs insjösystem). s. 11–34.

JÄRVINEN, M., RASK, M., KUOPPAMÄKI, K., MAKKONEN, E., RUUHIJÄRVI, J. ja ARVOLA, L. Iso Valokjärven kalkituskokeilun vesikemialliset ja biologiset tutkimukset (Hydrochemical and biological studies of the liming experiment in Lake Iso Valkjärvi) (Sammandrag: Vattenkemiska och biologiska undersökningar av kalkningsprov i Iso Valkjärvi). s. 35–60.

VUORINEN, P., PEURANEN, S., VUORINEN, M. ja RASK, M. Kalkituksen akuutit vaikutukset ahvenen ja pitkäaikaiset vaikutukset siian elintoihin Isossa Valkjärvessä (The Iso Valkjärvi liming experiment: acute effects on perch (*Perca fluviatilis* L.) and long-term effects on whitefish (*Coregonus lavaretus* L.)) (Sammandrag: Kalkningens akuta effekter på abborrens och långvariga på sikens livsfunktioner i Iso Valkjärvi). 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) (Sammandrag: Fiskebeståndens utveckling i södra Finlands små försurade sjöar under åren efter kalkningen). s. 85–102.

LAPPALAINEN, A. Suomalaisten suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen torjuntatoimenpiteisiin (The attitudes towards emission control and liming of the acidified lakes in Finland) (Sammandrag: Finländarnas åsikter angående bekämpningsåtgärder av insjösystemens försurning). s. 103–126. Helsinki 1992.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimintakertomus vuodelta 1991 (Report on the activities of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991) (Berättelse över verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991). 159 s. Helsinki 1992.

Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät. Kalanviljely, vesiensuojelu ja valvonta (State fish culture conference, No. XIV. Fish culture, protection of waters and inspection) (Statens XIV fiskodlings konferens. Fiskodling, vattenskydd och övervakning). 10.–11.4.1990, Sotkamo. Toim. Pursiainen, M. ja Rahkonen, R. 121 s. Helsinki 1992.

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 technique of fish culture) (Statens XV fiskodlings- konferens. Resultatstyrning och Statens fiskodlings målprogram. Fiskodlingens anläggningar och teknik). 9.–10.4.1991, Pudasjärvi. H. Simola ja R. Rahkonen (toim.). 121 s. Helsinki 1992.

58

RINTAMÄKI, P. Montan, Raasakan, Ossauskosken ja Keminmaan kalanviljelylaitosten kalaloiset ja -taudit vuosina 1984–1991 (Fish parasites and diseases at the fish farms of Montta, Raasakka, Ossauskoski and Keminmaa, Northern Finland in 1984–1991) (Sammandrag: Fiskparasiter och -sjukdomar vid Montta, Raasakka, Ossauskoski och Keminmaa fiskodlingsanstalter åren 1984–1991). 44 s. Helsinki 1993.

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) (Statens XVI fiskodlings konferens. Naturfoderdamm odling, nya arter och djursföreläring). 1.–2.4.1992, Kuopio. R. Lavikainen ja R. Rahkonen (toim.). 103 s. Helsinki 1993.

60

Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. Mädituotanto 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. Helsinki 1993.

61

AHONEN, M. Vastakuoriutuneiden ja yksivuotiaiden taimenten istutustulokset Ylä-Menesjoella vuosina 1989–1991. (Results of newly hatched and one-year-old brown trout (*Salmo trutta m. lacustris*) stockings on River Ylä-Menesjoki in 1989–1991) (Sammandrag: Utplanteringsresultat för nykläckta och ettåriga öringar i Ylä-Menesjoki under åren 1989–1991). s. 1–30.

AHONEN, M. Inarijärven laskevien vesien järvitaimenen vuosien 1971–1989 Carlin-merkintöjen tulokset. (Results of Carlin tagging experiments with brown trout (*Salmo trutta m. lacustris*) in Lake Inari tributaries in 1971–1989) (Sammandrag: Resultat för Carlin-märkningar gjorda under åren 1971–1989 på öringar i vattendrag som utmynnar i Enare träsk). s. 31–58. Helsinki 1993.

62

VEHANEN, T., PASANEN, P., LEHTINEN, E. ja SIMOLA, O. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lohi-istutusten (*Salmo salar* L.) Carlin-merkintätulokset vuosilta 1973–1988 (Report on salmon (*Salmo salar* L.) tagging experiments performed by Taivalkoski State Aquaculture in 1973–1988) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkningar av lax (*Salmo salar* L.) som utfördes Norra Finlands centralfiskodlingsanstalt åren 1973–1988). 75 s. Helsinki 1993.

63

SAURA, A. Polttomerkinnän soveltuvuus yksikesäisten kalanpoikasten merkintään (The use of hot branding in the marking of one-summer-old juvenile fish) (Sammandrag: Brännmärkningsmetoden som gruppmarkningsmetod för ensomriga fiskungar). 38 s. Helsinki 1993.

64

JOKIKOKKO, E. ja JUTILA, E. Simojoen ylimmän osan ja sivujokien kalastus selvitys ja koskikartoitukset (Utredning av fiskbestånd och kartläggning av forsar i Simojokis övre lopp och biflöden) (A Study of the Fish Fauna and Rapid Areas of the Uppermost Reaches and Tributaries of the Simojoki River). s. 1–39.

KARTTUNEN, V. ja JUTILA, E. Kalastustilatoja Simon ja Ranuan kunnista vuosilta 1986 ja 1990. (Fiskeristatistik för kommunerna Simo och Ranua åren 1986 och 1990) (Fishery Statistics from the Municipalities of Simo and Ranua in 1986 and 1990). s. 43–77. Helsinki 1993.

65

VUORINEN, P. J., PAASIVIRTA, J., VUORINEN, M., PEURANEN, S. ja HOIKKA, J. Lohen ja meritaimenen ympäristömyrkkypitoisuudet ja lohen alkio- ja poikaskuolleisuus (Laxens och havsöringens halter utav miljögifter och laxens embryo- och yngeldödlighet) (Organochlorines in Salmon and Sea Trout and the Mortality of the Eggs and Yolk sac Fry of Salmon). 71 s. Helsinki 1993.

66

Lohen ja meritaimenen sopimuskasvatus ja istutukset. Sopimusviljelytyöryhmän muistio. (Kontraktuppfödning och utplantering av lax och havsöring. Kontraktodlingsarbetsgruppens memorandum.) (State-subsidized Rearing and Releasing of Salmonids. Memorandum of the Working Group on the State-subsidized Rearing and Releasing of Salmonids). 76 s. + 41 liites. Helsinki 1993.

67

SALONEN, E. ja MUTENIA, A. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunitelma. Osa

2.Suunnitelma. (Fiskeriekonomisk användnings- och skötselplan för Enare träsk. Del 2. Plan.) (The Fisheries' Use and Management Plan for Lake Inari. Part 2. Plan.). 73 s. + 7 liites. Helsinki 1993.

68

RAHKONEN, R. Kuhanpoikasten loiset kahdessa erityyppisessä luonnonravintolammikossa. (Parasiter på gösungen i två naturfoderdammar av olika typ.) (Parasites of Pike-perch Fry Reared in Two Different Types of Natural Food Ponds in Finland). 22 s. Helsinki 1993.

69

Metsätalouden vaikutukset kaloihin ja kalatalouteen. Osahankkeiden raportit vuosien 1990–1992 tuloksista. (Skogsbrukets effekter på fisk och fiske. Delprojektens rapporter över resultaten 1990–1992.) (Effects of Forestry On Fish and Fisheries. The Sub-project Reports of the Results between 1990–1992.) Toim. A. Lappalainen ja M. Rask. 137 s. Helsinki 1993.

70

KORHONEN, P. ja HEIKINHEIMO-SCHMID, O. Suurten petokalojen ravinto Ontojärvessä ja Lentuassa ja ravinnonkulutuksen arviointi. (Näring för stora rovfiskar i Ontojärvi och Lentua samt uppskattning av näringsförbrukningen.) (The Food of Large Predator Fishes in Lakes Ontojärvi and Lentua and the Estimation of Food Consumption.). 52 s. Helsinki 1993.

71

RAHIKAINEN, E. Hinnoittelun käyttökelpoisuus virkistyskalastuksen arvioinnissa. (Användbarheten av prissättning vid uppskattningen av rekreativfiskets värde) (The Appropriateness of Pricing in the Assessment of the Benefits of Recreational Fishing). 20 s. Helsinki 1993.

72

Sisävesi- ja rannikkokalastaja muutospainoiden alla. Arkipäivän ongelmat ammattikalastajien kertomana. (Förändringstryck inom insjö- och kustfisket. Fiskarna berättar om sina vardagsproblem.) (The Attitudes, Problems and Everyday Life of Professional Fishers: A Report on Fisheries in the Bothnian Sea and Freshwater Trawl Fishing.). Toim. P. Salmi ja J. Salmi. 117 s. Helsinki 1993.

73

SALONEN, E. ja MUTENIA, A. Luontaisen lisääntymisen vaikutukset Lokan ja Porttipahdan siikakantoihin ja kalastukseen. (Effekterna av naturlig förökning på sikbestånden och fisket i Lokka och Porttipahta) (The Effects of the Natural Reproduction of Whitefishes on Stocks and Fisheries in the Lokka and Porttipahta Reservoirs). 22 s. + liitt. Helsinki 1993.

74

PYLKKÖ, PÄIVI. Ruokinnan ja kasvatustiheyden vaikutus harjuksen ja nieriän ASA-tautiherkkyyteen. (Effekterna av utfodring och uppfödningstäthet på mottagligheten för ASA-sjuka hos harr och röding.) (The Effect of Feeding and Rearing Density on the Susceptibility to ASA Disease of Grayling (*Thymallus thymallus* L.) and Arctic Char (*Salvelinus alpinus* L.). 19 s. Helsinki 1993.

75

NYLANDER, E. ja PRUUKI, V. Tornionjoen vesistön kalastustilastot vuosilta 1991 ja 1992. (Fiskestatistik för Torne älvs vattensystem, åren 1991–1992.) (The Fishery Statistics of the Tornionjoki River Basin in 1991 and 1992). 26 s. + 10 liites. Helsinki 1994.

76

AALTO, J. ja RAHKONEN, R. *Gyrodactylus salaris* -loisen esiintyminen, haitallisuus ja torjunta. (Förekomst, skadlighet och bekämpning av parasiten (*Gyrodactylus salaris*.) (The Distribution, Adverse Effects and Prevention of the Parasite (*Gyrodactylus salaris*). 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

77

VEHANEN, T. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Pohjois-Suomessa. (Resultat av utplantering av insjööring i norra Finland.) (Importance of Environment and Stocking Density for the Efficiency of Brown Trout Stocking in Northern Finland.) 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

78

TAMMI, J. ja KUIKKA, S. Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana. (Gäddans näringsanvändning -temporära och spatiella variationer under lektiden) (The Spatial and Temporal Variation in the Food and Food Consumption of Northern Pike (*Esox lucius* L.) during the Spawning Period). 43 s. Helsinki 1994.

79

KEMPPAINEN, S. Kiiminkijoen vapakalastuksen kehitys vuosina 1989–1992. (Utvecklandet av spöfisket i Kimminge älv åren 1989–1992.) (The Development of Rod Fishing in the River Kiiminkijoki from 1989–1992). 39 s. + 7 liitettä. Helsinki 1994.

MÄKI-PETÄYS, A., MUOTKA, T., TIKKANEN, P., HUUSKO, A., KREIVI, P. ja KUUSELA, K. Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä. (Forellungens utnyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser.) (Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout.) 38 s. + 6 liitettä. Helsinki 1994.

HUUSKO, A., VEHANEN, T. ja KORHONEN, P. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972–1988 Carlin- merkkipalautuksiin perustuen. (Resultaten av utplanteringar med insjööring i Kuusamo med hjälp av Carlin-märkningar åren 1972–1988.) (Results of Stocking with Carlin-Tagged Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in the Kuusamo Area in 1972–1988.) 41 s. Helsinki 1994.

SALMI, P., JUVONEN, L., LAAMANEN, K., PIIPPONEN, M. ja PITKÄNEN, M. Kenen ehdoilla kalavaroja hyödynnetään? Onkamojärven kalastuskiistan taustoja. (På vems villkor utnyttjas fiskresurserna? Bakgrundsfaktorer angående fiskekonflikten kring sjön Onkamojärvi.) (On whose terms will the fish resources be harvested? Some background of the Lake Onkamo fishery conflict.) 33 s. Helsinki 1994.

SALMI, J., SALMI, P. ja SETÄLÄ, J. Ammattikalastajien kalan markkinointi. Ongelmat ja kehittämisedellytykset Pohjois-Satakunnan rannikolla. (Yrkesfiskarnas marknadsföring av fisk. Problem och utvecklingsförutsättningar längs kusten i norra Satakunda.) (The marketing of fish products by professional fishermen. Problems and advancement in the Bothnian Sea.) 96 s. Helsinki 1994.

MIKKOLA, J. ja SAURA, A. Viemäristä lohioeksi –Vantaanjoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1987–1993. (Från kloak till laxälv –Vandringsfiskundersökningar i Vanda åren 1987–1993) (From sewer to salmon river – studies on migratory fish in the River Vantaanjoki from 1987–1993). 103 s. Helsinki 1994.

Valtion kalanviljelyn XVIII neuvottelupäivät. (Statens XVIII fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No. XVIII). Yrjö Lankinen ja Juhani Pirhonen (toim.). 102 s. Helsinki 1994.

LAAMANEN, M., AHVONEN, A. ja JUTILA, E. Metsätalouden toimenpiteiden vaikutus Isojoen vesistön kalastukseen ja vesistön tilaan –tiedustelututkimus. (Effekter av skogsbruksåtgärder på fisket och på vattendragets tillstånd i Isojoki-Lappfjärds å – gallupundersökning) (Effects of forestry on fish and fishing in the river Isojoki watercourse – questionnaire survey). 49 s. + liite. Helsinki 1994.

JUTILA, E., KARTTUNEN, V. ja NIEMITALO, V. Parempi kivi koskessa kuin kymmenen rannalla – Erilaisten kunnostusmenetelmien vaikutus taimenen poikasmääriin Iijoen sivujokien koskissa. (Bättre en sten i forsen än tio på stranden – Olika restaureringsmetodernas inverkan på örringsyngel i forsarna i Ijo älvs biflöden) (Better one stone in the rapid than ten on the bank – Influence of various restoring methods on the parr densities of brown trout in the rapids of the tributaries flowing into the Iijoki River). 29 s. + liite. 29 s. Helsinki 1994.

MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M. JA MÄKINEN, K. Järvilohen (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) säilyttäminen ja kalastus Vuoksen vesistössä Carlin-merkintöjen perusteella. (Bevarande och fiske av insjölox (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) i Vuoksens insjösystem, undersökning med hjälp av Carlin-märkningar) Maintenance and fishing of landlocked salmon (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) on the basis of Carlin-tagging in the Vuoksi watercourse) 65 s. + liitt. Helsinki 1995.

NYLANDER, E. JA ROMAKKANIEMI, A. Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus (Havsöringen i Torne älv och havsöringsfisket) (Sea trout and fishing in the Tornionjoki River) 63 s. + liitt. Helsinki 1995.

URHO, L., KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M.-L., LEHTONEN, H., LEINONEN, K., PASANEN, P., RAHKONEN, R. JA TOLONEN, J. Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet (Möjligheter till import av nya fiskarter och -bestånd) (Possibilities for importing new fish species and stocks) 74 s. Helsinki 1995.

VEHANEN, T. Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset. I. Kalakannat ja kalastus. II. Kehittämistiedustelut (Fiskeriekonomiska förutsättningar i utbyggda älvar. I. Fiskbestånd och fiske. II. Utvecklingsgallupar) (Fish stocks and fisheries in large regulated rivers in northern Finland. I. The current state and fish stocks and fisheries. II: Development enquiries) 39 s. + liitt. + 28 s. + liitt. Helsinki 1995

92

SALMI, P., HUUSKO, A. Muikun talvinuottoaus ja muikkukannat Kuusamossa (Vinternotfångst av siklöja (*Coregonus albula* L.) och siklöjebestånden i Kuusamo) (Winter seine fishing of the vendace (*Coregonus albula* L.) in the Kuusamo area, northern Finland with implications on stock dynamics) 42 s. + liite. Helsinki 1995

93

URHO, L. Kalatäit kalojen terveystriskinä. (Fisklus som hälsorisk för fisken). Fish lice as a health risk for fish). 19 s. Helsinki 1995.

94

RAHKONEN, R. KILPELÄ S.-S., PASTERNAK, M. Lohikalojen paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus (Furunkulos hos laxfiskar och bekämpning av den. Litteraturoversikt). (Furunculosis of salmonids and its prevention. A review of the literature). 47 s. Helsinki 1995.

95

KEMPPAINEN, S., NIEMITALO, V., LEHTINEN, E., PASANEN, P. Lohen ja meritaimenen istutustutkimukset Kiiminkijoella (Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kiminge älv). (Stocking research on salmon and sea trout in the River Kiiminkijoki). 36 s. + 10 liit. Helsinki 1995.

96

Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. Toim. Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen. (Statens XIX fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No.XIX). 40 s. Helsinki 1995.

97

KREIVI, P., MUOTKA, T., TIKKANEN P., HUUSKO, A., MÄKI-PETÄYS, A., KUUSELA, K. Taimenen poikasten ravinnonkäyttö Kuusamon Kuusinkijossa. (Öringsynglens födoutnyttjande i Kuusinkijoki i Kuusamo) (Diet composition and prey preferences of juvenile brown trout in the river Kuusinkijoki). 32 s. + 3 liit. Helsinki 1995.

98

TURUNEN, J.-P. Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitapauksena lohenkalastuksen järjestäminen. (Medling i miljöpolitiska konflikter med laxfisket som exempel) (Environmental dispute resolution procedure for conflicts. A case study: the management of salmon fishing) 46 s. Helsinki 1995

99

MUTENIA, A., JANTUNEN, P., SALMINEN, A. Avoperärysäpyynnin soveltuvuus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä. (Ryssjor med öppen botten som fångstredskap i de konstgjorda sjöarna Lokka och Porttipahta) Fishing of whitefish with open-end trap nets in the reservoirs of Lokka and Porttipahta Reservoirs). S. 1-12 + liitt.

SALMINEN, A., MUTENIA, A. Ammatti- ja luontaiselinkeinokalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991. (Yrkes- och naturnäringsfiskets lönsamhet i Lokka konstgjorda sjö åren 1989-91) (Profitability of commercial and traditional fisheries in the Lokka reservoir from 1989-1991) s. 19 -34. Helsinki 1995

100

Luonnontilan muutokset Konnevedessä - 25 vuotta vesiluonnon tutkimusta . Toim. Pentti Valkeajärvi. 160 s. Helsinki 1995

101

Neutraloinnin vaikutukset happamoituneen metsäjärven ekosysteemiin. Iso Valkjärven kalkituskokeen tuloksia vuosilta 1990-1993 (Effekterna av neutralisering på ekosystemet i en försurad sjö Resultat av kalkningsförsöken i sjön Iso Valkjärvi under åren 1990-1993) Martti Rask ja Marko Järvinen (toim.). 84 s. Helsinki 1995