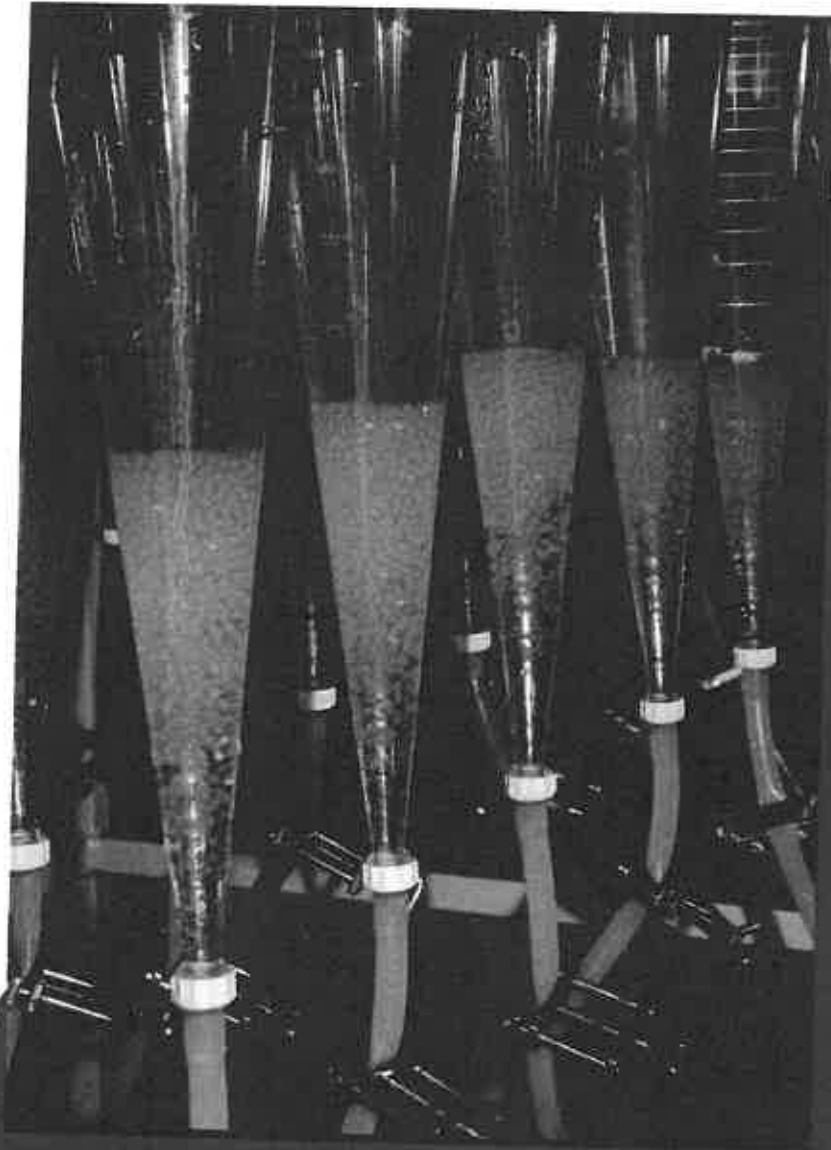


Päivi Eskelinen (toim.)

Mädin desinfiointi

Laadun hallintaa käytännössä



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 117

1996

Mädin desinfionti

Laadun hallintaa käytännössä

Päivi Eskelinen (toim.)

Helsinki 1996

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kansi: Harjuksen mädin desinfiointikoe(Kuva: Päivi Eskelinen)

Sisäsivujen kuvat: Päivi Eskelinen

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

ISBN 951-776-087-6

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1996

Päivi Eskelinen (toim.)

Mädin desinfiointi - laadun hallintaa käytännössä

Tutkimusraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Paisetaudin torjunta mädin desinfioinnilla ja desinfioinnin vaikutukset mätiin (313 020)

Desinfiomalla voidaan poistaa mädin pinnalla elävät kalatauteja aiheuttavat bakteerit ja virukset ja estää tautien leviäminen emosta poikasiin ja/tai eri tuotantoyksiköiden välillä. Yleisimmin käytetyt mädin desinfiointiaineet ovat jodoforeja. Ne tuhoavat tehokkaasti bakteereja ja viruksia. Hedelmöityksen jälkeen mäti paisuu ja imee itseensä vettä. Paisumisen aikana sekä mädin käsittely desinfiointikemikaaleilla että desinfiointitoimenpiteiden mekaaninen rasitus lisäävät mädin kuolleisuutta. Desinfiointi on useimmilla lajeilla riskittä tehtävissä noin neljän tunnin paisutusajan jälkeen, jolloin mäti kestää sekä kemikaaleja että mekaanista käsittelyä. Eri emoyksilöiden mädeillä on eroja desinfiointikemikaalien ja käsittelyn siedossa. Erityisesti lypsyn viivästyminen lisää huonosti desinfiointia sietävien mätien osuutta. Lievä desinfiointiaineen yliannostus on harvoin mädeille haitallista, kun desinfiointi ajoitetaan oikein. Aliannostus tai desinfiointiaineen tehon heikkeneminen orgaanisen aineen vaikutuksesta vaarantaa desinfioinnin tarkoituksen toteutumisen. Glutaraldehydi on mahdollinen mädin desinfiointiaine tilanteissa, joissa jodoforeja ei voida käyttää. Glutaraldehydin todettiin tuhoavan paisetautibakteereja kokeellisesti infektoidusta mädistä. Mädin desinfiointi on mahdollista myös automatisoida. Desinfiointilaitteesta rakennettiin mallikappale, jonka toimintaa testattiin. Desinfiointilaitteen toiminta perustuu kiertävään jodoforiliuokseen, jonka pitoisuutta voidaan mitata ja säätää ja huuhtelujen automatisointiin.

Desinfiointi, mäti, desinfiointilaitte, jodoforit, glutaraldehydi, paisetauti, lohi, kirjolohi, siika, harjus, nierä

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 117

951-776-087-6

0787-8478

71 s.

Suomi

75 mk

Julkinen

Edita-kirjakauppa
Annankatu 44
00100 Helsinki

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 202
00151 Helsinki

Puh. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Puh. (09) 228 811 Fax (09) 631 513

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

November 1996

Författare

Päivi Eskelinen (red.)

Publikationens namn

Romdesinfektion i avsikt att kontrollera romproduktionens kvalitet

Typ av publikation

Rapport

Uppdragsgivare

Vilt- och fiskeriforsknings institutet

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer

Bekämpning av böldsjuka genom romdesinfektion och desinfektionens effekter på rommen.

Referat

Genom desinficering är det möjligt att avlägsna de fisksjukdomsalstade bakterier och virus som lever på rommens yta, samt att förhindra att sjukdomarna sprids från moderfisk till yngel och/eller mellan olika produktionsenheter. De vanligaste desinfektionsmedlen är jodoformer som effektivt förstör bakterier och virus. Efter befruktningen sväller rommen och suger upp vatten. Under detta skede ökar både desinfektionskemikalierna och den mekaniska stressen rommens dödlighet. Ca fyra timmar efter uppsvällningsskedet kan man däremot för de flesta arter riskfritt utföra desinfektionen, då tål rommen nämligen både kemikalier och den mekaniska behandlingen. Rom från olika moderfiskar reagerar olika på desinfektion. En fördröjd mjölkning av rommen ökar andelen romkorn som är känsliga för behandlingen. Om desinfektionen sker vid rätt tid är en lätt överdosering av kemikalierna sällan skadlig. En underdosering eller försvagning av effekten till följd av andra organiska ämnen äventyrar desinfektionens syfte. I situationer då man inte kan använda jodoformer är glutaraldehyd en möjlig ersättare. Ämnet har konstaterats döda furunculosebakterier i rom som infekterats på konstgjord väg. Det är också möjligt att automatisera desinfektionen. I samband med undersökningen byggdes och testades en prototyp för en desinfektionsapparat. Apparaten fungerar med hjälp av en cirkulerande jodoförlösning vars halt kan mätas och regleras och på automatiska sköljningar.

Nyckelord

Desinfektion, rom, desinfektionsapparat, jodoformer, glutaraldehyd, böldsjuka, lax, regnbågslax, sik, harr, röding

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 117

ISBN

951-776-087-6

ISSN

0787-8478

Sidantal

71 s.

Språk

Finska

Pris

75 mk

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Edita-bokhandel
Annegatan 44
00100 Helsingfors

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 202
00151 Helsinki

Tel. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Tel. (09) 228 811 Fax (09) 631 513

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

November 1996

Author(s)

Päivi Eskelinen (ed.)

Title of Publication

The Disinfection of Fish Eggs: Quality Control in Practice

Type of Publication

Report

Commissioned by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Research Contract

Title and Number of Project

The Prevention of Furunculosis by Disinfecting Fish Eggs, and the Effects on Eggs

Abstract

The disinfection of eggs can remove the bacteria and viruses which cause fish diseases, and can also prevent the spreading of diseases from female to fry and/or between production units. The most common disinfectants of eggs are iodophores which efficiently kill bacteria and viruses. The egg absorbs water and swells up after fertilization. Disinfection and mechanical stress during the disinfection procedure increase the mortalities of eggs during the sensitive swelling up period. Disinfecting is safe for most species after four hours of swelling after which the eggs are resistant to chemical and mechanical treatment. The eggs from different females tolerate chemicals and treatment differently. The delay in the stripping of females especially increases sensitivity to chemicals. Minor overdosing is seldom harmful to the eggs as long as the timing is right while underdosing or binding to organic material reduces the effectiveness of disinfection. Glutaraldehyde is a possible disinfectant in situations where iodophores cannot be used; it destroyed furunculosis bacteria in artificially infected eggs. It is also possible to automatize egg disinfection. One such model was built and tested. The function of a disinfecting device is based on circulating the iodophore solution, the concentration of which can be measured and adjusted. It is also possible to automatize the rinsing.

Key words

Disinfection, fish eggs, disinfecting device, iodophores, glutaraldehyde, furunculosis, salmon, rainbow trout, whitefish, grayling, arctic char

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 117

ISBN

951-776-087-6

ISSN

0787-8478

Pages

71 p.

Language

Finnish

Price

75 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab
Book-shop
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland
Phone +358 9 566 0566 Fax +358 9 566 0570

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 202
FIN-00151 Helsinki, Finland
Phone +358 9 228 811 Fax +358 9 631 513

SISÄLLYS

Päivi Eskelinen ja Leena Forsman

Mädin desinfiointi jodoforeilla 5

Päivi Eskelinen

Glutaraldehydi mädin desinfiointiaineena 39

Tarja Tiainen ja Päivi Eskelinen

Glutaraldehydivalmisteen teho mädin desinfiointissa 47

Päivi Eskelinen, Leena Forsman, Markku Pursiainen, Lena Söderholm-Tana, Esko Anttonen, Antti Soivio ja Matti Karjalainen

Mädin desinfiointilaite – raportti mallilaitteen suunnittelusta ja testauksesta 57

MÄDIN DESINFIOINTI – TAVOITTEENA MÄDINTUOTANNON LAADUN VARMISTAMINEN

Emokalanviljelyllä tuotetaan kaikki lähtömateriaali Suomessa vuosittain kasvatettavalle noin 16 miljoonalle kirjolohikilolle ja lähes kaikki petomaisten lohikalajien, taimenten, lohen ja nieriöitten, sekä harjuksen istukas- ja ruokakalatuotantoon tarvittava mäti. Luonnonmädin hankinnan varassa on merkittävä osa siian viljelystä sekä lähes koko kuhan, hauen ja kotimaisten särkikalajien tuotanto.

Mädin hankintatavasta riippumatta mädin laadulla on oleellinen merkitys jatkoviljelyn tulokselle. Mädin laatu on hyvin laaja ja monipuolinen käsite, jolla yleisesti ymmärretään kaikkia niitä mädistä riippuvia tekijöitä, jotka mahdollistavat hyvän lopputuotteen tuottamisen. Hyvä laatu voi myös kulloisenkin käyttötarkoituksen mukaan liittyä johonkin erityiseen mädin ominaisuuteen. Mädin laatua ei voi mädistä itsestään yksiselitteisesti mitata, eikä ole olemassa yleisiä laatuvaatimuksia.

Mädin tuotantoprosessin, oli sitten kyseessä emoviljely tai luonnonmädin hankinta, laadun tarkastelu kuvaa hyvin mädin laatua. Mädituotannon laadun tärkeimmät osatekijät ovat geneettinen laatu ja emoviljelyn terveystilanne. Geneettisellä laadulla tarkoitetaan esimerkiksi emokalastojen alkuperän ja taustan tuntemista, riittävää efektiivistä populaatiokokoa ja perinnöllisten ominaisuuksien säilymisen turvaavia hedelmöitys- ja kasvatustekniikoita. Emokalanviljelyn geneettisen laadun kriteerit vaihtelevat eri käyttötarkoitusten mukaan. Terveyslaatu pitää sisällään emokalajien kunnan ja terveystilan sekä ennaltaehkäisevät ja hoitoon liittyvät toimenpiteet, joiden tarkoituksena on estää mahdollinen tautien siirtyminen emokaloista jälkeläisiin tai viljelystilojen välillä tai estää mädin altistuminen viljeltävyyttä haittaaville tuotantoympäristön olosuhteille. Tuotantosuunnasta ja viljeltävästä lajista riippumatta terveystilaa koskevat kriteerit ovat varsin yhteneväisiä.

Mädistä ja haudontatiloista voidaan taudinaiheuttajia poistaa valikoimattomasti desinfioimalla mäti hedelmöityksen jälkeen, siirtojen yhteydessä tai mittaus- ja puhdistustoimenpiteiden yhteydessä haudonnan aikana. Samoin orgaanisen aineen poistolla haudontavedestä ja hautomon vesityslähteen valinnalla voidaan taudinaiheuttajien esiintymistä vähentää. Lääkintä ei ole tehokas tapa poistaa mädistä taudinaiheuttajia. Bakteriologista haudontaveden manipulointia tullaan todennäköisesti ainakin joidenkin lajien viljelyn tarpeisiin kehittämään. Emokalajien ja mädin vastustuskyvyn parantamista probioottisilla aineilla ja aktiivisella immunologialla puolustusjärjestelmää on myös alettu tutkia.

Mädin desinfioinnin ja desinfiointimenetelmien kehittäminen tähtää mädituotannon laadun varmistamiseen ja kehittämiseen. Desinfioinnin tärkeimmät tavoitteet ovat tehokkuus ja turvallisuus. Sen tulee torjua tehokkaasti taudinaiheuttajia mutta se ei saa aiheuttaa tarpeettomia haittoja mädin kehitykselle tai riskejä myöhemmälle viljelytyydelle.

Mädituotannon laadun ja tautitorjunnan turvaamisen lisäksi desinfiointia tarvitaan myös lakisääteisesti. Maa- ja metsätalousministeriö on tarkoituksenaan estää lohikalajien paisetaudin leviäminen, rajoittanut elävän kalan ja mädin siirtoja muualta Suomesta ns. suojatuille alueille, joissa paisetautia ei esiinny (MMM:n päätökset 250/94 ja 276/94). Samoin on rajoitettu elävän kalan ja mädin siirtoa merestä sisäve-

sialueille. Suojatuille alueille voidaan viljely- ja istutustarkoituksiin kuitenkin siirtää mätiä, jos se ennen siirtoa desinfioidaan jodoforilla tai muulla paisetautibakteeriin tehoavalla tavalla. Eläinlääkintä ja elintarvikelaitos on antanut seuraavat mädin desinfiointiohjeet jodoforeilla tapahtuvaa desinfiointia varten. Näiden ohjeiden mukaan desinfiointiliuoksen tulee sisältää vähintään 100 ppm vapaata jodia.

Mädin siirrot merestä sisävesiin ovat luvanvaraisesti mahdollisia karantenoinnin jälkeen (MMM:n päätös 471/1990). Karantenoinnin aikana emokalat tutkitaan bakteeriperäisen munuaistaudin ja myös muiden taudinaiheuttajien varalta. Jos emoista ei löydy vastustettavia kalatauteja, voidaan mäti yleensä ottaa desinfioituna viljelyyn myös sisämaassa.

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää mistä kalojen mädin desinfioinnissa esiintyvät ongelmatilanteet johtuvat ja miten ne voidaan ratkaista. Samalla on koottu yhteen tietoa siitä, mitä mädin desinfioinnista eri puolilla maailmaa tiedetään ja millaisia menetelmiä muualla on käytössä. Lisäksi tarkoituksena on koota yhteen vuosien 1989-1993 aikana tehdyn mädin desinfiointimenetelmien kehittämistutkimuksen tuloksia ja muokata tuloksista vastauksia mädintuotannon parissa työskentelevien usein esittämiin desinfiointia koskeviin kysymyksiin.

Mädin desinfiointi jodoforeilla

Päivi Eskelinen¹ ja Leena Forsman²

¹ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely,
Vilppulantie 415, 41360 Valkola

² Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Elinkeinokalatalouden tutkimus, PL 202, 00151 Helsinki

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	7
1.1. Miksi kalan mäti pitää desinfioida?.....	7
1.2. Riskienhallintaa ja laadunvarmistusta.....	7
1.3. Desinfiointi tarkoittaa taudinaiheuttajan poistamista.....	8
1.4. Mädin desinfiointiaineet.....	9
1.5. Desinfiointin ongelmakohdat.....	10
2. JODOFORIT TUHOAVAT BAKTEEREITA JA VIRUKSIA.....	11
2.1. Jodoforien desinfiointiteho.....	11
2.2. Jodoforien käyttö.....	12
3. VASTALYPSETYN MÄDIN DESINFIOINTI JODOFOREILLA.....	14
3.1. Mätimunun rakenne.....	14
3.2. Hedelmöitymisen jälkeen mätimuna paisuu ja kovettuu.....	15
3.3. Mätimunun kuoren ja vitelliinikalvon osmoottiset ominaisuudet.....	16
3.4. Lisääkö vastalypsetyn mädin desinfiointi kuolleisuutta?.....	16
3.5. Miten pian hedelmöityksen jälkeen mäti voidaan desinfioida?.....	18
4. DESINFIOINTI ON MÄDIN MEKAANISTA JA KEMIALLISTA KÄSITTELYÄ.....	20
4.1. Miten mäti kestää mekaanista käsittelyä eri kehitysvaiheissa?.....	20
4.2. Mekaanisen käsittelyn ja jodoforin yhteisvaikutus.....	21
5. ERI EMOJEN MÄDIT EROAVAT JODOFORIKÄSITTELYN SIEDON SUHTEEN.....	25
5.1. Yksilöiden väliset erot lisääntymistuloksessa.....	25
5.2. Eri emoyksilöiden mädeillä on eroja jodoforikäsittelyn siedossa.....	25
5.3. Miten yksilöerot jodoforien siedossa hallitaan?.....	28
6. JODOFORIPITOISUUDEN TURVALLISUUSRAJAT - VOIDAANKO KÄYTTÄÄ SUOSITUSTA VÄKEVÄMPIÄ JODOFOREJA?.....	29
6.1. Tavoitteena tehokas mutta turvallinen desinfiointimenetelmä.....	29
6.2. Jodoforien toksisuus lohikalojen mädille.....	29
6.3. Vastahedelmöitetty mäti sietää myös suosituksia väkevämpiä jodoforeja.....	30
7. KÄYTTÖSUOSITUKSET.....	33
KIITOKSET.....	35
KIRJALLISUUS.....	35

1. JOHDANTO

1.1. Miksi kalan mäti pitää desinfioida?

Tarttuvat kalataudit voivat mätisiirtojen mukana levitä laitoksesta tai laitoksen osasta toiseen. Desinfiomalla mäti ennen siirtoa, voidaan poistaa mädin pinnalla elävät kalatauteja aiheuttavat bakteerit ja virukset ja estää tautien kulkeutuminen.

Jatkokasvatukseen toimitettavasta kalamateriaalista suuri osa siirretään mädintuotantopaikasta poikaskasvatuspaikkaan mätinä. Mätinä siirtäminen onnistuu yleensä helpposti pitkienkin matkojen päähän, jopa maasta toiseen. Mätinä ostettaessa ja myytäessä tuote on useimmiten desinfiotava ennen luovutusta. Kalanviljelylaitoksessa, jossa on sekä mädintuotantoa että poikastuotantoa, pidetään tautitorjuntasyistä tarpeellisena sektoroida eri toiminnot mahdollisimman paljon toisistaan erilleen. Tällöin mädin tuonti hautomoon tai vienti hautomosta jatkokasvatustiloihin edellyttää mädin desinfiointia, jotta voidaan varmistua lähtömateriaalin laadusta. Kala- ja mätisiirtoja rajoittavat viranomaispäätökset sallivat ainoastaan desinfioidun mädin siirron.

Suomen oloissa mädin desinfiointilla pyritään erityisesti estämään lohikalujen paisetaudin leviäminen. Paisetautibakteerin on havaittu siirtyvän paisetautisista emokaloista ovarioihin, mutta ei mätimunana sisään (McFadden 1969). Desinfiomalla mätimunien pinta voidaan siten ehkäistä paisetaudin siirtyminen mädintuotannosta poikaskasvatukseen. Mädin välityksellä voi levitä myös IPN-virus, bakteeriperäinen munuaistauti (BKD), ASA- ja jersinia-taudit. Näistä ainakin IPN ja BKD leviävät myös mätimunana sisällä (Wichardt 1988), joten niiden torjumiseen ei mädin desinfiointi riitä.

1.2. Riskienhallintaa ja laadunvarmistusta

Vesiviljelytuotannon tautiriskejä voidaan pyrkiä minimoimaan useilla tavoilla. Taudinaiheuttajan ja kasvatettavan kalan tai ravun kontakti voidaan pyrkiä estämään esimerkiksi estämällä kalojen siirtoja tautistatuksestaan erilaisten ympäristöjen välillä. Tuotantoympäristöjä voidaan manipuloida siten, että taudinaiheuttajien elinolosuhteet heikkenevät. Kasvatettavien kalojen immuunivastetta taudinaiheuttajia kohtaan voidaan nostaa rokottamalla tai lisäämällä yleistä vastustuskykyä. Kemiallisesti voidaan torjua taudinaiheuttajia desinfiomalla tai tuhota niitä kasvatettavista, jo sairastuneista kaloista lääkkeillä. Jalostustoiminnalla voidaan pyrkiä luomaan kalakantoja, joilla on luontaista tautien vastustuskykyä. Myös viljely-ympäristöstä aiheutuvia stressitekijöitä voidaan poistaa, jolloin kalojen tautien vastustuskyky kasvaa.

Mädin desinfiointi kuuluu niihin toimenpiteisiin, joilla mädintuotannon tulosta voidaan parantaa ennaltaehkäisevästi. Vedessä on aina runsaasti erilaisia mikroorganismeja. Viljelyolosuhteissa mikrobien määrä lisääntyy koska kalojen aineenvaihduntatuotteet ovat niille sopivaa ravintoa. Kalojen ja mädin kudosten pinnoilla on myös runsaasti sopivia elinolosuhteita mikrobeille. Kalanviljelylaitoksilla, missä kalat pidetään luonnonympäristöihin verrattuna suurissa tiheyksissä myös haitalliset mikro-

bit rikastuvat. Merkittävä osa viljeltävien kalojen hoitotoimenpiteistä tähtää toissijaisesti myös viljely-ympäristön pitämiseen sellaisena, että mikrobien lisääntyminen ja kasvu estyy tai ainakin heikkenee. Esimerkiksi syömättä jääneen rehun ja ulosteiden poisto altaista vähentää ravinnekuormitusta ja parantaa veden laatua, mutta myös al-lashygieniaa.

Elävän mädin pinnalla voi esiintyä sekä tavanomaisia vedessä eläviä bakteereja, vi-ruksia ja homeita että varsinaisia kalatautien aiheuttajia. Mikrobit tarttuvat mätiin jo-ko vedestä tai emokalan kautta. Tavanomaiset vesibakteerit eivät suoranaisesti sai-rastuta mätiä, mutta ne voivat erittää ympärilleen mädille haitallisia entsyymejä tai toksiineja. Lisäksi ne estävät mädin hapensaantia ja kilpailevat vedessä saatavilla ole-vien happivarojen käytöstä. Haudontaolosuhteiden heikkeneminen altistaa mätiä vesi-homeelle tai muille patogeeneille. Erityisesti eräiden merilajien viljelyssä on todettu (Kjørsvik ja Holmefjord 1995), että mikrobikuorman vähentäminen mädin pinnalta parantaa haudontatulosta, vaikka mätimunien pinnat eivät desinfioidin jälkeen olisi-kaan täysin steriilejä.

Mädin haudonnan hygieniatasoa voidaan desinfioidin lisäksi parantaa myös veden virtauksen optimoinnilla haudontalaitteissa (Rach ym. 1995) ja puhdistamalla vettä erilaisilla suodatuksilla tai steriloimalla sitä esimerkiksi otsonoimalla tai ultravioletti-käsittelyllä. Mätiä voidaan periaatteessa hoitaa myös antibioottikylvetyksillä. Niiden ennaltaehkäisevä käyttö ei kuitenkaan ole hyväksyttävää. Varsinaisiin sairauksiinkaan ei mädin antibioottikylvetyksiä yleensä voi käyttää, koska antibioottikylvetykset eivät poista pieniä taudinaiheuttajapitoisuuksia.

Hyvä tuotantotapa, jossa olosuhteet pyritään järjestämään mahdollisimman optimaali-siksi on laadunvarmistuksen perusta myös mädintuotannossa. Laadukkaassa tuotan-nossa pyritään hyödyntämään luonnon omat tautientorjuntamekanismit, esimerkiksi järjestämällä hyvät tuotanto-olosuhteet, ja käyttämään mahdollisimman vähän kemi-allisia tai muita manipulaatioita. Toisaalta koko tuotantojärjestelmän laadun kannalta mädin desinfiointi on kuitenkin perusteltua ja tarpeellista kun sen avulla voidaan var-mistaa että mätisiirtojen yhteydessä ei tuotantotiloihin samalla tuoda ulkopuolisia taudinaiheuttajia.

1.3. Desinfiointi tarkoittaa taudinaiheuttajan poistamista

Käsitteellä desinfiointi tarkoitetaan taudinaiheuttajan poistamista. Desinfiointia voi-makkaampi toimenpide on sterilointi, joka tarkoittaa kaikkien mikrobien täydellistä poistamista. Desinfiointiin käytetään useimmiten kemikaaleja. Kemikaalien lisäksi steriloinnissa käytetään suodatusta, tulta, lämpöä ja säteilyä. Desinfiointikemikaaleja on käytössä valtavasti: detergenttejä, happoja tai emäksiä, alkoholeja, fenoleita, ha-pettavia aineita (kuten kloori ja jodi), raskasmetalleja, aldehydejä (kuten formaliini) ja myös sulfonamideja ja antibiootteja, joiden käyttö desinfiointiaineena ei kuitenkaan Suomessa ole mahdollista. Desinfiointiaineet sisältävät useimmiten tehoaineen lisäksi detergenttejä.

Kun mikrobeja sisältävään ympäristöön lisätään sopivaa desinfiointiainetta, mikrobeja alkaa tuhoutua hyvin nopeasti. Altistusajan pidetessä mikrobeja tuhoutuu suhteelli-sesti vähemmän. Nuoret, aktiivisesti kasvavat mikrobisolut kuolevat desinfioidinssa herkästi, vanhat solut ovat usein resistenttejä.

Kemiallinen desinfiointi on tavanomainen kemiallinen reaktio siinä mielessä, että lämpötilan nosto yleensä nopeuttaa desinfiointia, kuten muitakin kemiallisia reaktioi-ta. Tosin eri mikrobit ja desinfiointiaineet reagoivat eri tavoin lämpötilan nostoon.

Desinfiointiaineen pitoisuus on oleellinen mikrobien tuhoutumisnopeuden eli desinfiointitehon säätelijä. Jo kohtuullinen pitoisuuden lisäys saattaa moninkertaistaa desinfioinnin tehon, kun taaas pienillä pitoisuuksilla ei välttämättä ole mitään vaikutusta mikrobeihin. Tehokkaaseen desinfiointiin tarvittava pitoisuus riippuu tietenkin kemikaalista ja olosuhteista, jossa desinfiointi tehdään. Pitoisuuden ylärajan määräävät kemikaalin toksiset vaikutukset ja taloudellinen kannattavuus ympäristöseikkojen ohella.

Useilla mikrobeilla on desinfiointia vaikeuttavia rakenteita, kuten kuoria ja kapselit. Lepomuodot eivät tuhoudu yhtä helposti kuin kasvavat solut. Desinfiointiliuoksen happamuus vaikuttaa desinfiointiaineiden tehoon. Monet mikrobit myös tuhoutuvat helpommin kun ympäristön pH poikkeaa optimaalisesta.

Desinfiointiaineiden toimintamekanismi perustuu usein aineen reaktioon mikrobisolujen pintarakenteiden tiettyjen orgaanisten ainesosien kanssa. Muu desinfiointiliuoksessa oleva orgaaninen aine, kuten lika tai veden humus reagoi myös desinfiointiaineen kanssa, jolloin aineen tehokas pitoisuus laskee. Ennen desinfiointia tarvitaan siksi puhdistusta. Desinfiointiaineen tehoa voidaan parantaa lisäämällä mukaan detergentejä tai muita pinta-aktiivisuutta alentavia aineita. Niiden tarkoituksena on edistää desinfiointiaineen ja mikrobin kontaktia päästämällä desinfiointiaine vaikuttamaan mikrobisolun pintaan.

1.4. Mädin desinfiointiaineet

Etenkin lohikalajien mädin desinfioinnissa käytetään pääasiassa jodoforeja. Jodoforit ovat kemikaaleja, joissa jokin pinta-aktiivinen aine toimii jodin kantajana lisäten samalla jodin vesiliukoisuutta. Jodofori on yleensä tehokkaampi bakterisidi kuin pelkkä jodi. Jodoforimuodossa jodi on miellyttävämpi käyttää kuin puhtaana kemikaalina; haihtuvuus on vähäistä, haju ei haittaa eikä jodoforivalmiste yleensä ärsytä ihoa tai värjää sillä käsiteltäviä pintoja. Mädin tuotannossa käytettävien välineitten materiaalit kestävät hyvin jodoforiliuoksia. Jodoforivalmisteet ovat väriltään ruskeanpunaisia tai meripihkanvärisiä. Vanhentuneitten liuosten väri vaalenee. Väristä voi päätellä myös liuoksen väkevyyden.

Jodoforit soveltuvat useimpien lohikalajien mädille ja torjuvat riittävän tehokkaasti taudinaiheuttajia mädin pinnalta. Tehokkaana pidetään jodoforia, jossa vapaan jodin pitoisuus on 100 ppm. Jodoforien käyttöliuosten pH tulee olla neutraalilla alueella. Happamissa liuoksissa ne ovat mädille toksisia ja pH:n noustessa yli kahdeksan, niiden antiseptinen teho vähenee. Erityisesti mädin desinfiointiin on olemassa valmiita jodoforituotteita kuten esimerkiksi Buffodine, Wescodyne ja Argentyne. Näissä valmisteissa on mukana puskurointikemikaaleja, joten niitä käytettäessä desinfiointiliuoksen pH pysyy neutraalina. Näitä valmiita desinfiointiaineita ei juurikaan ole Suomessa saatavilla, joten desinfiointiliukset valmistetaan itse jodoforivalmisteista ja puskurointiaineista. Tavallisimmin käytetään paikallisantisepteja, esimerkiksi Betadinea. Puskurointiin voidaan käyttää natriumvetykarbonaattia tai natriumhydroksidia ja kaliumdivetyfosfaattia.

Mädin desinfiointiin on käytetty ja kokeiltu myös muita kemikaaleja kuten formaliinia, akriflaviinia, erytromysiiniä, kloramiinia, mertiolaattia ja lysotsyymiä. Mikään näistä ei ole kuitenkaan osoittautunut erityisen suositeltavaksi. Ne joko tehoavat huonosti taudinaiheuttajiin, ne tuhoavat vain tietyn tyyppisiä taudinaiheuttajia tai ovat myrkyllisiä mädille. Lisäksi eräät niistä, kuten akriflaviini ja formaliini ovat käyttäjilleen hyvinkin haitallisia. Antibioottien, kuten erytromysiinin ennaltaehkäisevään käyttöön liittyy bakteerien resistenssin kehittymisen riski. Lysotsyymi on lohikalajien

mätimunissa luonnostaan esiintyvä bakteereja torjuva entsyymi. Sen on todettu estävän eräiden tautien siirtymistä emokaloista mätiin (Yousif ym 1994), mutta desinfiointiaineena siitä ei juurikaan ole käytännön kokemuksia.

Glutaraldehydi on jodoforien ohella lupaavin mädin desinfiointiaine. Erityisen hyvin sen on havaittu soveltuvan merikalajien kuten kampeloiden mätien desinfiointiin (Salvesen ja Vadstein 1995).

1.5. Desinfioinnin ongelmakohdat

Mädin desinfiointi on periaatteessa helposti toteutettava toimenpide. Aina se ei kuitenkaan suju ongelmitta. Mädin kuolleisuus voi lisääntyä desinfioinnin jälkeen tai desinfioinnin tehosta ei voida olla varmoja.

Useimmat ongelmatilanteet liittyvät heti hedelmöityksen jälkeen tehtävään desinfiointiin. On löydettävä aikaisin mahdollinen ajankohta, jolloin mäti on paisunut niin että sen voi ilman erityisiä haittoja desinfioida. Toisaalta desinfiointia ei useinkaan voi käytännön syistä viivyttää, koska erillisten paisutus- tai haudontatilojen järjestäminen desinfiomattomalle mädille on liian kallista.

Eräitten lajien, kuten harjuksen mädin desinfiointi on osoittautunut ongelmalliseksi. Harjuksen viljelyssä jodoforeja ei voi käyttää heti hedelmöityksen jälkeen tehtävään desinfiointiin. Vaihtoehtoisten desinfiointiaineiden käytölle ei ole saatu auktorisoitua ohjetta. Myös siikojen mätiä ei ole aina pystytty desinfiomaan vastalypsettynä, vaan desinfiointi on jätetty silmäpistevaiheeseen. Tämä on johtanut tarpeeseen varustaa näille lajeille erilliset hautomotilat, joissa desinfiomaton mäti voidaan pitää erillään desinfioidusta.

Desinfiointiaineiden teho käytännön viljelyssä herättää usein kysymyksiä. Tehon varmistamiseksi voitaisiin ehkä käyttää väkevämpiä desinfiointiaineliuoksia. Niiden turvallinen käyttö edellyttää varmutta siitä, että ei käytetä myrkyllisiä ainepitoisuuksia.

2. JODOFORIT TUHOAVAT BAKTEEREITA JA VIRUKSIA

2.1. Jodoforien desinfiointiteho

Jodoforien käyttö kalan mädin desinfiointiaineena alkoi 1970-luvulla, mutta yleistyi lohikalojen viljelyssä 1980-luvun aikana. Jodoforien havaittiin olevan 100 ppm vapaan jodin pitoisuuteen asti pääosalle tutkituista lohikalalajeista turvallisia käyttää silmäpistemädin desinfiointiin ja useille lajeille niitä voitiin käyttää myös heti hedelmöityksen jälkeen paisuneen mädin desinfiointiin.

Jodoforit tunnetaan tehokkaana desinfiointiaineena lääketieteessä. Sekä gram-positiiviset että gram-negatiiviset bakteerit ovat erittäin herkkiä tuhoutumaan jodoforikäsittelyllä. Ne tehoavat myös viruksiin, bakteerien sporeihin, alkueläimiin ja hiivasieniin (Gardner ja Peel 1986).

Suomen kalanviljelyssä on panostettu erityisesti lohikalojen paisetaudin (*Aeromonas salmonicida* ssp. *salmonicida*) leviämisen estämiseen rajoittamalla elävien kalojen siirtoja eri alueiden välillä ja desinfioidulla siirrettävä mätä ja kuljetusvälineet. Kalatautibakteerit voivat helposti siirtyä emokaloista jälkeläisiin. Vanhoihin, jo kolmekymmentäluvulla saatuihin tutkimustuloksiin perustuen on arveltu, että sekä kokeellisesti infektoidujen että luonnosta tartunnan saaneiden kalojen ovarioista lohikalojen paisetautibakteeri voi siirtyä mätimunän pinnalle, mutta ei sen sisään. Myöhemmin on selvitetty, että mätimunän oma, bakteereja tappava lysotsyymi-entsyymi saattaa voida estää paisetautibakteerin siirtymisen mätimunän sisälle (Yousif ym. 1994). Pinnan desinfiointi bakteereja tehokkaasti tappavilla kemikaaleilla toimii erityisesti paisetaudin vertikaalisen välittymisen estäjänä. Myöhemmin paisetaudin vertikaalista välittymistä on mm. tutkimusmenetelmien hankaluuden vuoksi epäilty (McCarthy 1980), mutta mädin desinfiointi on käytännössäkin todettu tehokkaaksi menetelmäksi estää paisetaudin leviäminen.

Jo 1970-luvun alussa Ross ja Smith (1972) totesivat kokeellisten tutkimusten perusteella, että jodoforit tehokkaiksi tuhosivat *Aeromonas*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Chondrococcus* ja *Cytophaga* - sukujen kalapatogeenit ja vaikuttivat myös eräisiin sienitiöihin. Verrattuna klassisiin desinfektioaineisiin, kuten sulfomertiolaattiin ja akriflaviiniin, McFadden (1969) havaitsi, että jodoforiyhdiste oli huomattavasti tehokkaampi tuhoamaan mädin pinnalla olevia kalatauteja aiheuttavia bakteereita. Jodoforit ovat myös tehokkaita matalissa lämpötiloissa, toisin kuin useimmat desinfiointiaineet.

Amend ja Pietsch (1972) pitivät laboratoriotutkimusten perusteella jodoforeja myös tehokkaina sellaisten lohikalojen virustautien kuin IPN, VHS ja IHN leviämisen estäjinä. Myöhemmin on todettu, että mädin desinfiointilla ei pystytä torjumaan bakteeriperäisen munuaistaudin sekä IPN- ja IHN-virusten vertikaalista leviämistä (Bullock ym. 1976 ja Evelyn ym. 1984), koska nämä mikrobit elävät mädin sisällä. Jodoforit tuhoavat kuitenkin myös viruksia mädin pinnalta.

2.2. Jodoforien käyttö

Viranomaisohjeiden mukaan mädin desinfiointi tulee tehdä jodoforiliuoksella, jonka vapaan jodin pitoisuus on vähintään 100 ppm. Tämän katsotaan olevan turvallinen, mädin kehitystä haittaamaton pitoisuus ja samalla riittävän tehokas tuhoamaan taudinaiheuttajia. Muun kuin silmäpisteasteisen mädin desinfiointiliuokset tulee tehdä fysiologiseen suolaliuokseen osmoottisen tasapainon ylläpitämiseksi, jolloin desinfiointiaineen imeytyminen mädin sisään estyy.

Koska jodoforien toksisuus lisääntyy kun liuoksen happamuus kasvaa, desinfiointiliuoksen pH on säädettävä neutraaliksi. Tavallisimmin tähän käytetään natriumhydroksidia (9,5 g/l) yhdessä kaliumdivetyfosfaatin (68 g/l) kanssa tai natriumkarbonaattia (0,1 g/l). Desinfiointiliuoksen pH ei saa olla myöskään liian korkea. Amendin ja Piet-schin (1972) mukaan jo lievästi emäksisessä pH:ssa 8,6 jodoforien virusidinen teho oli heikompi kuin neutraalissa tai lievästi happamassa.

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos on mädin desinfioinnista antanut seuraavat menettelytapohjeet:

1. Anna mädin turvota vähintään puoli tuntia hedelmöityksen jälkeen.
2. Poista kuolleet mätimunat ja hautaa ne maahan.
3. Siirrä vastahedelmöitetty mäti fysiologiseen suolaliuokseen (90 g suolaa/10 l vettä).
4. Liuota puskuriaineet (KH_2PO_4 ja NaOH) puhtaaseen veteen (silmapisteasteinen mäti) tai fysiologiseen suolaliuokseen (vastahedelmöitetty mäti) ja lisää desinfektioaine.
5. Upota mäti liuokseen 10 - 15 minuutin ajaksi välillä sekoittaen.
6. Huuhtelee mäti useita kertoja puhtaalla vedellä (spa-mäti) tai fysiologisella suolaliuoksella (vastahedelmöitetty mäti).
7. Imeytä desinfektioainetta maahan tai inaktivoi se natriumtiosulfaattilla.
8. Desinfektioainetta ja puskuriaineita käytetään seuraavat määrät.

mätää	1 - 2 l
jodoforia (100ppm akt. jodia)	100 ml
vettä / fysiologista suolaliuosta	10 l
KH_2PO_4	68 g
NaOH	9,5 g
aika	10 - 15 min.

Jodoforiliuosta tulisi desinfiointissa olla väljästi mätimäärään nähden. Wichartdin (1988) suositusten mukaan litralla desinfektioainetta voi käsitellä 2 000 mätimunaa. Suomalaisten ohjeiden mukaan desinfektioainetta tulisi olla 5 - 10 -kertainen tilavuus mädin tilavuuteen nähden. Myös huomattavasti enemmän mätää on voitu desinfektioainelitralla käsitellä.

Desinfiointiliuokseen soveltuva määrä mätää riippuu lähinnä mädin kontaminaatioasteesta ja mekaanisesta puhtaudesta. Kaikki orgaaninen aine mädin pinnalla heikentää nopeasti jodoforin tehoa. Jo vähäisten proteiinipitoisuuksien (esim. 0,8 % seerumia) on todettu vähentävän desinfiointiliuoksen titrattavissa olevan jodin määrä puoleen

(Amend ja Pietsch 1972). Samalla väheni myös teho tuhota viruksia. Ennen desinfiointia mätä tulisi puhdistaa. Jos on epäiltävissä, että mädin pinnalla on runsaasti taudinaiheuttajia, on perusteltua suorittaa desinfiointi tavallista väljemmässä liuoksessa. Koska desinfiointireaktiossa aikayksikössä tuhoaan vakiomäärä mikrobeja, desinfiointiaineannoksen vaikutus riippuu tuhattavien mikrobien määrästä. Salvesenin ja Vadsteinin (1995) desinfiointitutkimuksissa havaittiin että desinfektion jälkeen pinnaltaan steriilejä mätimunia oli enemmän ryhmissä, joissa bakteerimäärät ennen desinfiointia olivat pienet.

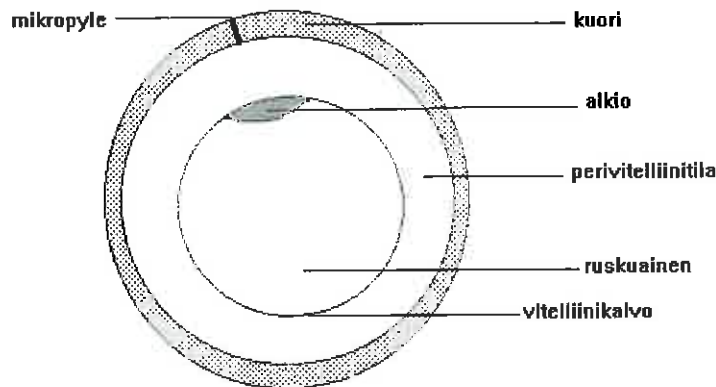
Barker ym. (1989) tutkivat kirjolohen ja taimenen mädin pinnalla kasvavien bakteeriden ja haudontatuloksen välistä yhteyttä. Haudonnan vesitysjärjestelyistä riippuen mädin pinnalla kasvaa runsaasti *Pseudomonas*-, *Aeromonas*- ja *Cytophaga*- sukujen bakteereita. Mädin sisältä näitä löytyi vain vähän. Tutkijoiden mukaan suuret bakteerimäärät mädin pinnalla saattavat heikentää haudontatulosta. Yleisen hygieniatason noston mädin pinnan bakteerimääriä vähentämällä katsotaan vaikuttavan haudontatulosta parantavasti, vaikka ei saavutettaisikaan täydellistä steriilisyyttä (Salvesen ja Vadstein 1995).

3. VASTALYPSETYN MÄDIN DESINFIOINTI JODOFOREILLA

3.1. Mätimunän rakenne

Kalan mätimuna sisältää alkion ja sen vararavinnon, ruskuaisen (kuva 1). Mätimunaa peittää kuori. Kuoren alla on perivitelliinitila ja sen sisällä kehittyvän alkion vararavinto, ruskuainen vitelliinikalvon ympäröimänä. Alkio on kehityksen alkuvaiheessa ruskuaisen pinnalla. Hedelmöittymättömän mätimunän kuori on pehmeä.

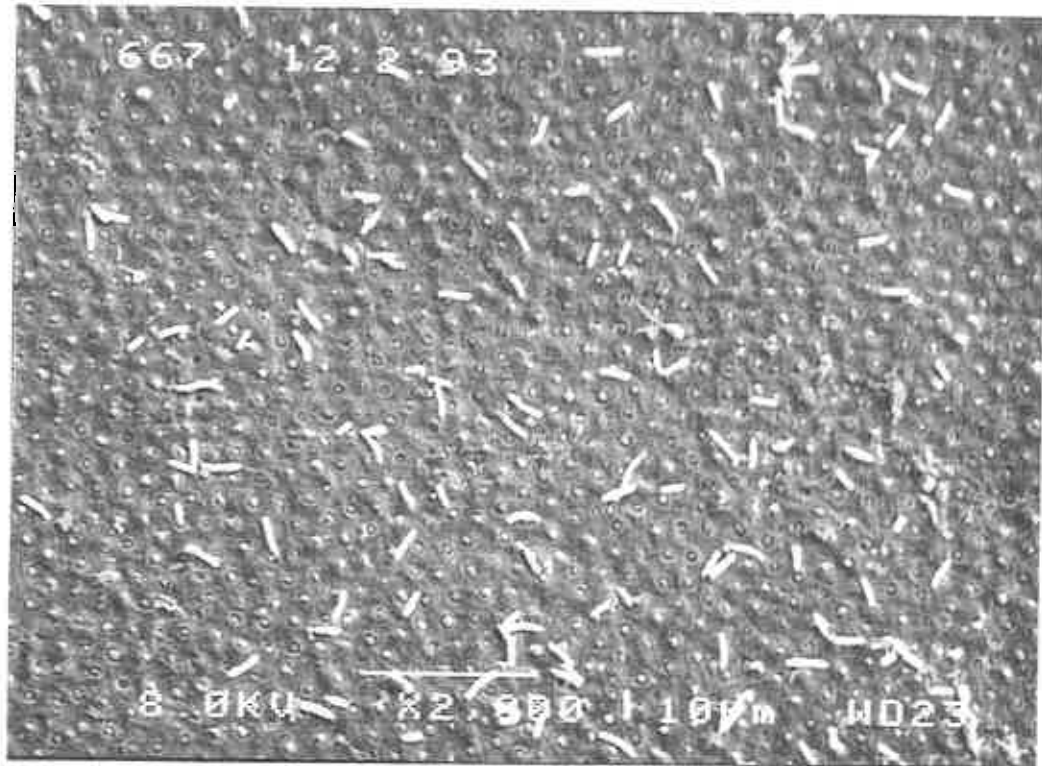
Mätimunän kuori käsittää lohikaloilla vähintään kaksi kerrosta ja usein myös tahmean ulkopinnan. Kuoren ulompi kerros ja tahmea pintakerros ovat pääosin polysakkarideja, sisempi kerros proteiineja. Kuoressa on mikroskooppisen pieniä kanavia, jotka ulottuvat koko kuoren läpi (kuva 2). Ne aukeavat kuoren pinnalle saaden kuoren näyttämään elektronimikroskoopilla tarkasteltuna reiälliseltä. Kanavien aukot ovat kuoren pinnalla säännöllisesti siten, että kuusi aukkoa ympäröi yhtä. Aukot ovat useimmiten munan erittämän materiaalin täyttämät.



Kuva 1. Hedelmöittynyt lohikalan mätimuna

Mikropyle on kuoren aukko, jonka kautta siittiösolu pääsee mätimunän sisälle hedelmöittämään munasolun. Hedelmöityksen tai muun aktivaation jälkeen mikropyle välittömästi sulkeutuu. Perivitelliinitila on ennen hedelmöitystä hyvin pieni. Alkio on heti hedelmöityksen jälkeen solunappi ruskuaisen pinnalla, joka kasvaessaan muuttuu muodoltaan kalanomaiseksi ja sulkee ruskuaisen sisälleen.

Mätimunän kuoren pinnalla esiintyvän tahmean mikroskooppiselta rakenteeltaan verkkomaisen kerroksen on arveltu suojaavan mätimunaa mikrobeilta (Kudo ja Inoue 1989). Mätimunän ruskuaisessa on havaittu myös bakteereja tappavaa lysotsyymient-syymiä (Yousif ym. 1994).



Kuva 2. Pyyhkäiselektronimikroskooppikuva lohien mädin pintarakenteesta. Kuoren kanavat ovat mätimunien erittämän materiaalin täyttämät. Pinnalla on sauvamaisia bakteereita. Suurennos 2000-kertainen.

3.2. Hedelmöitymisen jälkeen mätimuna paisuu ja kovettuu

Hedelmöityksessä siittiösolu kulkeutuu mikropylen aukosta mätimunien sisään ja hedelmöittää munasolun. Välittömästi tämän jälkeen mikropyle sulkeutuu, joten vain yksi siittiösolu voi päästä munasolun sisään.

Hedelmöitymisen jälkeen mätimuna imee itseensä vettä ja kovettuu. Mätimuna voi aktivoitua myös ilman siittiösolua veteen jouduttuaan. Lohikaloilla kuoren kovettumisprosessin alkuvaiheessa toimii erityinen kovettumisenentsyymi, jonka toiminnalle on välttämätöntä, että paisutusvedessä on kalsiumioneja. Aktivoitumisen aikana perivitelliinitilaan erittyvät kolloidit. Perivitelliinitilan ja kuoren ulkopuolella olevan veden välille syntyy tästä syystä osmoottinen gradientti. Tämä aiheuttaa veden imeytymisen mätimunien kuoren läpi jolloin muodostuu perivitelliinitilan neste. Munan kuori nousee koholle ruskuaisen pinnalta ja perivitelliinitila kasvaa jolloin sanotaan mätimunien paisuvan. Myös vitelliinikalvo voi läpäistä vettä.

Mätimunien kuoren kemiallinen rakenne muuttuu aktivoitumisen aikana mikä näkyy kuoren kovettumisena. Kovettumisen mekanisme ei tarkasti tunneta, mutta sen avulla olevan polymerisaatioreaktio.

Mätimunien kuoren kovettuminen kestää lajista ja lämpötilasta riippuen 2 - 12 tuntia. Eddyn (1974) mukaan lohien mätimunien perivitelliinitilan muodostumisprosessi ja kuoren kovettuminen oli lähes täydellinen 2,5 tunnin kuluttua veden lisäämisestä hedelmöityksastiaan, mutta kovettumista tapahtui vielä seuraavan 12 tunnin aikana. Särki- ja eräillä muilla kaloilla mätimunat muuttuvat paisumisen aikana takertuviksi.

3.3. Mätimunanan kuoren ja vitelliinikalvon osmoottiset ominaisuudet

Mätimunanan paisuessa sen paino kasvaa koska perivitelliinitilaan muodostuu nestettä. Lohen perivitelliinineste on pääosin vettä, jossa on liuenneena proteiineja ja lipidejä sekä jokin verran hiilihydraatteja (Eddy 1974).

Mätimunanan kuori läpäisee sekä vettä että suoloja myös hedelmöittymisen jälkeen. Suurimolekyylisiä aineita se ei juurikaan läpäise. Jos mätimuna pidetään hedelmöittymisen jälkeen natriumin suhteen iso-osmoottisissa olosuhteissa, munan paino ei kasva eikä perivitelliininestettä muodostu.

Hedelmöittymättömän mätimunanan vitelliinikalvo on hyvin läpäisevä. Hedelmöittymisen mätimunanan paisumisen aikana vitelliinikalvo ruskuaisen ympärillä muuttuu vähitellen huonosti vettä läpäiseväksi. Vitelliinikalvon läpäisevyyden väheneminen hedelmöityksen jälkeen suojaa alkioita sen ulkoisessa ympäristössä olevilta liuenneilta vierailta aineilta. Vitelliinikalvon läpäisevyyteen vaikuttaa ympäristön osmoottisen väkevyyden lisäksi myös lämpötila. Eri kalalajien mädit ovat sopeutuneet sietämään eri tavoilla ympäristön suolapitoisuutta. Suolaveden siedon arvellaan olevan yhteydessä vitelliinikalvon rakenteellisiin ominaisuuksiin. Vasta myöhemmin alkion kehityksen aikana mätimunanan kloridisolut voivat säädellä ionien kulkua (Alderdice 1988).

Alkio on kuoren ja nesteen täyttämän perivitelliinitilan suojassa eikä suorassa kontaktissa vesiympäristöön. Hedelmöityksen jälkeen kovettunut kuori ja munan ympäristöään suurempi nestepaine myös suojaa mätimunia mekaanisilta vaurioilta, esimerkiksi kun mäti joessa kehittyy soran sisällä tai mätiä joudutaan viljelyolosuhteissa käsittelemään mittauksissa, puhdistuksissa ja desinfiointeissa. Vastalypsetyn mädin desinfiointiliuokset tehdään fysiologiseen suolaliuokseen. Näin voidaan estää desinfiointikemikaalien mahdollinen kulku munan kuoren läpi jos paisumisprosessi ei vielä ole edennyt loppuun asti. Vaikkakaan suurimolekyyliset aineet eivät helposti läpäise mätimunanan kuorta, kokemukset mädin paisuttamisesta jodoforiliuoksissa osoittavat jodoforien voivan kulkeutua mätimunanan kuoren läpi ja vaurioittaa alkioita (Fowler ja Banks 1990, Brown ja Shrable 1994, Alderman 1984).

3.4. Lisääkö vastalypsetyn mädin desinfiointi kuolleisuutta?

Vastalypsetyn mädin desinfioinnilla pyritään katkaisemaan kalatautien leviämistie emosta mätiin ja emon elinpaikalta mädin haudontapaikkaan. Vastalypsetyn mädin desinfiointi on sekä luonnonmädinhankinnassa että laitosolosuhteissa tärkeää. Yhä enenevässä määrin myös kalanviljelylaitosten toiminnot on sektoroitava kalatautien leviämisen estämiseksi. Vastalypsetyn mädin desinfiointi on mädille suurempi riski kuin silmäpistevaiheessa tehty desinfiointi. Desinfiointin ajoituksella mädin paisumisen ja kuoren kovettumisen kannalta oikeaan aikaan voidaan tappioita kuitenkin estää.

Kokeellisesti tutkittiin miten pian hedelmöityksen jälkeen voidaan lohen, siian ja kirjolohen mäti desinfioida jodoforeilla ilman erityisiä haittavaikutuksia. Kokeissa useamman kalan mäti yhdistettiin ja hedelmöitettiin muutamalla koiraalla. Mäti huuhdottiin tavanomaiseen tapaan ja jätettiin paisumaan verkkorasioihin jaettuna puhtaaseen veteen. Näissä verkkorasioissa mätieriä otettiin desinfioitaviksi 0,9 % suolaliuokseen valmistetulla jodoforilla, jonka aktiivisen jodin pitoisuus oli 100 ppm. Ennen desinfiointia mädit huuhdeltiin suolaliuoksella, samoin desinfiointin jälkeen. Koska mätejä liikuteltiin verkkorasioissa, desinfiointikäsitteily oli hyvin hellävaraista. Desinfiointiaika oli kaikissa kokeissa 10 minuuttia. Kuolleet mätimunat laskettiin välittömästi desinfiointin jälkeen, vuorokauden kuluttua desinfiointista alle vuorokausi hedelmöityksen jälkeen tehdyissä desinfiointeissa, silmäpistevaiheessa sekä kuoriutumisen jäl-

keen tai juuri ennen sitä lajista riippuen. Mätimunien kokonaislukumäärää ei laskettu ennen silmäpistevaihetta. Haudonnan ajan lohen ja kirjolohen mäti oli verkkorasioissa haudonta-aseteilla ja siian mäti suppiloissa.

Lohen alkio lähtee jakaantumaan lämpötilasta riippuen noin 80 tuntiasteen kuluttua hedelmöityksestä. Lohen tavanomaisena lypsyaikana vallitsevissa lämpötiloissa aikaa hedelmöityksestä on tällöin kulunut 12-24 tuntia. Planktonsiian alkion jakaantuminen alkaa kun hedelmöityksestä on kulunut 45 tuntiastetta, tavallisimmin noin 12 tuntia. Kirjolohen mäti saavuttaa vastaavan kehitysvaiheen noin 90 tuntiasteen jälkeen, noin 12 tunnissa.

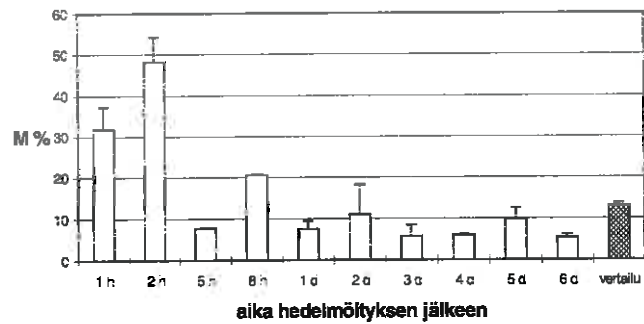
Taulukko 1. Lohen, kirjolohen ja siian mädin vesipitoisuus (%) 1 - 48 tuntia hedelmöityksen jälkeen.

aika h	Lohi	Siika	Kirjolohi
1		78,1	65,3
2	67,3	81,9	65,3
4	68,2	82,5	66,3
8	68,0	82,9	66,1
24	68,5	82,5	66,2
48	66,4	82,6	66,1

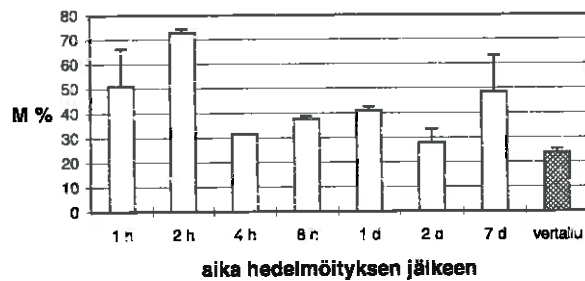
Mätimunien vesipitoisuus vaihtelee lypsyerien välillä. Vesipitoisuus kasvaa sekä lohen, siian että kirjolohen mädillä ensimmäisen neljän tunnin aikana hedelmöityksestä (taulukko 1). Vaikka mätimunien kuoren kovettuminen ja paisuminen jatkuu vielä tämänkin jälkeen, muutokset vesipitoisuudessa ovat myöhemmin vähäisempiä.

Lohen mädin kuolleisuus haudonnan lopussa oli merkittävästi suurempi desinfiointeissa, jotka oli tehty tunnin ja kaksi tuntia hedelmöityksen jälkeen verrattuna myöhemmin tehtyihin desinfiointeihin ja kokonaan desinfiointimättömiin mätieriin (kuva 3a). Lohen mäti oli mahdollista desinfioida myös useamman vuorokauden kuluttua hedelmöityksestä. Myös kirjolohen mädin haudontatulokset heikkenivät, kun mäti oli desinfioitu ennenkuin hedelmöityksestä oli kulunut 4 tuntia (kuva 3b). Siian mädin kuolleisuus oli yksi ja kaksi vuorokautta hedelmöityksen jälkeen tehdyissä desinfiointeissa suurempi kuin aiemmin tehdyissä (kuva 3c).

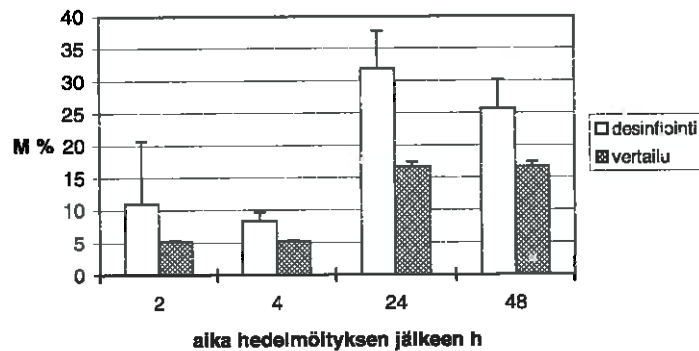
a) Lohi



b) Kirjolohi



c) Planktonsiika



Kuva 3. Lohen (a), kirjolohen (b) ja planktonsiikan (c) mädin kuolleisuus hedelmöityksestä kuoriutumiseen (kirjolohella silmäpistevaiheeseen) kun mäti on desinfioitu eri vaiheissa hedelmöityksen jälkeen. Janat kuvaavat keskiarvon keskiarvohetkellä.

3.5. Miten pian hedelmöityksen jälkeen mäti voidaan desinfioida?

Edelläkuvattujen kokeiden tulosten perusteella sekä vastalypsetyn lohen että kirjolohen mädin tulisi tavanomaisissa lypsylämpötiloissa antaa paisua ainakin neljä tuntia

ennen desinfiointia. Täksi ajaksi mädeille tulisi järjestää mahdollisimman puhdasta ja taudinaiheuttajista vapaata vettä. Paisutuksen jälkeen mädin desinfiointi onnistuu ilman haittavaikutuksia useammankin päivän aikana. Myös taimenille voidaan samaa käytäntöä pitää suositeltavana.

Siian mädin desinfiointi onnistui varsin hyvin jo kahden tunnin paisutuksen jälkeen.

Jodoforidesinfiointiin, jossa aktiivisen jodin pitoisuus on 100 ppm, ei ole todettu haittaavan mädin kehitystä kun desinfiointi tehdään paisuneelle mädille (McFadden 1969, Ross ja Smith 1972, Amend 1974, Alderman 1984). Paisutusajat ovat tutkimuksissa kuitenkin olleet hyvinkin vaihtelevia. Aldermanin (1984) mukaan 10 minuutin paisutus puhtaassa vedessä oli riittävä kirjolohen mädille. Toisaalta kuningaslohen mädille 30 minuutin paisutus oli liian vähän (Fowler ja Banks 1990). Laimemmilla jodipitoisuuksilla, 25 - 50 ppm, on voitu käsitellä paisumatontakin kirjolohen (Alderman 1984, Lorenzen 1994) ja kuningaslohen mätiä (Fowler ja Banks 1991).

Tässä työssä tehtyjen tutkimusten perusteella ei suomalaisissa viljelyolosuhteissa voi kirjolohellekaan suositella muualla käytettyä menetelmää, jossa mädin desinfiointi voidaan tehdä jopa alle puoli tuntia hedelmöityksen jälkeen.

Harjuksen vastalypsettyä mätiä ei tule desinfioida jodoforeilla. Hauen mäti voidaan turvallisesti desinfioida 2 - 4 tuntia hedelmöityksen jälkeen, mutta vuorokauden kulluttua hedelmöityksestä desinfiointi voi lisätä hauen mädin kuolleisuutta (Eskelinen ja Forsman 1991).

4. DESINFIOINTI ON MÄDIN MEKAANISTA JA KEMIALLISTA KÄSITTELYÄ

4.1. Miten mäti kestää mekaanista käsittelyä eri kehitysvaiheissa?

Mädintuotannossa mätejä siirretään, mitataan, puhdistetaan ja desinfioidaan jopa useampaan kertaan haudonnan aikana. Käsittelyt voivat olla haitaksi mädille, mutta mäti myös kestää monenkinlaista käsittelyä. Sekä käytännön työssä että tutkimuksissa on etsitty mädin kehityksen vaiheita, joissa käsittelyistä olisi mahdollisimman vähän haittaa.

Mekaaninen häiriö voi aiheuttaa haittoja joko vaurioittamalla alkiota tai mätimunaa kalvoja, lähinnä vitelliinikalvoa. Vedessä oleva mätimuna kestää äkillisestä liikuttamisesta aiheutuvaa mekaanista shokkia varsin hyvin, koska veden tiheys on lähes sama kuin mätimunaa tiheys. Mekaanisessa rasituksessa, kuten mädin kaatamisessa astiasta toiseen mätimunaa pyöreään muotoon ja myös ruskuaisen ja alkion muodostaman mädin sisemmän osan muotoon kohdistuu painetta ja muodon vähäinen muuttuminen voi rikkoa vitelliinikalvon, jolloin mäti kuolee. Alkion kehityksen alkuvaiheessa, kun solut jakaantuvat nopeasti, mekaaninen rasitus voi johtaa blastomeerien, alkion solujen, irtoamiseen toisistaan, minkä jälkeen alkiolla ei ole eteenpäin kehittymisen mahdollisuutta.

Alkion kehitys voidaan jaotella toisistaan erotettaviin vaiheisiin. Ballardin (1973) jaottelun mukaan voidaan ennen kuoriutumista erottaa 23 vaihetta. Kehityksen alkuvaiheessa tapahtuu eniten muutoksia. Alkio jakaantuu kahdeksi, neljäksi, kahdeksaksi soluksi ja edelleen lukuisten pienten solujen palloksi. Myöhemmin solurypäs litistyy ja alkaa vähitellen muotoutua pitkänomaiseksi, kalamaiseksi rakenteeksi, joka kasvaa vararavinnon ympärille. Pää ja silmän aiheet muotoutuvat, pyrstö kasvaa pituutta ja irtoaa ruskuaisesta. Sydämmen lyönnit ja verenkierto näkyvät selvästi jo ennen kuoriutumista.

Lohikalojen viljelyrutiinissa on havaittu, että hedelmöityksen jälkeen paisunutta mätiä voidaan parin lähivuorokauden aikana siirtää, kuljettaa ja muutenkin käsitellä ilman että siitä aiheutuu haittaa haudontatulokselle. Kaikkein vähiten mädit kestävät käsittelyä siinä alkionkehityksen vaiheessa, jossa solumassa alkaa kasvaa ruskuaisen ympäri. Useilla tyynenmerenlohilla ja kirjolohella Jensen ja Alderdice (1989) totesivat tämän vaiheen olevan noin 6 - 10 vuorokautta hedelmöityksen jälkeen, kun haudontalämpötila oli 10 °C. Johnsonin ym. (1983) mukaan kirjolohen mätiä voi turvallisesti käsitellä ensimmäisen haudontaviikon aikana lämpötilan ollessa noin 10 °C. Johnsonin ym. (1989) tutkimuksissa kirjolohen ja hopealohen mädin kehityksen herkin vaihe käsittelynsiedon kannalta oli kirjolohella noin 98 ja hopealohella 115 haudontapäivästeen kohdalla kun mädit haudottiin noin kymmenen asteen lämpötilassa.

On myös annettu suosituksia (Jensen ja Alderdice 1983), että mätiä ei tulisi ensimmäisen hedelmöityksen jälkeisen tunnin kuluttua ollenkaan käsitellä tai kuljettaa ennen silmäpistevaihetta. Jos mätejä on tarpeen siirtää kauemmaksi, katsottiin solumolujen kuljetuksen olevan turvallisempaa kuin hedelmöitetyn mädin toimittamisen. Nämä suositukset perustuvat kokeisiin, joissa tutkittiin hopealohen mädin haudonta-

tulosta eri kehitysvaiheissa tehdyn pudottamiskäsittelyn jälkeen. Näissä tutkimuksissa on ilmeisesti käytetty erittäin voimakasta käsittelyä, koska eri lohikalalajien viljelyn käytännön kokemusten mukaan hedelmöitetyn, paisutetun mädin siirrot ja käsittelyt voidaan haudonnan alkuvaiheessa tehdä myös turvallisesti.

Kun mäti saavuttaa silmäpistevaiheen, se yleensä kestää hyvin kaikenlaista mekaanista käsittelyä. Rosenbergin (1985) hopealohikokeiden mukaan ei pudottamiskäsittely missään vaiheessa silmänaiheiden näkyville tulosta lähelle mädin kuoriutumista lisännyt mädin kuolleisuutta. Kuoriutumisaajan lähellä mädin käsittely voi kylläkin aikaistaa kuoriutumista.

Haudontalämpötila vaikuttaa mädin kehitysnopeuteen ja luonnollisesti myös siihen, miten nopeasti mäti kehittyy käsittelyä huonosti sietäväksi. Eri haudontalämpötiloissa herkkyysvaihe saavutetaan hieman eri vaiheissa päiväasteilla mitattuna, esimerkiksi hopealohen mädin kuolleisuus käsittelykokeessa oli suurinta 98 - 115 päiväasteen kuluttua hedelmöityksestä kun haudontalämpötilat vaihtelivat välillä 8,9 - 12,7 °C (Johnson ym. 1989). Toisaalta haudonnan kannalta liian korkeat lämpötilat voivat itessään olla mekaaniseen käsittelyyn verrattavissa oleva haitta kehityksen kaikkein herkimmissä vaiheissa. Kirjolohe mädin käsittelyn sietoon sinänsä lämpötila ei vaikuttanut (Post ym. 1974).

Eri kalalajien mädit kestävät eri määriä mekaanista käsittelyä ilman haitallisia vaikutuksia. Saman lajin eri kantojen on esimerkiksi harmaanieriällä myös todettu olevan käsittelynsiedoltaan erilaisia (Fitzsimons 1994).

4.2. Mekaanisen käsittelyn ja jodoforin yhteisvaikutus

Desinfiointissa mädin mittaamisesta, puhdistamisesta, huuhtelemisesta, jakamisesta ja muista toimenpiteistä aiheutuvan mekaanisen käsittelyn lisäksi desinfiointikemikaalit voivat olla mädille haitaksi kemiallisen myrkyllisyysvaikutuksensa kautta. Mikäli mädin desinfiointi heikentää haudontatulosta, syynä voi olla sekä käsittelyrasitus että mädille toksiset kemikaalipitoisuudet. Mekaanisen käsittelyn ja kemikaalin yhteisvaikutusta selvitettiin kokeilla, joissa mätiä eri kehitysvaiheissa ravisteltiin lavaravistelijassa sekä vedessä että desinfiointiaineliuoksessa. Näiden käsittelyjen vaikutusta mädin kuolleisuuteen verrattiin vain desinfioituun ja kokonaan käsittelemättömään mätiin. Kokeissa pyrittiin myös selvittämään kumpi on mädille haitallisempaa, mekaaninen vai kemiallinen rasitus.

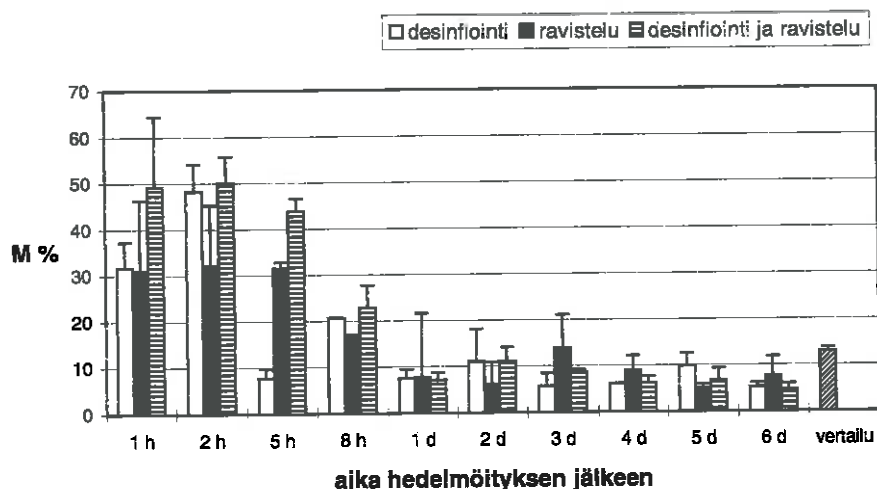
Mekaanisen ja kemiallisen rasituksen yhteisvaikutuksia tutkittiin lohen, kirjolohe ja planktonsiian vastalypsetyllä mädillä. Mekaaninen rasitus aiheutettiin ravistelemalla vedessä tai Betadine-desinfiointiaineliuoksessa muovipurkkeihin laitettuja mätieriä Bühler-lavaravistelijassa 10 minuutin ajan 250 rpm:n ravisteluliikkeellä. Käsittelyn jälkeen mädit huuhdottiin puhtaalla vedellä ja jätettiin haudonta-aseteille normaaliin haudontaa. Kuolleisuus tarkastettiin heti käsittelyn jälkeen, vuorokauden kuluttua, silmäpistevaiheella ja vähän ennen kuoriutumista. Desinfiointiryhmät käsiteltiin 100 ppm Betadine-liuoksella.

Lohen mädin ravistelukäsittely jodoforiliuoksessa johti pelkkää desinfiointia huonompaan kuoriutumistulokseen, kun käsittely tehtiin viiden ensimmäisen tunnin aikana hedelmöityksen jälkeen (kuva 4). Kahdeksan tuntia hedelmöityksen jälkeen desinfiointi, mekaaninen käsittely ja desinfiointiliuoksessa ravistelu olivat mädille yhtä vähän haitallisia. Vuorokausi hedelmöityksen jälkeen tehtynä mikään käsittely ei heikentänyt haudontatulosta, kuten ei myöskään vastaavat käsittelyt ensimmäisen hau-

dontaviikon aikana. Kirjolojen mädille sekä ravistelukäsittely että ravistelu jodoforiliuoksessa olivat haitallisia kun mäti altistettiin niille ensimmäisten tuntien aikana hedelmöityksen jälkeen (kuva 5). Neljä ja kahdeksan tuntia hedelmöityksestä mäti kesti mekaanista käsittelyä vähän huonommin kuin kemiallista. Myöhemmin tehtyinä eri käsittelyt eivät vaikuttaneet haudontatulokseen. Vertailuryhmissä, joita ei ollenkaan desinfioitu, haudonta onnistui yhtä hyvin tai hieman heikommin kuin noin vuorokausi hedelmöityksen jälkeen desinfioiduissa ryhmissä. Desinfiointi parantaa haudonnan yleistä hygieniatasoa, mikä näkyy eräiden vertailuryhmien desinfioituja ryhmiä huonompana haudontatuloksena.

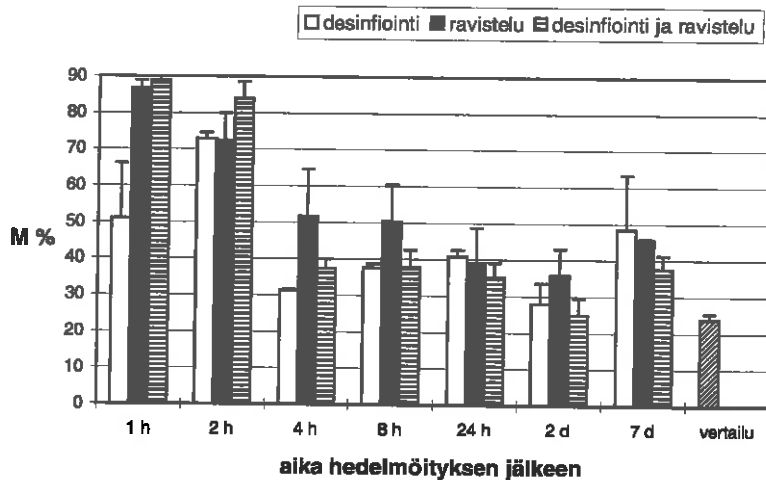
Mädin käsittely ravistelulaitteessa kuvaa varsin suurta mekaanista rasitusta. Lohen ja kirjolojen mädille kaksi tuntia hedelmöityksen jälkeen kokeessa käytetty rasitus, varsinkin yhdessä jodoforikäsittelyn kanssa johti huomattavaan mädin kuolemiseen. Myöhemmin tehty käsittely ei osoittautunut erityisen haitalliseksi. Näitten tulosten valossa on myös ymmärrettävissä suositukset (Jensen ja Alderdice 1983) kuljettaa mätää ja maita mieluummin erillisinä kuin hedelmöitettyä mätää. Paisutetun mädin kuljetus pitkiäkin matkoja on kuitenkin käytännössä osoittautunut turvalliseksi, eikä ravistelukokeessa loppuun asti paisuneen mädin ravistelu lisännyt kuolleisuutta. Sukutuotteiden kuljetuksessa on ehkä vielä suurempia riskejä kuin vastahedelmöitetyn mädin kuljetuksessa.

Lohi



Kuva 4. Lohen mädin kuolleisuus haudonnan aikana eri kehitysvaiheissa tehtyjen desinfiointi-, ravistelu ja jodoforiliuoksessa ravistelukäsittelyjen jälkeen. Jannot kuvaavat keskiarvon keskivirhettä. Lämpötila hedelmöityksessä 5,5 °C.

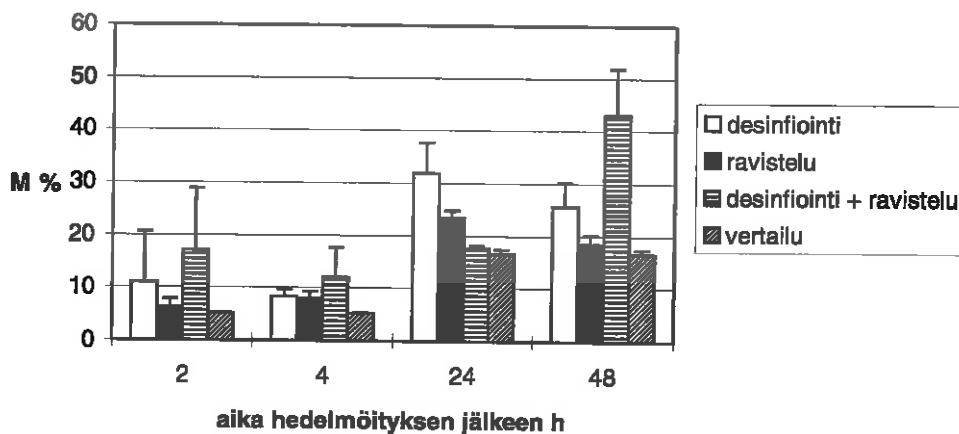
Kirjolohi



Kuva 5. Kirjolohien mädin kuolleisuus haudonnan aikana eri kehitysvaiheissa tehtyjen desinfiointi-, ravistelu ja jodoforilluoksessa ravistelukäsittelyjen jälkeen. Janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä. Lämpötila hedelmöityksessä 8,4 °C.

Planktonsiian mäti (kuva 6) sieti sekä kemiallista että mekaanista rasitusta paremmin ensimmäisen hedelmöityksen jälkeisen vuorokauden ajan kuin myöhemmin.

Planktonsiika



Kuva 6. Planktonsiian mädin kuolleisuus hedelmöityksestä kuoriutumiseen eri kehitysvaiheissa tehtyjen desinfiointi- ja ravistelukäsittelyjen jälkeen. Janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä. Lämpötila hedelmöityksessä 4,0 °C.

Jos desinfioidun mädin haudontatulokset on huonompi kuin desinfioimattoman, syynä on todennäköisimmin desinfiointikäsittelyn ajoitus. Lohen ja kirjolohien mädin kaikenlainen käsittely, sekä kemikaaleilla että mekaanisesti, parin ensimmäisen tunnin aikana hedelmöityksen jälkeen lisää kuolleisuutta. Mekaaninen ja kemiallinen rasitus yhdessä näyttäisi olevan haitallisempaa kuin kumpikaan yksin. Myöhemmin, noin vuo-

rokauden kuluttua hedelmöityksestä ja myöhemmin mädit eivät vaurioidu tavanomaisesta desinfioinnista sen enempää kuin siihen liittyvästä käsittelystä. Näissä tutkimuksissa saatujen tulosten perusteella siian mätiä voidaan sekä kemiallisen että mekaanisen käsittelyn siedon kannalta turvallisesti desinfioida jo pari tuntia hedelmöityksen jälkeen. Siian mäti kehittyi käsittelyä heikommin sietäväksi jo ensimmäisen vuorokauden aikana.

Vastalypsetty, paisunut mäti kestää varsin hyvin sen mekaanisen rasituksen, mikä desinfioinnista aiheutuu. Mahdollisia käsittelystä johtuvia haittoja voidaan vähentää desinfiointin oikealla ajoittamisella. Ylimääräisiltä käsittelyriskeiltä voi myös välttyä, jos mätiä astiasta toiseen siirrettäessä mäti lisätään nesteeseen täyttämään astiaan eikä päinvastoin.

5. ERI EMOJEN MÄDIT EROAVAT JODOFORIKÄSITTELYN SIEDON SUHTEEN

5.1. Yksilöiden väliset erot lisääntymistuloksessa

Emokaloja lypsetessä jokaisen naaraan mäti lypsetään erikseen ja useimmiten erilliseen astiaan. Eri emojen mätierät voidaan yhdistää joko ennen hedelmöitystä tai sen jälkeen. Ulkonäöltään huono mäti poistetaan, joko heti lypsyn yhteydessä tai hedelmöityksen jälkeen. Tästä huolimatta saman parven eri emojen mädin haudontatuloksessa on hyvissäkin olosuhteissa eroja.

Emoparven mädin laatu voi vaihdella suuresti eri vuosina. Haudontaolosuhteilla, lähinnä lämpötilakehityksellä on siihen huomattava vaikutus. Mädin laatuun, haudontatuloksella mitattuna, vaikuttavat myös monet emokalojen viljelyn tekijät, kuten ravitsemus (Watanabe 1985) ja terveydentila, ympäristöolosuhteet, lähinnä valo, lämpötila, veden laatu ja suolapitoisuus, stressi sekä emokalastojen perimä (Bromage 1995). Laatuun vaikuttaa myös emokalojen tuottaman mädin omat ominaisuudet, kuten mädin koko ja kemiallinen koostumus (Craik ja Harvey 1884) ja mädin kehityksen kannalta haitallisten mädin pinnalla elävien mikrobien esiintyminen (Barker ym. 1989, 1991).

Emoparven sisällä eri yksilöiden tuottaman mädin laatu luonnollisesti vaihtelee. Vaihtelua esiintyy kaikilla lohikalalajeilla, mutta erityisesti kirjolohella erot eri emojen mädin elinkyvyssä voivat olla suuria (Bromage ja Cumarantunga 1988). Lypsyn ajoitus suhteessa mätimunien ovulaatioon on merkittävä syy eri emoyksilöiden mädin haudontatulosten vaihteluun. Esimerkiksi kirjolohella noin 10 °C:ssa Springaten ym. (1984) mukaan paras tulos saadaan, jos mäti lypsetään 4-6 päivää ovulaation jälkeen. Väliittömästi sekä toisaalta yli 10 päivää ovulaation jälkeen lypsettyjen mätien haudontatulokset heikkenee. Yksilöiden välisiin eroihin mädin laadussa vaikuttaa myös samat tekijät kuin emokalaparvien välisiin eroihin; emojen geneettinen tausta, terveydentila ja ympäristötekijät.

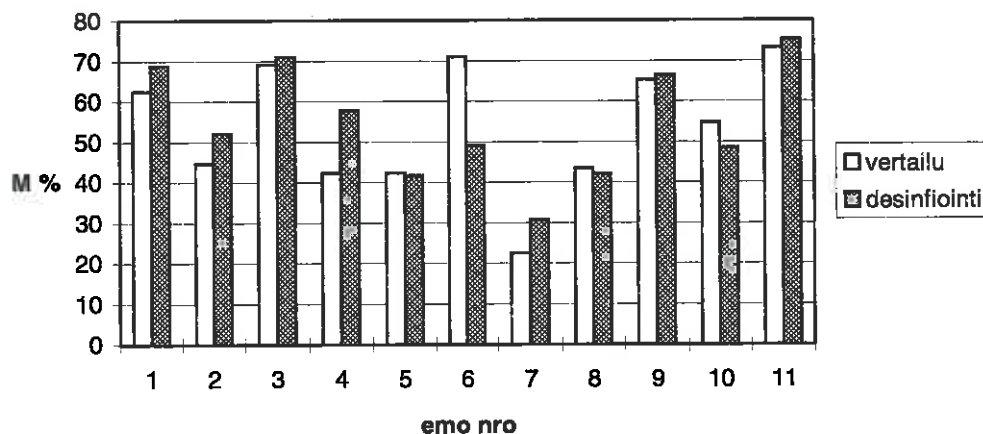
5.2. Eri emoyksilöiden mädeillä on eroja jodoforikäsittelyn siedossa

Nieriällä tutkittiin eri emojen vastalypsetyn mädin jodoforin sietoa. Yhdentoista nieriäemön mäti hedelmöitettiin kolmen koiraan maidilla ja jaettiin kahteen osaan. Toinen puoli mädistä desin fioitiin 4 tuntia hedelmöityksen jälkeen puskuroidulla, fysiologiseen suolaliuokseen valmistetulla Betadinella (10 ml/l) ja toinen puoli käsiteltiin samoin, mutta ilman jodoforia. Käsitteilyn jälkeen mädit laitettiin haudontaseteille ja kuolleet mädit poistettiin heti aseteillepanon jälkeen, kun mäti oli saavuttanut silmäpistevaiheen, toisen kerran silmäpistevaiheen aikana noin neljän viikon kuluttua ensimmäisestä tarkastuksesta sekä lopuksi lähellä kuoriutumista, jolloin laskettiin myös elävät mädit mädin kuolleisuustietojen laskemiseksi.

Jodoforidesinfiointin ja desinfiointiin liittyvän mekaanisen käsittelyn yhteisvaikutusta eri emokalojen vastalypsetyn mädin elinkykyyn tutkittiin lohella ja kirjolohella. Kokeissa käytettiin 14 kirjolohiemon ja 16 lohienon mätiä, jotka hedelmöityksen jälkeen jaettiin vertailu- ja käsittelyryhmiin. Käsittelyryhmä laitettiin 10 minuutin ajaksi puskuroituun Betadineliuokseen (10 ml/l) lavaravistelijaan, jossa mätiä liikuteltiin edestakaisessa liikkeessä (250 rpm) 10 minuutin ajan. Käsittelyn jälkeen mäti huuhdeltiin puhtaalla vedellä ja laitettiin aseteille haudontaan. Kuolleet mätimunat poistettiin heti käsittelyn jälkeen sekä silmäpistevaiheessa ja lohella myös heti kuoriutumisen jälkeen. Lohelle laskettiin koko haudonta-ajan mätikuolleisuus, kirjolohella käytettiin mädin kuolleisuutta hedelmöityksestä silmäpistevaiheeseen.

Kaikkien nieriäemojen mädin kuolleisuus oli melko korkea (kuva 7). Mätierien keskimääräinen kuolleisuus oli 54 %, mikä on kuitenkin tavanomaista nieriänviljelyssä. Eri lohienon mätien haudontatulokset (kuva 8) olivat erittäin hyviä keskimääräisen kuolleisuuden ollessa 3,6 %. Haudontatulokset eri kirjolohienon mädeillä olivat niinkään normaali, keskimäärin 8,3 % (kuva 9).

Kaikilla tutkituilla lajeilla emokalaparvessa oli sekä hyvin että huonosti desinfiointia sekä desinfiointia ja siihen liittyvää mekaanista käsitteilyä sietävää mätiä tuottavia yksilöitä. Vaihteluväli parhaiden ja huonoimpien emoyksilöiden mätien kuolleisuudessa oli nieriällä 22, kirjolohella 17 ja lohella 4,4 %-yksikköä. Kaikilla lajeilla hiukan yli puolessa tapauksista vertailumädin kuolleisuus oli pienempi kuin käsitellyn mädin. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu jodoforien toksisuuden kirjolohen vastahedelmöitykselle mädille vaihtelevan eri emokaloista peräisin olevilla mätierillä (Alderman 1984).

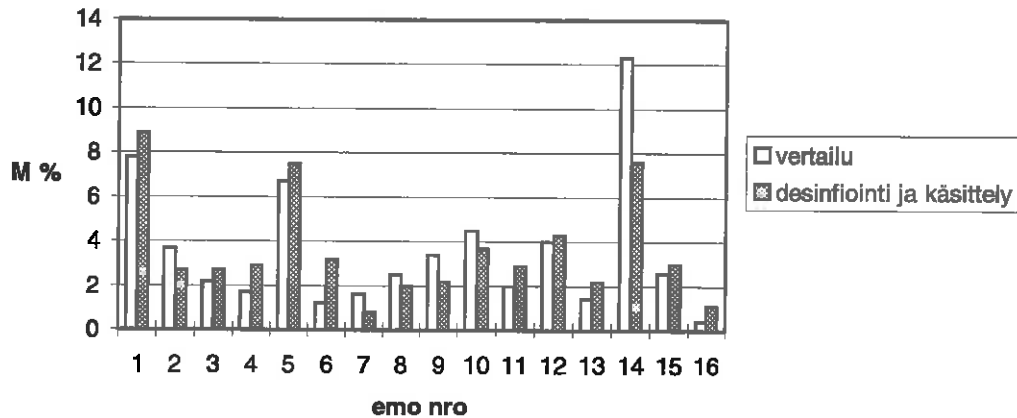


Kuva 7. Jodoforilla desinfioitujen ja desinfiomattomien eri nieriäemojen mädin kuolleisuus (M %) hedelmöityksestä silmäpistevaiheen loppuun.

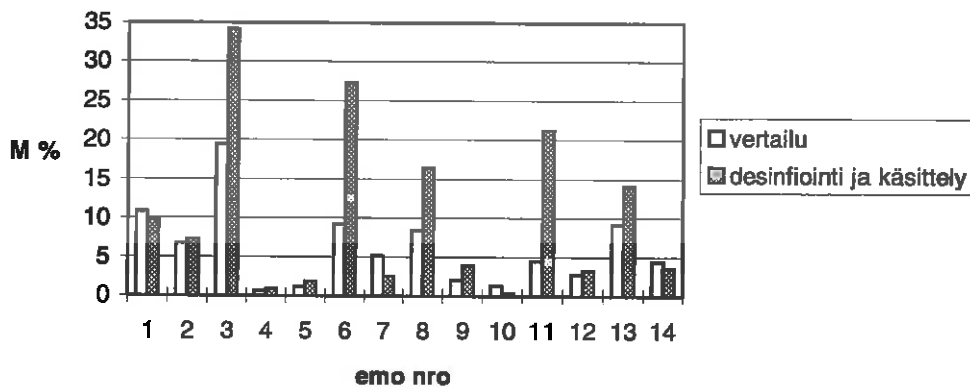
Lohella ja nieriällä ei yksittäisen emokalan käsittelyn ja vertailumädin kuolleisuuksissa pääsääntöisesti ollut kovin suuria eroja. Kirjolohikokeessa löytyi emokalayksilöitä, joiden mädin kuolleisuus käsittelyssä oli jopa kaksinkertainen verrattuna käsittelemättömään mätiin. Tämä saattaa johtua myös usein havaitusta kirjolohen mädin laadun epätasaisuudesta.

Vastalypsetyn mädin desinfiointilla voidaan ajatella olevan vähäinen haitallinen vaikutus mädin elinkykyyn, vaikka desinfiointi tehtäisiin oikeaan aikaan ja huolellisuutta noudattaen. Haitta johtuu jodoforikemikaalin toksisuudesta tai käsittelyvaurioista. Mutta desinfioitu mäti voi myös olla elinkyknä mitatulta laadultaan parempi kuin desinfiomaton. Desinfiointin tarkoituksena on yleensä torjua tiettyjen haitallisten kala-

patogeenien siirtyminen emotuotannosta poikasiin. Desinfiointi vähentää kaikkien mikrobin tiheyttä mätimunien pinnalla. Vaikka täydellistä steriiliyttä ei kaikkien vesissä yleisenä esiintyvien mikrobin suhteen saavutettaisikaan, desinfiointi voi mikrobitason vähentämisen kautta lisätä mädin elinkelpoisuutta parantamalla esimerkiksi alkion hapensaantia. Erityisen suuri merkitys hygieniatason kohottamisella on takeruvien mätien haudonnassa (Salvesen ja Vadstein 1995).



Kuva 8. Desinfiointikäsittelyn vaikutus eri lohiemojen tuottaman mädin kuolleisuuden hedelmöityksestä kuoriutumiseen.



Kuva 9. Desinfiointikäsittelyn vaikutus eri kirjolohiemojen tuottaman mädin kuolleisuuden hedelmöityksestä silmäpistevaiheeseen.

Miksi toisten emojen mädit sietävät desinfiointia hyvin ja toisten huonosti? Perimällä, muilla laatutekijöillä ja sattumalla on varmasti osuutensa kuolleisuuseroihin. Mutta hyvin todennäköinen selitys voi löytyä myös siitä, että vaikka tuotanto-olosuhteissa lisääntymistä säätelevät ympäristötekijät, kuten valo ja lämpötila ovat samat, lypsy ei kuitenkaan osu kaikkien emokalojen kannalta optimaalisimpaan ajankohtaan suhteessa ovulaatioon. Alderman (1984) katsoi, että lypsyn viivästyminen optimaalisesta lisää huonojen mätierien osuutta.

5.3. Miten yksilöerot jodoforien siedossa hallitaan?

Hyvässäkin emokalaryhmässä voi esiintyä mätieriä, joiden kuolleisuus haudonnan aikana on suuri ja jotka sietävät myös huonosti desinfiointia ja siihen liittyvää vastalypsetyn mädin käsittelyä. Mädin kuolleisuus aiheuttaa paitsi suoria taloudellisia tappioita, myös lisätyötä kuolleitten poistossa sekä lisääntyneen riskin homeinfektioihin haudonnan aikana. Mädin kuolleisuuden vähentäminen on siksi kannattavaa.

Eri emoyksilöiden mätien erilaisesta jodoforidesinfiointin siedosta aiheutuvaa kuolleisuuden lisääntymistä voidaan torjua kahdella tavalla. Joka emon mäti tulisi lypsää eri astiaan ja poistaa huonolaatuiset, lähinnä "ylikypsät" mädit jo ennen hedelmöitystä silmämääräisesti valikoiden. Emoparvet tulisi lypsää niin monessa erässä, että mädit on mahdollista saada hedelmöitettäväksi optimaalisimman ikäisinä.

6. JODOFORIPITOISUUDEN TURVALLISUUSRAJAT – VOIDAANKO KÄYTTÄÄ SUOSITUSTA VÄKEVÄMPIÄ JODOFOREJA?

6.1. Tavoitteena tehokas mutta turvallinen desinfiointimenetelmä

Maa- ja metsätalousministeriön päätöksissä elävän mädin kuljettamisen rajoittamisesta lohikalajien paisetaudin leviämisen estämiseksi sallitaan kuitenkin mädin siirtäminen, jos mäti on välittömästi ennen siirtoa käsitelty jodoforilla tai muulla paisetaudin aiheuttajaan tehoavalla tavalla. Jodoforidesinfiointista on eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos antanut ohjeet, että desinfiointiliuoksen aktiivisen jodin pitoisuuden tulee olla vähintään 100 ppm. Tämän pitoisuuden katsotaan olevan riittävän tehokas torjumaan paisetautibakteerin siirtyminen ja turvallinen mädille.

Useimmat meillä viljellyt lohikalat voidaan sekä pian hedelmätyksen jälkeen että silmäpistevaiheessa desinfioida jodoforeilla, joiden aktiivisen jodin pitoisuus on 100 ppm. Menetelmä soveltuu myös hauen mädille (Eskelinen ja Forsman 1991). Harjusen mädin desinfiointi on ongelmallista, vastalypsettynä sitä ei voi jodoforeilla käsitellä.

Käyttökelpoisen desinfiointimenetelmän tunnusmerkkeinä on, että sen tulee tehokkaasti tuhota haitallisia mikrobeja, mutta se ei kuitenkaan saa olla toksinen mädille tai haitata niiden normaalia kehitystä. Tehokkaan pitoisuuden ja mädille haitallisen pitoisuuden välillä tulisi olla selvä ero.

Desinfiointimenetelmän tehokkuuteen voidaan varmuudella luottaa, jos desinfiointiaine tappaa mikrobeja myös hiukan suosituspitoisuutta laimeampina liuksina. Toisaalta suosituksia vähän väkevämät pitoisuudet eivät saisi olla mätiä vahingoittavia.

Desinfiointiaineen turvalliset käyttöpitoisuudet on tarpeen tuntea, koska laajamittaisessa tuotannossa on aina mahdollista että käsittelyajat pitenevät suunnitellusta tai pitoisuudet ovat suurissa erissä mätejä desinfiointaessa aiottua väkevempiä. On myös mahdollista, että tulee tilanteita, joissa joudutaan desinfiointitehon varmistamiseksi käyttämään nykyisiä suosituksia väkevempiä jodoforipitoisuuksia.

6.2. Jodoforien toksisuus lohikalajien mädille

Jodoforien myrkyllisyys mädille riippuu suuresti desinfiointiliuoksen happamuudesta. Kirjolohen silmäpistemädille on Alderman (1984) määrittänyt pitoisuudet, joissa neljännes mädistä kuolee. Neutraalissa liuksessa mäti sieti jopa 3 000 ppm:n jodoforipitoisuutta. Kun pH oli laskettu 6.0:een, neljänneksen mädistä tappava pitoisuus oli laskenut 800 ppm:ään. Hyvin happamassa liuksessa (pH 3.0) vastaava pitoisuus oli 150 ppm. Väkevän jodoforiliuoksen myrkyllisyys mädille ei useinkaan ollut välitöntä, vaan tuli ilmi vasta myöhemmin haudonnan aikana. Eri emojen mädin todettiin sietävän väkeviä jodoforeja hyvin eri tavalla.

Erityisesti USA:n kalanviljelyssä on pyritty löytämään mädin desinfiointimenetelmiä, joissa mäti voitaisiin desinfioida välittömästi hedelmöityksen jälkeen, ilman paisutusta puhtaassa vedessä. Tätä tarkoitusta varten on tutkittu jodoforien toksisuutta kirjolohen, pohjanharjuksen ja tyyneenmerenlohien kuten kuningaslohen ja koiralohen mädille sekä heti hedelmöityksen että lyhyen paisutuksen jälkeen.

Mädit sietävät varsin huonosti paisutusta jodoforiliuoksessa. Kirjolohen mädin paisutus 25 ppm:n jodiliuoksessa oli Amendin (1974) mukaan mahdollista, mutta 100 ppm:n liuoksessa ei. Learyn ja Petersonin (1990) tutkimuksissa kirjolohen mätiä voitiin paisuttaa eräissä muissa desinfiointiaineissa, kuten erytromysiinissä, mutta 125 ppm:n jodoforiliuoksessa paisuttaminen lisäsi mädin kuolleisuutta.

Fowler ja Banks (1990, 1991) totesivat että kuningaslohen mädin desinfiointi välittömästi hedelmöityksen jälkeen on mahdollista jodoforeilla, joissa pitoisuus on 50 mg/l, mutta puoli tuntia hedelmöityksen jälkeen 75 mg/l oli mädille haitallinen jodoforipitoisuus. Toisaalta Evelynin ym. (1986) mukaan koiralohen mäti voitiin kaksi tuntia hedelmöityksen jälkeen käsitellä turvallisesti jodoforilla, jonka pitoisuus oli 250 mg/l. Pohjanharjuksen paisumattomalle mädille myös 50 mg/l jodoforipitoisuus aiheutti mädin kuolleisuutta verrattuna tavanomaiseen paisutukseen järivedessä (Brown ja Shrable 1994).

Jos pidetään mätimunien pinnan täydellistä steriilisyttä desinfiointin tavoitteena tulee jodoforipitoisuuksien olla korkeita. Suosituspitoisuudet eivät tuhoa kaikkia vedessä eläviä bakteereita. Ainakin eräiden merikalojen viljelyssä kokonaisbakteerikuorman vähentäminen parantaa haudontatulosta. Salvesen ym. (1991) ja Salvesen ja Vadstein (1995) ovat todenneet, että bakteerien tehokas poistaminen kampelan, turskan ja ruijanpalluksen mätimunien pinnoilta voi edellyttää lähtötasosta riippuen jopa yli 200 ppm jodoforipitoisuuksia, mitkä ovat näille lajeille selvästi toksisia. Lohikalojen viljelyssä ei täydellistä mätimunien pinnan steriilisyttä ole pidetty yhtä tärkeänä desinfiointin tavoitteena. Kirjolohen ja taimenen mätimunien pinnan bakteerimäärä ja haudonnan onnistumisen välillä saattaa olla yhteyttä (Barker ym. 1989, 1991).

Jodoforien toksiset vaikutukset eivät ilmene välittömänä kuolleisuutena, vaan usein myöhemmin haudonnan aikana. Poikasvaiheeseen asti ei jodoforikäsittelyn vaikutuksia ole enää havaittu (Fowler ja Banks 1990). Learyn ja Petersonin (1990) mukaan Betadine-desinfiointiaineella voitiin kokeellisesti havaita vähäinen vaikutus perimään.

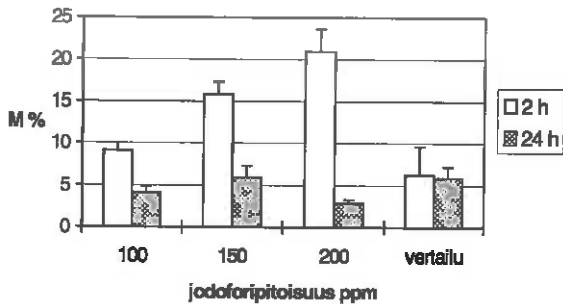
6.3. Vastahedelmöitetty mäti sietää myös suosituksia väkevämpiä jodoforeja

Väkevien jodoforien vaikutusta kirjolohen, nieriän, meritaimenen, lohen ja siian vastalypsetyn mädin haudontatulokseen tutkittiin tarkoituksena selvittää, miten suuri turvallisuusmarginaali suositellun ja haitallisen jodoforipitoisuuden välillä on suomalaisilla viljelylajeilla. Kyseisten lajien mätiä desinfiointiin 2 - 48 tuntia hedelmöityksen jälkeen kolmella jodoforipitoisuudella käyttäen aina samaa, 10 minuutin desinfiointiaikaa. Jodoforiliuokset oli valmistettu fysiologiseen suolaliuokseen ja puskuroitu. Mädin kuolleisuus haudonnan aikana laskettiin heti desinfiointin jälkeen, silmäpisteasteella ja kuoriutumisvaiheessa. Desinfioituja mätieriä verrattiin vastaavasti käsiteltyihin desinfiomattomiin ryhmiin. Kirjolohen mädillä tutkittiin myös väkevissä jodoforiliuoksissa desinfiointin ja mekaanisen käsittelyn vaikutusta haudontatulokseen.

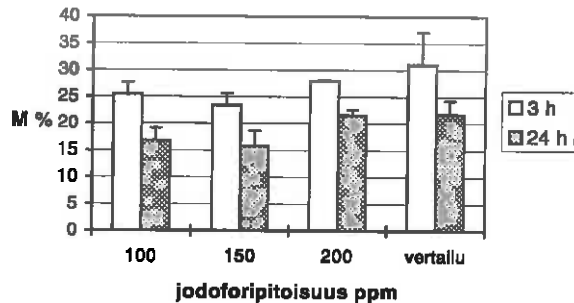
Desinfiointiliuokseen jodivalmiste annostellaan tilavuusmittana. Tutkimuksissa analysoitiin myös desinfiointiliuosten todellisen, vapaan jodin pitoisuus. Tiosulfaattititrausten perusteella käyttöliuosten vapaan jodin määrä koetilanteissa oli keskimäärin

92 % laskennallisesta. Tahattoman yliannostuksen riskiä ei jodoforidesinfiointissa näytä olevan.

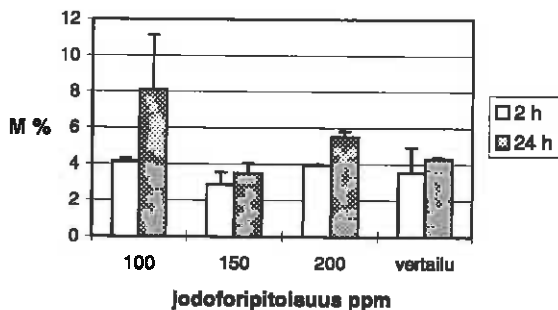
Kirjolohi



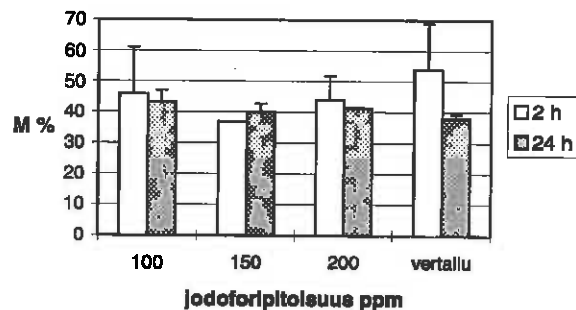
Nieriä



Meritaimen



Lohi



Kuva 10. Kirjolohen, nieriän, meritaimenen ja lohen mädin kuolleisuus hedelmöityksestä silmäpisteasteelle 2 ja 24 tuntia hedelmöityksen jälkeen tehtyjen 100, 150 ja 200 ppm jodoforidesinfiointien jälkeen.

Tulosten perusteella (kuva 10) on mahdollista käyttää vastahedelmöitetyn mädin desinfiointissa suosituksia väkevämpiä jodoforeja. Väkevät jodoforit ei näyttäsi olevan erityisen haitallisia millekään tässä työssä tutkitulle lajille, lohelle, meritaimenelle, kirjolohelle, nieriälle tai siialle. On kuitenkin mahdollista, että eräät muut lajit tai kannat ovat nyt tutkittuja herkempiä.

Väkevien jodoforien haittavaikutukset mädelle liittyvät pitoisuutta enemmän desinfiointin ajankohtaan. Erityisesti kirjolohen, mutta myös nieriän mädin kuolleisuus 2 -3 tuntia hedelmöityksen jälkeen väkevillä jodoforeilla tehdyissä desinfiointeissa oli merkittävästi suurempaa kuin myöhemmin tehdyissä. Desinfiointin otollisinta ajankohtaa on tarkasteltu luvussa 3. Jodoforien toksisuus mädelle vaihtelee huomattavasti käsittelyajankohdan mukaan. Jos desinfiointissa on tarkoitus käyttää jodoforeja, joiden vapaan jodin pitoisuus on yli 100 ppm, tulee mädin käsittelyaika valita siten, että mäti on ehtinyt kunnolla paisua. Mädin paisuttamista jodoforiliuoksessa ei voi suositella.

Kuvassa 10 on tarkasteltu jodoforin toksisuutta mädille mädin kehityksen alkuvaiheessa, silmäpistevaiheeseen mennessä. Haudonnan loppuaikana, silmäpistevaiheesta

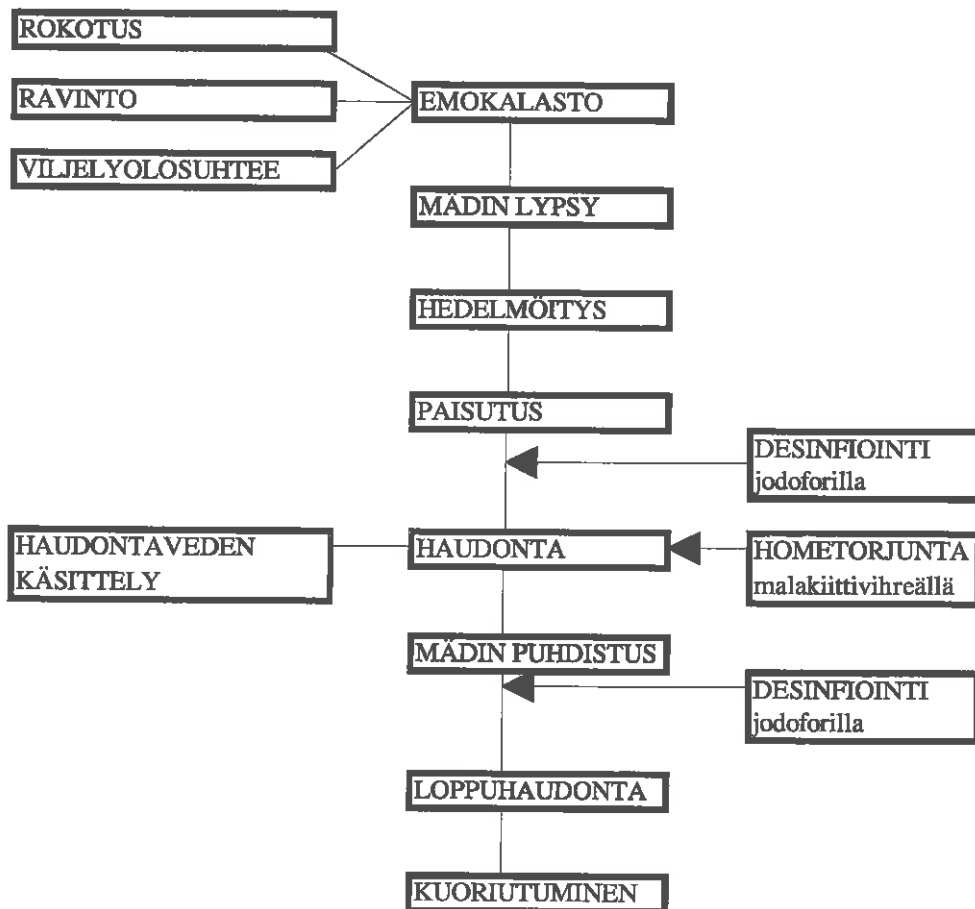
kuoriutumiseen ei koeryhmissä ollut havaittavissa tavanomaisesta poikkeavaa kuolleisuutta. Pitkäaikaisvaikutuksia kuoriutumisen jälkeen ei ole seurattu.

Kirjolohen mädillä selvitettiin myös desinfiointiin liittyvän mekaanisen käsittelyn ja desinfiointikemikaalipitoisuuden yhteistä vaikutusta mädin kuolleisuuteen. Vasta yli 150 ppm jodipitoisuuksissa mekaanisesta käsittelystä ja desinfioinnista aiheutuva yhteisvaikutus oli mädille haitallisempaa kuin pelkkä desinfiointi.

7. KÄYTTÖSUOSITUKSET

Mädin tuotanto ja haudonta on monivaiheinen tuotantoketju. Laadunvarmistuksen kannalta mädintuotannossa on kaksi oleellista tekijää: emokalastojen geneettinen tausta ja emokalastojen terveystilanne. Geneettisen laadun käsitteeseen sisältyy tieto emokalojen taustasta ja riittävästä populaatiokoosta emokalastoja perustettaessa sekä asianmukaisten hedelmöitysmenetelmien käyttö. Emokalastojen terveystilanne laatu-tekijänä tarkoittaa emokalastojen tautivapauden lisäksi niitä ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, joita tuotannossa käytetään, jotta voitaisiin estää mahdollisten, esimerkiksi piilevien taudinaiheuttajien välittyminen mädin mukana.

Mädin desinfioinnin tarkoitus tuotantoketjussa on varmistaa että myynti- tai siirtolanteessa mädin pinnalla ei ole kalatauteja aiheuttavia patogeeneja, jotka myöhemmin johtaisivat siirretyn mätierän tai muiden kalojen sairastumiseen. Desinfiointi parantaa myös yleistä hygieniää ja sitä kautta tuotannon laatua. Desinfioinnin tarkoitus voi toteutua vain, jos varsinaiset desinfiointitoimenpiteet tehdään asianmukaisesti ja toimenpiteistä oman tuotantoyksikön käytäntöä muodostettaessa desinfioinnin tarkoitus ohjaa toimenpiteiden valintaa. Mädin desinfioinnin asemaa mädintuotantoketjussa ja muita terveystilanteen varmistamiseen liittyviä toimenpiteitä voidaan kuvata oheisella kaaviolla.



Mädin käsittely desinfioinnin jälkeen on myös tärkeää. Desinfioinnin jälkeen mäti tulee huuhdella puhtaalla vedellä, yleensä pohjavedellä tai jatkoviljelypaikan vedellä. Siirto jatkoviljelypaikkaan on suositeltavinta tehdä välittömästi.

Mädin desinfioijan on tärkeintä muistaa miksi kukin desinfiointiprosessin toimenpide tehdään. Tämän asian varmistamiseen soveltuu oheinen tarkistuslista.

MÄDIN DESINFIOIJAN MUISTILISTA

DESINFIOI HYVÄÄ MÄTIÄ	<ul style="list-style-type: none"> • optimaalinen lypsy aika • oikeat lypsy- ja hedelmöitystekniikat • huono mäti ei desinfioimalla parane
DESINFIOI PAISUNUTTA MÄTIÄ	<ul style="list-style-type: none"> • mäti paisuu parissa tunnissa • useimmilla lajeilla käytännöllisin desinfiointiaika on 2 - 24 h hedelmöityksen jälkeen • jos paisutusolosuhteet ovat huonot tai lisäävät tautiriskiä, lyhyin mahdollinen aika on usein optimaalisin
DESINFIOINTIAINEEN VÄKEVYYS	<ul style="list-style-type: none"> • desinfiointiaineen aliannostus voi vaarantaa tarkoituksen toteutumisen • lievä yliannostus on harvoin haitallista
MÄDIN DESINFIOINTIPROSESSISSA ON MONTA TÄRKEÄÄ OSATEKIJÄÄ	<ul style="list-style-type: none"> • desinfiointiaine, sen pitoisuus ja pH:n säätö • mädin kehitysvaihe • desinfioinnin työtavat • desinfioinnin jälkeen mäti siirretään puhtaan veteen tai tulevaan kasvatuspaikkaan
ENNEN DESINFIOINTIA SPA-MÄTI ON PUHDISTETTAVA	<ul style="list-style-type: none"> • orgaaninen aine heikentää desinfiointiaineen tehoa • desinfiointiaineen tehon heikkeneminen vaarantaa tarkoituksen toteutumisen

KIITOKSET

Mätikokeitten hoitoon vuosina 1989-1993 osallistuivat useat Laukaan keskuskalanviljelylaitoksen kalanviljelijät, kalastusmestarit ja harjoittelijat. Heille kaikille esitämmme parhaat kiitoksemme. Kiitokset myös FK Jarmo Makkoselle ja Ph.D. Krzysztof Raciborskille avusta kokeiden hoidossa sekä laitosjohtaja Petri Heinimäelle ja ELL Perttu Koskelle käsikirjoituksen parannusehdotuksista.

KIRJALLISUUS

- Alderdice, D.F. 1988. Osmotic and ionic regulation in teleost eggs and larvae. Teoksessa Hoar, W.S. ja Randall, D.J. (toim.) *Fish Physiology*, Vol. XIA. Academic Press, Lontoo s. 163-251.
- Alderman, D.J. 1984. The toxicity of iodophors to salmonid eggs. *Aquaculture* 40:7-16.
- Amend, D.F. 1974. Comparative toxicity of two iodophors to rainbow trout eggs. *Trans. Am. Fish. Soc.* 103:73-78.
- Amend, D.F. ja Pietsch, J.P. 1972. Virucidal activity of two iodophors to salmonid viruses. *J.Fish. Res. Bd. Canada* 29:61-65.
- Ballard, W.W. 1973. Normal embryonic stages for salmonid fishes, based on *Salmo gairdneri* Richardson and *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). *J.Exp.Zool.* 184:7-25.
- Barker, G.A., Smith, S.N. ja Bromage, N. 1989. The bacterial flora of rainbow trout, *Salmo gairdneri* and brown trout, *Salmo trutta*, eggs and its relationship to developmental success. *J. Fish Diseases* 12:281-293.
- Barker, G.A., Smith, S.N. ja Bromage, N. 1991. Commensal bacteria and their possible relationship to the mortality of incubating salmonid eggs. *J. Fish Diseases* 14:199-210.
- Barker, G.A., Smith, S.N., Bromage, N.R. 1989: The bacterial flora of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, and brown trout, *Salmo trutta* L., eggs and its relationship to developmental success. *J. Fish Diseases* 12:281-293.
- Bromage, N. 1995. Broodstock management and seed quality - general considerations. Teoksessa Bromage, N.R. ja Roberts, R.J. (toim.) *Broodstock management and egg & larval quality*. Blackwell Science, Oxford s. 1-24.
- Bromage, N. ja Cumarantunga, R. 1988. Egg production in the rainbow trout. Teoksessa Muir, J.F. ja Roberts, R.J. (toim.) *Recent Advances in Aquaculture*, Vol. IV. Croom Helm/Timber Press, Lontoo s. 63-138.
- Brown, D.R. ja Shrable, J.B. 1994. Survival of arctic grayling eggs water-hardened in various concentrations of iodophor. *Progr. Fish.-Cult.* 56:262-264.

- Bullock, G.L., Rucker, R.R., Amend, D., Wolf, K. ja Stuckey, H.M. 1976. Infectious pancreatic necrosis: Transmission with iodine-treated and nontreated eggs of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). J.Fish. Res. Bd. Canada 33:1197-1198.
- Eddy, F.B. 1974. Osmotic properties of the perivitelline fluid and some properties of the chorion of Atlantic salmon eggs (*Salmo salar*). J.Zool., Lond. 174:237-243.
- Eskelinen, P. ja Forsman, L. 1991. Pitäisikö hauenkin mäti desinfioida? Suomen kalastuslehti 98:380-381.
- Evelyn, T.P.T., Ketcheson, J.E. ja Prospero-Porta, L. 1984. Further evidence for the presence of *Renibacterium salmoninarum* in salmonid eggs and for the failure of povidone-iodine to reduce the intra-ovum infection rate in water-hardened eggs. J. Fish Diseases 7:173-182.
- Evelyn, T.P.T., Prospero-Porta, L. ja Ketcheson, J.E. 1986. Persistence of the kidney-disease bacterium, *Renibacterium salmoninarum*, in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), eggs treated during and after water-hardening with povidone-iodine. J. Fish Diseases:461-464.
- Fitzsimons, J.D. 1994. Survival of lake trout embryos after receiving physical shock. Progr. Fish.-Cult. 56:149-151.
- Fowler, L.G. ja Banks, J.L. 1990. Iodophor toxicity to eggs and fry of fall chinook salmon. Progr. Fish.-Cult. 52:176-178.
- Fowler, L.G. ja Banks, J.L. 1991. A safe level of iodophor for treating eggs of fall chinook salmon during water hardening. Progr. Fish-Cult. 53:250-251.
- Gardner, J.F. ja Peel, M.M. 1986. Introduction to sterilization and disinfection. Churchill Livingstone, Melbourne. 183 s.
- Jensen, J.O.T. ja Alderdice, D.F. 1983. Changes in mechanical shock sensitivity of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) eggs during incubation. Aquaculture 32:303-312.
- Jensen, J.O.T. ja Alderdice, D.F. 1989. Comparison of mechanical shock sensitivity of eggs of five pacific salmon (*Oncorhynchus*) species and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture 78:163-181.
- Johnson, S.C., Chapman, G.A. ja Stevens, D.G. 1989. Relationship between temperature units and sensitivity to handling for coho salmon and rainbow trout embryos. Progr. Fish-Cult. 51:61-68.
- Johnson, S.C., Chapman, G.A. ja Stevens, D.G. 1983. Sensitivity of steelhead trout embryos to handling. Progr. Fish-Cult. 45:103-104.
- Kjørsvik, E. ja Holmefjord, I. 1995. Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and Cod (*Gadus morhua*). Teoksessa Bromage, N.R. ja Roberts, R.J. (toim.) Broodstock management and egg & larval quality. Blackwell Science, Oxford s. 169-196.
- Kudo, S. ja Inoue, M. 1989. Bactericidal action of fertilization envelope extract from eggs of the fish *Cyprinus carpio* and *Plecoglossus altivelis*. J.Exp.Zool. 250:219-228.
- Leary, R.F. ja Peterson, J.F. 1990. Effects of water-hardening eggs in a Betadine or erythromycin solution on hatching success, development, and genetic characteristics of rainbow trout. Progr. Fish-Cult. 52:83-87.
- Lorenzen, E. 1994. Studies on *Flexibacter psychrophilus* in relation to rainbow trout fry syndrome (RTFS). Ph.D. dissertation, National Veterinary Laboratory, Århus & Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.

- McCarthy, D.H. 1980. Some ecological aspects of the bacterial fish pathogen *Aeromonas salmonicida*. Teoksessa Aquatic Microbiology. Symposium of the Society of Applied Bacteriology 6, s.299-324.
- McFadden, T.W. 1969. Effective disinfection of trout eggs to prevent egg transmission of *Aeromonas liquefaciens*. J. Fish. Res. Bd. Canada 26:2311-2318.
- Post, G., Power, D.V. ja Kloppel, T.M. 1974. Survival of rainbow trout eggs after receiving physical shocks of known magnitude. Trans. Am. Fish. Soc. 103:711-716.
- Rach, J.J., Marks, J.A. ja Dawson, V.K. 1995. Effect of water flow rates in hatching jars to control fungal infections of rainbow trout eggs. Progr. Fish-Cult. 57:226-230.
- Rosenberg, D.L. 1985. The effect of physical shock on the survival of coho salmon embryos during advanced development. Progr. Fish-Cult. 47:166-168.
- Ross, A.J. ja Smith, C.A. 1972. Effect of two iodophors on bacterial and fungal fish pathogens. J. Fish. Res. Bd. Canada 29:1359-1361.
- Salvesen, I. ja Vadstein, O. 1995. Surface disinfection of eggs from marine fish: evaluation of four chemicals. Aquaculture International 3:155-171.
- Salvesen, I., Jørgensen, L. ja Vadstein, O. 1991. Evaluation of four chemicals for surface-disinfection of marine fish eggs. European Aquaculture Society, Special Publication No. 15:406-408.
- Springate, J., Bromage, N., Elliott, J.A.K. ja Hudson, D.L. 1984. The timing of ovulation and stripping and the effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* L.). Aquaculture 43:313-322.
- Watanabe, T. 1985. Importance of the study of broodstock nutrition for further development of aquaculture. Teoksessa Cowey, C.B., Mackie, A.M. ja Bell, J.G. (toim.) Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, Lontoo s. 395-414.
- Wichardt, U.-P. 1988. Badning av rom. Vattenbruk 4/1988:4-5.
- Yousif, A.N., Albright, L.J. ja Evelyn, T.P.T. 1994. *In vitro* evidence for the antibacterial role of lysozyme in salmonid eggs. Dis. aquat. Org. 19:15-19.

Glutaraldehydi mädin desinfiointiaineena

Päivi Eskelinen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely,
Vilppulantie 415, 41360 Valkola

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	41
2. TUTKIMUSMENETELMÄT	42
3. TULOKSET	43
4. GLUTARALDEHYDIÄ MÄDIN DESINFIOINTIIN?	45
KIITOKSET	47
KIRJALLISUUS.....	47

1. JOHDANTO

Mädin desinfiointin tarkoituksena on estää haitallisia tarttuvia kalatauteja aiheuttavia patogeeneja, kuten paisetaudin aiheuttajabakteeria siirtymästä emokaloista tai emoviljelytiloista hautomoihin ja edelleen poikaskasvatukseen. Mädin desinfiointilla voidaan myös vähentää mädin pinnalla elävien mikrobien määrää. Myös muiden kuin erityisen vaarallisina pidettyjen mikrobien vähentäminen mädin pinnalta parantaa haudonnan tulosta.

Desinfiointin teho riippuu käytetyn desinfiointiaineen pitoisuudesta ja kontaktiajasta desinfioitavan materiaalin kanssa. Mädin desinfiointissa on kyse elävän materiaalin käsittelystä, joten desinfiointitehon lisäksi käsittelyn tulee olla mädille ja siitä kuoriutuvien poikasten jatkokehitykselle vaaraton. Lähes kaikki desinfiointiaineet desinfioidivat parhaiten puhtaita materiaaleja; orgaaninen aine heikentää useimpien desinfiointikemikaalien tehoa. Mädin pintaa voi käytännössä puhdistaa vain huuhtelemalla, eikä kaikkien kalalajien tai kehitysvaiheiden mätiä ole edes mahdollista perusteellisesti huuhtoa ilman kuolleisuuden lisääntymistä.

Jodoforit ovat yleisimmin käytettyjä mädin desinfiointiaineita. Lohikaloista on erityisen ongelmalliseksi osoittautunut harjuksen ja eräissä tapauksissa myös siikojen mädin desinfiointi heti hedelmöityksen jälkeen. Vastalypsettyä harjuksen mätiä ei voi desinfioida jodoforeilla. Jodoforien desinfiointiteho on myös ajoittain asetettu kyseenalaiseksi. Sitä ei pidetä parhaana mahdollisena esimerkiksi punakampelan ja muiden merikalojen mädin desinfiointissa (Salvesen ja Vadstein 1995).

Glutaraldehydiä on käytetty desinfiointiaineena kotieläintuotannossa (Elson 1983) sekä lääketieteessä välineitten kylmästerilointiaineena (Gardner ja Peel 1986). Sen etuja ovat laaja teho monenlaisiin bakteereihin, viruksiin, sieniin ja itiöihin. Glutaraldehydi on aktiivinen myös orgaanisen aineen läsnäollessa, vaikutukseltaan nopea ja soveltuva käytettäväksi useimpien materiaalien kanssa (Elson 1983).

Glutaraldehydi on todettu tehokkaaksi ja turvalliseksi desinfiointiaineeksi punakampelan mädille, ja soveltuvan myös turskan ja eräiden muiden kampeloitten (Salvesen ja Vadstein 1995) ja ruijanpallaksen (Harboe ym. 1994) mädin desinfiointiin sekä hankajalkaisäyriäisten munien desinfiointiin (Næss ja Bergh 1994). Näiden merilajien mädin desinfiointilla on tarkoituksena vähentää mädin pinnan bakteerikuormaa. Meikäläisten lohikaloiden mädin desinfiointi taas tähtää tiettyjen erittäin haitallisten kalatautien, kuten lohikaloiden paisetaudin, torjuntaan. Glutaraldehydin tehosta erityisesti paisetautibakteerin torjunnassa ei ole vakiintunutta käsitystä, mutta hyvän bakterisidisen tehonsa takia desinfiointi glutaraldehydillä saattaa toimia riittävän hyvin myös paisetaudin torjunnassa.

Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena selvittää miten vastalypsetty ja silmäpistevaiheeseen kehittynyt harjuksen mäti kestää desinfiointia glutaraldehydillä ja glutaraldehydiä tehoaineena sisältävällä valmisteella. Glutaraldehydin soveltuvuutta desinfiointiin jodoforeihin verrattuna tutkittiin myös lohen, siian ja kirjolohen mädillä.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Mädin glutaraldehydin sietoa tutkittiin kokeilla, joissa vastalypsetty mäti desinfioidiin ja haudottiin silmäpisteasteelle. Silmäpistevaiheessa desinfioidun mädin menestymistä seurattiin lähelle kuoriutumista. Pitkäaikaisvaikutuksia ei selvitetty.

Harjuskokeet

Desinfiointikokeessa käytetty harjuksen mäti lypsettiin viidestä Laukaan keskuskaulanviljelylaitoksen (nyk. Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely) viisivuotiaasta Rautalammin reitin kannan harjusemoista ja hedelmöitettiin niinikään viiden saman emoparven koiraalla. Veden lämpötila hedelmöityksen aikana oli 5,2 °C. Mäti desinfioidiin kun hedelmöityksestä oli kulunut 4 tuntia. Tässä vaiheessa alkio ei ollut vielä jakaantunut, mutta mäti oli paisunut. Desinfiointin ja huuhtelun jälkeen n. 100 ml mätää laitettiin haudontasuppiloihin (tilavuus 1 000 ml), joihin vesi tulee pohjasta ja poistuu suppilon yläreunasta. Virtaamat säädettiin siten, että mäti kellui kevyesti suppilon alaosassa. Kun mäti oli saavuttanut silmäpistevaiheen, suppilot tyhjennettiin ja elävät ja kuolleet mätimunat laskettiin.

Silmäpistevaiheen kokeet tehtiin vastavalla tavalla ottamalla suppiloissa haudottu mäti desinfiotavaksi heti kun silmäpistevaihe oli saavutettu. Tässä vaiheessa mädin pinta puhdistui veden mukana tulleista partikkeleista. Desinfiointin jälkeen mäti oli suppiloissa neljä päivää, jonka jälkeen laskettiin elävät ja kuolleet mätimunat. Kuoriutuminen ei ollut tällöin vielä alkanut.

Desinfiointiaineina käytettiin glutaraldehydiä pitoisuuksina 0,04 ja 0,08 % sekä Lyso 3025 - desinfiointivalmistetta, jossa on tehoaineena glutaraldehydi. Lyso 3025:n glutaraldehydipitoisuus määritettiin Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella. Lyso 3025-valmistetta käytettiin pitoisuuksina 0,1 ja 0,5 %. Desinfiointiaineista tehtiin laimennokset järviveteen. Puoleen litraan desinfiointiainelaimennosta kaadettiin desinfioitava mätierä, jonka annettiin olla liuoksessa 10 minuuttia. Tämän jälkeen mäti huuhdottiin puhtaalla vedellä ja siirrettiin haudontasuppiloon.

Mädin kuolleisuutta eri käsittelyissä verrattiin toisiinsa ja käsittelemättömiin ryhmiin. Erojen tilastollista merkitsevyyttä testattiin varianssianalyysillä.

Siika, lohi ja kirjolohikokeet

Myös siian, lohen ja kirjolohen mädin glutaraldehydin sietoa heti hedelmöityksen jälkeen tutkittiin. Tutkitut pitoisuudet olivat 0,08 % glutaraldehydiä ja 0,1 % Lyso 3025 - valmistetta. Siian mäti oli Koitajoen kannan planktonsiian mätää, lohen mäti Nevan kannan lohen mätää ja kirjolohen mäti rodunjalostuspopulaation mätää. Kerralla desinfioidiin n. 100 ml mätää. Desinfiointit tehtiin 5 tuntia, lohen mädillä 4 tuntia hedelmöityksen jälkeen. Alkiossa ei ollut tällöin vielä nähtävissä solunjakautumista. Kusakin käsittelyssä oli enintään neljä rinnakkaista mätierää. Veden lämpötila oli desinfiointaessa siian mätää 2,1 °C, lohen mätää 3,8 °C ja kirjolohen mätää 2,9 °C.

Desinfiointin jälkeen siian mäti haudottiin samanlaisissa suppiloissa kuin harjuksenkin mäti. Lohen ja kirjolohen mäti haudottiin Heath-haudontalaitteessa, jossa on päällekkäisiä haudonta-asetteja ja vesi kulkee ylhäältä alas asetilta toiselle. Jokainen asetti oli jaettu neljäksi lokeroksi, ja jokainen käsittelyerä oli sijoitettu omaan lokeroonsa haudonnan ajaksi. Mätien ollessa silmäpistevaiheessa laskettiin elävät ja kuolleet mätimunat. Siian, lohen ja taimenen mädin glutaraldehydin sietoa verrattiin jodoforikäsittelyyn ja desinfiointimattomaan mätiin. Jodoforiliuoksena käytettiin puskuritua, 0,9 % suolaveteen valmistettua Betadine-liuosta, jossa vapaan jodin laskennallinen pitoisuus oli 100 ppm.

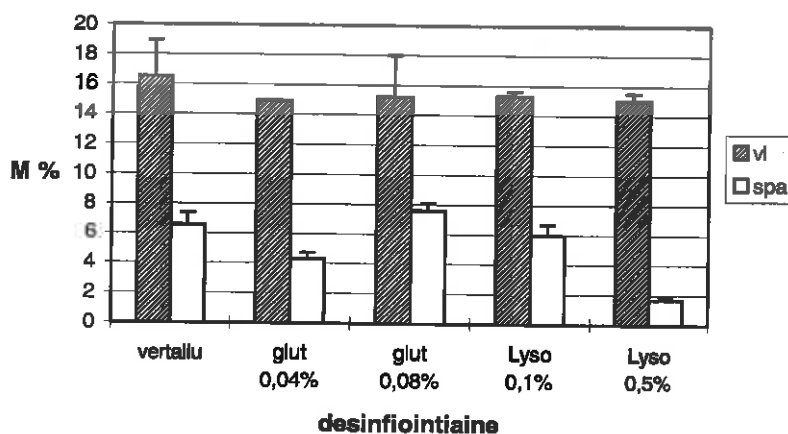
Mädin kuolleisuutta eri käsittelyryhmissä verrattiin toisiinsa ja käsittelemättömiin vertailuryhmiin. Erojen tilastollista merkitsevyyttä testattiin varianssianalyysillä ja kirjolohen mädin osalta myös Dunnettin testillä (Ranta ym. 1989).

3. TULOKSET

Neljä tuntia hedelmöityksen jälkeen paisuneen harjuksen mädin vesipitoisuus oli 92,5 %, kun se heti hedelmöityksen jälkeen oli tällä ryhmällä noin 85 %. Mädin vesipitoisuus ei enää tämän jälkeen juuri kasvanut, eli mäti oli paisunut.

Neljä tuntia hedelmöityksen jälkeen 0,04 ja 0,08 % glutaraldehydi- sekä 0,1 ja 0,5 % Lyso 3025 -liuoksilla desinfioiduista harjuksen mädeistä noin 85 % oli elossa silmäpistevaiheessa (kuva 1). Desinfiointujen ryhmien ja vertailuryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Silmäpistevaiheeseen kehittyneen harjuksen mädin desinfiointissa vastaavilla aineilla ja pitoisuuksilla mädin kuolleisuus oli kaikissa ryhmissä alle 10 % (kuva 1). Mädin kuolleisuuksissa eri ryhmien välillä ei ollut eroa.

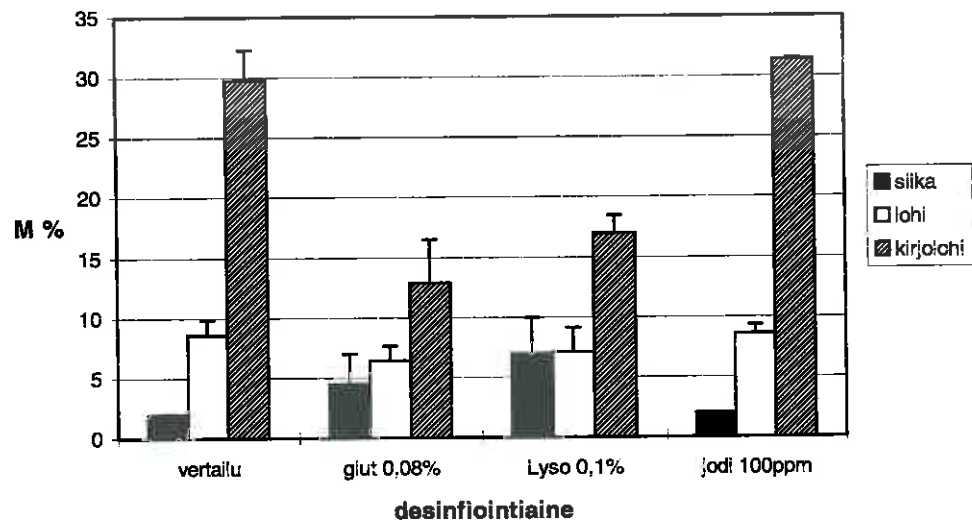


Kuva 1. Neljä tuntia hedelmöityksen jälkeen (vl) ja silmäpistevaiheessa (spa) glutaraldehydillä (0,04 ja 0,08 %) ja Lyso 3025:llä (0,1 ja 0,5 %) desinfioidun harjuksen mädin kuolleisuus (M) prosentteina. Janat kuvaavat keskiarvon keskilvirhettä.

Viisi tuntia hedelmöityksen jälkeen desinfioidun kirjolohen mädin kuolleisuus silmäpisteasteella oli jodoforidesinfiointissa yhtä suuri kuin desinfiomattomissa ryhmissä. Glutaraldehydillä (0,08 %) ja Lyso 3025:llä desinfioidujen ryhmien mädin kuolleisuus oli pienempi (kuva 2). Desinfioidut ryhmät eivät eronneet merkitsevästi vertailuryhmistä. Lohen mädin desinfiointi jodoforilla, glutaraldehydillä ja Lyso 3025-valmisteella ei näkynyt eroina mädin kuolleisuudessa (kuva 2). Siian mädin kuolleisuus oli glutaraldehydillä ja Lyso 3025:lla desinfioiduissa ryhmissä vähän isompi kuin jodoforilla ja vertailuryhmissä (kuva 2), mutta ei merkitsevästi.

Kokeessa käytetty Lyso 3025-desinfiointiaine sisälsi glutaraldehydiä 19,03 %. Glutaraldehydin lisäksi valmisteessa on klormetylisothiazolinonia (< 0,3 %) synergisesti vaikuttavana rikki- ja typpipitoisena heterosyklinä sekä kostutinta. Valmisteen pH oli säädetty neutraaliksi. Glutaraldehydipitoisuus 0,1 % Lyso-liuoksessa oli tässä tapauksessa 0,02 % ja 0,5 % Lyso-liuoksessa 0,095 %. Glutaraldehydipitoisuukseltaan olivat 0,5 % Lyso 3025 - liuos ja 0,08 % glutaraldehydiluos samaa suuruusluokkaa.

Puskuroimattoman glutaraldehydiliuoksen pH neutraalissa järivedessä on noin 5.



Kuva 2. Planktonsiian, lohen ja kirjolohen mädin kuolleisuus (M %) silmäpistevaiheessa, kun mäti desinfiointiin heti hedelmöityksen jälkeen 0,08 % glutaraldehydillä, 0,1 % Lyso 3025:llä ja Betadine-jodoforilla (100 ppm aktiivista jodia). Janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä.

4. GLUTARALDEHYDIÄ MÄDIN DESINFIOINTIIN?

Mädin desinfiointiin soveltuvien kemikaalien on täytettävä kaksi ehtoa. Niiden on oltava tehokkaita mikrobien tuhoajia eivätkä ne saa olla haitallisia mädille. Desinfiointiaineiden pitäisi tuhota haitalliset taudinaiheuttajamikrobit täydellisesti, jotta esimerkiksi paisetaudin leviämistiet mädin välityksellä voitaisiin katkaista. Myös epätäydellisestä desinfiointituloksesta, jossa mikrobimäärä kuitenkin vähenee, on usein etua mädin haudontatulokselle (Salvesen ja Vadstein 1995). Merikissan viljelyssä mädin pinnan bakteerikasvustot voivat huomattavasti heikentää haudontatulosta ja lisätä enenaikaista kuoriutumista. Toistuvilla glutaraldehydikäsittelyillä on voitu vähentää kuolleisuutta (Pavlov ja Moksness 1993). Glutaraldehydin tehoa paisetautibakteerin torjunnassa ei ole aiemmin selvitetty. Sitä on tarkasteltu erikseen tässä samassa nitessä.

Harjuksen mädin desinfiointista heti hedelmöityksen jälkeen ei juuri ole julkaistu kokemuksia. Brown ja Shrable (1994) paisuttivat pohjanharjuksen mätiä jodoforiliuoksissa, joiden väkevyydet olivat 50 - 100 mg/l aktiivista jodia. Kuolleisuus silmäpistevaiheessa oli kaikissa ryhmissä suurempi kuin mädillä, joka oli paisutettu järvivedessä. Väkevimmät jodoforit olivat haitallisimpia.

Glutaraldehydin käyttö mädin desinfiointiaineena on hyvien kokemusten seurauksena muotoutumassa rutiiniksi kempelakalojen viljelyssä. Punakampelan, ruijanpallaksen ja turskan mädin desinfiointi glutaraldehydillä vähensi Salvesenin ja Vadsteinin (1995) tutkimuksissa mädin pinnan bakteerikuormaa ilman haitallisia vaikutuksia. Mädin desinfiointi lisäsi mädin eloonjäämistä kaikilla tutkituilla lajeilla, enemmän kuitenkin ruijanpallaksella ja turskalla kuin punakampelalla. Næss ja Berg (1994) totesivat, että glutaraldehydikäsittely tuotti tehokkaasti pintasteriilejä hankajalkaisäyriäisten munia, mutta lisäsi samalla toisen tutkitun äyriäislajin kuoriutuneiden toukkien kuolleisuutta.

Harjuksen mädin välittömään kuolleisuuteen ei eri glutaraldehydipitoisuuksilla ollut eroa. Myös lohen, siian ja kirjolohen mäti näyttäisi sietävän hyvin 0,08 - 0,1 % glutaraldehydiliuoksia. Tässä työssä ei kuitenkaan ole tutkittu glutaraldehydin pitkäaikaisvaikutuksia. Harboen ym. (1994) kokeitten mukaan niitä voi ilmetä. Glutaraldehydillä desinfioidun ruijanpallaksen mädin kuolleisuudessa ei haudonnan aikana ollut eroja kahden eri desinfiointiainepitoisuuden (400 ja 800 ppm) vaikutusten välillä. Starttiruokintavaiheessa 400 ppm:n pitoisuudella käsitellyistä mätimunista kuoriutuneiden poikasten kuolleisuus oli kuitenkin pienempi. Myös Salvesen ja Vadstein (1995) suosittelevat mädin desinfiointiin glutaraldehydiä 0,04 % pitoisuutena käytettäessä 10 minuutin desinfiointiaikaa.

Glutaraldehydin vesiliuokset ovat lievästi happamia. Vastahedelmöitettyä mätiä desinfioidessa glutaraldehydiliuoksia ei puskuroitu, eikä happamamuudesta nähtynyt olevan erityistä haittaa. Glutaraldehydillä tehdyissä desinfiointitutkimuksissa on käytetty sekä puskuroituja että puskuroimattomia desinfiointiaineliuoksia. Desinfiointimenetelmiä edelleen kehitettäessä glutaraldehydiliuoksen happamuuden säätöön kannattaa kuitenkin kiinnittää huomiota.

Glutaraldehydi näyttää varsin lupaavalta mädin desinfiointiaineelta tilanteissa, joissa jodoforeja ei ole mahdollista käyttää. Sen bakterisidisestä tehosta, optimaalisista pitoisuuksista ja kontaktiajoista sekä soveltuvuudesta eri kalalajien mätien desinfiointiin tarvitaan kuitenkin vielä runsaasti lisätietoja.

KIITOKSET

Kiitokset ELL Perttu Koskelle ja laitosjohtaja Petri Heinimaaalle käsikirjoituksen lukemisesta.

KIRJALLISUUS

Brown, D. R. ja Shrable, J.B. 1994. Survival of Arctic grayling eggs water-hardened in various concentrations of iodophor. *Progr. Fish-Culturist* 56:262-264.

Elson, K. 1983. Disinfectants - the facts. Let's keep it clean. *Fish Farmer* 2/1983:26-28.

Gardner, J.F: ja Peel, M.M. 1986. Introduction to sterilization and disinfection. Churchill Livigstone. Melbourne. 183 s.

Harboe, T., Huse, I. ja Øie, G. 1994. Effects of egg disinfection on yolk sac and first feeding stages of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae. *Aquaculture* 119:157-165.

Næss, T. ja Bergh, Ø. 1994. Calanoid copepod resting eggs can be surface disinfected. *Aquacultural Engineering* 13:1-9.

Pavlov, D.A. ja Moksness, E. 1993. Bacterial destruction of the egg shell of common woffish during incubation. *Aquaculture International* 1:178-186.

Ranta, E., Rita, H. ja Kouki, J. 1989. Biometria - tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino, Helsinki.

Salvesen, I. ja Vadstein, O. 1995. Surface disinfection of eggs from marine fish: evaluation of four chemicals. *Aquaculture International* 3:155-171.

Glutaraldehydivalmisteen teho mädin desinfiointissa

Tarja Tiainen¹ ja Päivi Eskelinen²

¹Statens Veterinær Serumlaboratorium, Hangovej 2, DK-8020 Århus

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely, Vilppulantie 415, 41360 Valkola

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	50
2. TUTKIMUSMENETELMÄ	51
3. TULOKSET	53
4. ONKO GLUTARALDEHYDI VAIHTOEHTO JODOFOREILLE?	56
KIITOKSET	57
KIRJALLISUUS.....	57

1. JOHDANTO

Glutaraldehydiä on kotieläintuotannossa ja terveydenhoidossa (Gardner ja Peel 1986) käytetty desinfiointiaine. Glutaraldehydiä sisältäviä valmisteita on kehitetty desinfiointiaineeksi elintarviketeollisuuteen sekä myös kalanjalostukseen ja kalanviljelyyn (Elson 1983). Glutaraldehydi tuhoaa bakteereita, myös lepomuotoja, viruksia sekä sieniä. Se toimii parhaiten neutraalissa tai alkaalisessa ympäristössä. Käyttäjälleen glutaraldehydi on haitallisempi aine kuin esimerkiksi jodoforit.

Glutaraldehydin käyttökelpoisuutta mädin desinfioinnissa on alettu selvittää 1980-luvun loppupuolella, kun erityisesti Norjassa ryhdyttiin kehittämään kampela- ja turskakalojen, lähinnä ruijanpallaksen ja punakampelan intensiivisen tuotannon menetelmiä. Näiden lajien mäti on kelluvaa ja kehitty nopeasti. Jodoforeja, joita tavallisimmin käytetään lohikalojen mädin desinfioinnissa, ei ole pidetty erityisen hyvin näiden lajien mädin desinfiointiin soveltuvina aineina (Salvesen ym. 1991, Salvesen ja Vadstein 1995).

Lyso 3025 on glutaraldehydiä tehoaineena sisältävä desinfiointiaine. Glutaraldehydin lisäksi valmisteessa on klormetylisothiazolinonia ja sen pH on säädetty neutraaliksi. Glutaraldehydin pitoisuudeksi valmistaja ilmoittaa 10 - 30 %.

Lyso 3025:n soveltuvuutta paisetaudin torjuntaan mädin desinfioinnissa tutkittiin Valtion eläinlääketieteen laitoksen (nykyisin Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos) Kuopion aluelaboratoriossa valmisteen maahantuojan toimeksiannosta. Samanaikaisesti selvitettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa valmisteen sekä pelkän glutaraldehydin vaikutuksia harjuksen, siian, lohen ja kirjolohen mädin haudontatulokseen.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ

Kokeessa käytettiin silmäpisteasteella ollutta järvitaimenen mätiä. Se kuljetettiin termostoituna happipakkauksessa laboratorioon ja säilytettiin kylmiössä ennen kokeen alkua.

Kokeessa tutkittiin desinfiointiaineen tehoa paisetautibakteerin *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* (ASS) tuhoamisessa. Bakteerikanta oli aiemmin eristetty suomalaiselta kalanviljelylaitokselta. Säilytyksestä otettu bakteerikanta kasvatettiin trypton-soija-elatusalustalla (TS-agar) kaksi vuorokautta ja suspensoitiin fysiologiseen suolaliuokseen. Suspension absorbanssi säädettiin 0,75:ksi ensimmäisessä kokeessa ja 0,77:ksi toisessa. Tämän suspension bakteerimäärä, 10^8 cfu/ml, tarkistettiin verilevyviljelyllä. Suspensiosta tehtiin koetta varten laimennokset järviveteen. Laimennoksia tehtiin kahta infektiannonosta, 10^2 cfu/ml ja 10^5 cfu/ml varten. Cfu tarkoittaa pesäkettä muodostavaa yksikköä.

Mädin infektiointi tehtiin siten, että litraan laimennettua bakteerisuspensiota lisättiin 100 ml mätiä varovasti sekoittaen ja annettiin inkuboitua huoneenlämmössä 10 minuuttia. Tämän jälkeen mädistä otettiin näytteet bakteerimäärien tarkistusta varten ja aloitettiin desinfiointikokeet.

Kokeessa käytettiin kolmea eri Lyso 3025 - desinfiointiainepitoisuutta: 0,05 %, 0,5 % ja 1 %. Kokeen desinfiotiot olivat seuraavat (cfu = pesäkkeitä muodostavia yksiköitä):

infektiannonos cfu/ml	Lyso 3025 - pitoisuus %		
	0,05	0,5	1,0
10^2	X	X	
10^5	X	X	X

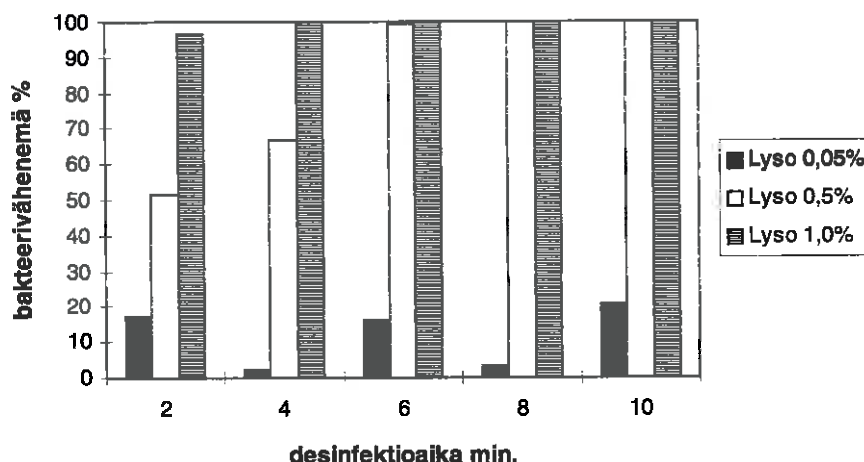
Desinfiointiaine lisättiin mäti-bakteeri-suspensioon hetkellä 0 ja 2 x 5 mätimunaa poimittiin bakteeriviljelyä varten kahden, neljän, kuuden, kahdeksan ja 10 minuutin kuluttua. Mätimunat poimittiin desinfiointiliuoksesta steriilillä lusikalla, huuhdeltiin nopeasti tislatussa, steriilissä vedessä desinfiointiaineen poistamiseksi ja levitettiin elatusalustoille (TS-agar) tai rikastusviljelyä varten elatusaineeseen (TS-liemi). Bakteerit viljeltiin kahdella rinnakkaisella maljalla kaksi vuorokautta huoneenlämmössä. Sen jälkeen laskettiin sekä kokonaisbakteerimäärä että pigmentillisten *Aeromonas salmonicida* - pesäkkeiden lukumäärä. Rikastusviljelyyn otettuja mätinäytteitä kasvatettiin kaksi vuorokautta +15 °C lämpötilassa ravistimessa. Tämän jälkeen niistä tehtiin hajotusviljelmä TS-agarille mahdollisten paisetautipakteen toteamiseksi. Viikon kuluttua bakteerimaljat tarkistettiin uudestaan. Muutama satunnaisesti valittu pigmentillinen bakteeripesäke testattiin biokemiallisesti, jotta voitiin varmistua, että pesäkkeet olivat todella *A. salmonicida*-pesäkkeitä.

Desinfiointikoe toistettiin kahdesti. Kumpaakin koekertaa varten laboratorioon tuotiin uusi mätierä.

3. TULOKSET

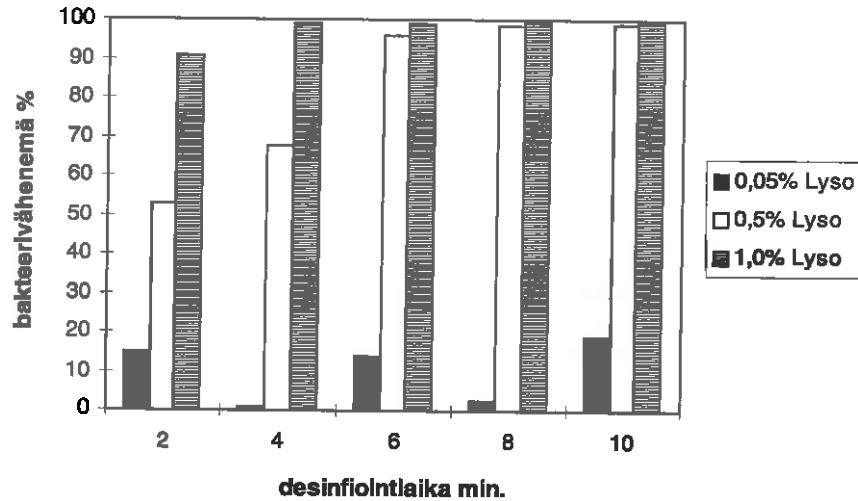
Tässä kokeellisessa infektioidinnissa glutaraldehydiä sisältävällä Lyso 3025 - valmisteella voitiin vähentää mätimunien pinnan paisetautibakteerimäärää oleellisesti kun infektiannon oli 10^5 cfu/ml. Kokeessa käytetty alempi infektiannon 10^2 cfu/ml osoittautui liian alhaiseksi, jotta desinfektioaineen vaikutuksia paisetautibakteeriin olisi voitu selvittää. Tällä infektiannoksella ei desinfioimattomienkaan mätimunien pinnalta saatu eristettyä paisetautibakteeria.

Korkeampaa infektiannosta käytettäessä 0,05 % Lyso 3025 - pitoisuus ei ollut riittävä tuhoamaan paisetautibakteereja (kuva 1.) eikä myöskään muita veden bakteereja (kuva 2.).



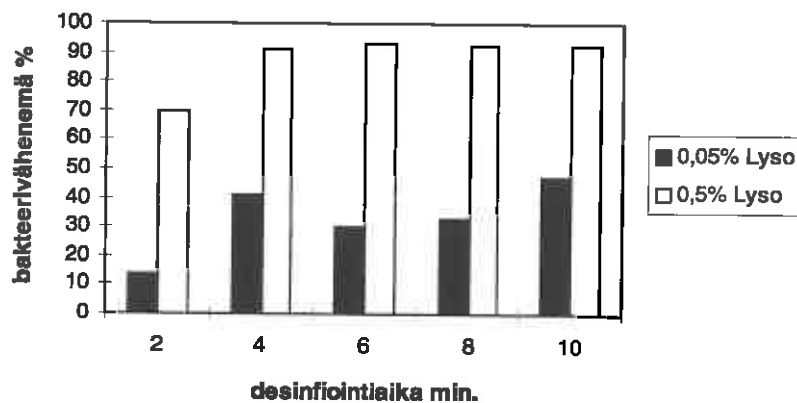
Kuva 1. Mätimunien paisetautibakteerin (*Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*) pesäkkeitten lukumäärän väheneminen eri pituisten desinfiointien jälkeen kahden kokeen keskiarvona, $n=4$. Infektiannon oli 10^5 cfu/ml, desinfiointiainepitoisuudet 0,05, 0,5 ja 1,0 % Lyso 3025 - valmistetta.

Kun desinfektioaineen pitoisuus oli 0,5 %, paisetautibakteerimäärät vähenivät huomattavasti, kun kontaktaika oli pitempi kuin 4 minuuttia. Kokeessa käytetyllä väkevimmällä, 1,0 % Lyso 3025 pitoisuudella ASS-pesäkkeitä ei ollut havaittavissa (kuva 1) kun oli käytetty pitempää desinfiointiaikaa kuin kaksi minuuttia.



Kuva 2. Mätimunien kokonaispesäkelukumäärän väheneminen eri pituisien desinfiointiaikojen jälkeen kahden kokeen keskiarvona. ASS-infektioannos 10^5 cfu/ml, desinfektioainepitoisuudet 0,05, 0,5 ja 1,0 % Lyso 3025 - valmistetta.

Mikään käytetyistä desinfektioainepitoisuuksista ei tuottanut pinnaltaan täysin steriilejä mätimunia. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty kummankin infektiokoannoksen kokeista mätimunien kokonaispesäkelukumäärien väheneminen. Käytettäessä 0,05 % Lyso 3025 - valmistetta desinfektioaikaa pidentämällä ei voitu vähentää kokonaisbakteerimäärää. Väkevämmät desinfektioainepitoisuudet vähensivät vesibakteerien määrää kaikilla kontaktaajoilla, vaikka eivät niitä täydellisesti tuhonneetkaan.



Kuva 3. Mätimunien kokonaispesäkelukumäärän väheneminen eri pituisien desinfiointiaikojen jälkeen kahden kokeen keskiarvona. ASS-infektioannos 10^2 cfu/ml, desinfektioainepitoisuudet 0,05 ja 0,5 % Lyso 3025 - valmistetta.

Rikastusviljelyissä löydettiin vain yksittäisiä paistetubakteeripesäkkeitä. Desinfiointiaineelaimennoksiin käytetyn normaalin järiveden nopeasti kasvava bakteerifloora todennäköisesti peitti paistetubakteerin alleen.

Tässä kokeessa käytetyn Lyso 3025 - valmisteen glutaraldehydipitoisuutta ei määritetty. Pitoisuuden voidaan olettaa olevan 19 %, sama kuin kokeessa, jossa tutkittiin glutaraldehydin vaikutuksia eri kalalajien mädin elinkykyyn (Eskelinen 1996, tässä nitessä). Lyso 3025 - liuosten glutaraldehydipitoisuudet olisivat näinollen seuraavat:

Lyso 3025 pitoisuus %	glutaraldehydipitoisuus %
0,05	0,01
0,5	0,1
1,0	0,2

4. ONKO GLUTARALDEHYDI VAIHTOEHTO JODOFOREILLE?

Aldehydejä, esimerkiksi formaldehydiä ei ole pidetty tehokkaina mädin desinfiointiaineina (Wright ja Snow 1975). Lisäksi viileän veden lajien viljelyn olosuhteet eivät ole aldehydien desinfektiovaikutukselle optimaaliset, koska niiden bakterisidinen teho vähenee lämpötilan laskiessa. Kuitenkin glutaraldehydillä on mädin desinfiointissa saatu hyviä tuloksia, on voitu tuottaa pinnalta steriilejä mätimunia ilman erityisiä haittavaikutuksia (Salvesen ja Vadstein 1995, Harboe ym. 1994).

Salvesen ja Vadstein (1995) suosittelivat mädin desinfiointiin käytettäväksi glutaraldehydiä 0,04 % pitoisuutena 10 minuutin ajan. Pitkäaikaisvaikutusten mahdollisuuden takia myöskään Harboe ym. (1994) eivät suositelleet tätä väkevempiä glutaraldehydipitoisuuksia mädin desinfiointiin. Haudontakokeissa siian, lohen, kirjolohen ja harjuksen mätiä on voitu turvallisesti käsitellä myös kaksi kertaa väkevämällä, 0,08 % glutaraldehydiliuoksilla (Eskelinen 1996, tässä niteessä). Lyso 3025 - valmiste 0,05 % pitoisuutena, jossa glutaraldehydiä on 0,01 % vaikuttaa tämän kokeen tulosten perusteella desinfektioteholtaan riittämättömältä pitoisuudelta. 0,5 % Lyso 3025 (0,1 % glutaraldehydiä) näyttäisi desinfektioteholtaan luotettavammalta.

Desinfiointiliuoksen sisältämän tehoaineen bakterisidinen vaikutus riippuu desinfiointitavan kohteen bakteerikuormasta. Kokeellisissa desinfiointeissa voidaan saada steriilejä mätimunia runsaammin kun mädin alkuperäiset bakteerimäärät ovat pienet. Tämän seikan eliminoimiseksi kokeessa käytettiin järvivettä bakteerisuspension valmistamiseen, koska myös normaalin viljelytilanteen olosuhteissa on aina läsnä runsaasti orgaanista materiaalia, kuten myös muita veden ja kalojen mikrobeja kuin varsinaiset haitalliset kalapatogeenit.

Alemman infektioannoksen kokeessa ei desinfektiotehota voitu mitata, koska paistetutibakteeria ei mätimunien pinnalta saatu eristettyä. Syynä saattaa olla järiveden runsas normaali bakteerikasvusto, joka peitti alleen paistetutibakteerin, tai myös se, että laboratorio-olosuhteissa bakteerit eivät välttämättä kiinnity infektiokohteen pintaan yhtä lujasti kuin luonnossa.

Glutaraldehydi ja sitä tehoaineena sisältävät valmisteet, kuten tässä työssä tutkittu Lyso 3025 saattavat olla potentiaalisia mädin desinfiointiaineita tilanteissa, joissa jodoforeja ei jostain syystä voida käyttää. Suomen vesiviljelyolosuhteissa mädin desinfiointilla pyritään ensisijaisesti torjumaan paistetutibakteerin ja eräiden muiden vastustettavien kalatautien leviäminen. Glutaraldehydin bakterisidisestä tehosta näiden mikrobien torjunnassa tarvittaisiin vielä lisää selvityksiä. Glutaraldehydi on myös käyttäjän kannalta suurempi terveysriski kuin jodoforit. Glutaraldehydiä mädin desinfiointiaineena ei todennäköisesti tulla tarvitsemaan jodoforia korvaavana aineena vaan desinfiointimenetelmien valikoiman täydentäjänä, jos jodoforeja ei voi käyttää.

KIITOKSET

Kiitokset Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen Kuopion aluelaboratorion väelle avusta kokeen suorittamisesta sekä ELL Perttu Koskelle ja laitosjohtaja Petri Heinimäelle käsikirjoituksen kommentoinnista.

KIRJALLISUUS

- Elson, K. 1983. Disinfectants - the facts. Let's keep it clean. *Fish Farmer* 2/1983:26-28.
- Gardner, J.F. ja Peel, M.M. 1986. Introduction to sterilization and disinfection. Churchill Livingstone, Melbourne. 183 s.
- Harboe, T., Huse, I. ja Øie, G. 1994. Effects of egg disinfection on yolk sac and first feeding stages of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae. *Aquaculture* 119:157-165.
- Salvesen, I. ja Vadstein, O. 1995. Surface disinfection of eggs from marine fish: evaluation of four chemicals. *Aquaculture International* 3:155-171.
- Salvesen, I., Jørgensen, L. ja Vadstein, O. 1991. Evaluation of four chemicals for surface-disinfection of marine fish eggs. Teoksessa: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E. ja Olivier, F. (toim.) Larvi'91 - Fish & Crustacean Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 15, Ghent, Belgium, s. 406-408.
- Wright, L.D. ja Snow, J.R. 1975. The effect of six chemicals for disinfection of largemouth bass eggs. *Progr. Fish-Culturist* 37:213-216.

Mädin desinfiointilaite

Raportti mallilaitteen suunnittelusta ja testauksesta

Päivi Eskelinen¹, Leena Forsman², Markku Pursiainen³, Lena Söderholm-Tana⁴,
Esko Anttonen¹, Antti Soivio², ja Matti Karjalainen⁵

¹ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely,
Vilppulantie 415, 41360 Valkola

² Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Elinkeinokalatalouden tutkimus,
PL 202, 00151 Helsinki

³ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely,
Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

⁴ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, PL 202, 00151 Helsinki

⁵ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Taivalkosken kalantutkimus ja vesiviljely,
93400 Taivalkoski

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	61
2. DESINFIOINTILAITTEEN TARVE.....	62
3. DESINFIOINTILAITTEEN SUUNNITTELU	62
3.1. Suunnittelun lähtökohdat.....	62
3.2. Suunnittelua varten tehtyjen selvitysten tulokset.....	63
3.2.1. Desinfiointi ja mädin kehitysvaiheet.....	63
3.2.2. Jodoforien inaktivoituminen.....	63
3.2.3. Kuolleitten mätimunien vaikutus jodipitoisuuteen.....	65
4. MALLILAITTE	65
4.1. Mallilaitteen rakenne ja toimintaperiaate.....	65
4.1.1. Mallilaitteen rakenne.....	65
4.1.2. Mallilaitteen toimintaperiaate	66
4.2. Mallilaitteen testaus.....	67
4.2.1. Laitteen rakenteet ja desinfiointiprosessi	67
4.2.2. Jodinsyöttöautomaattikka.....	68
4.3. Mallilaitteen materiaalien soveltuvuus.....	68
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	69
KIITOKSET	70
KIRJALLISUUS.....	71

1. JOHDANTO

Särkijärven kalanviljelylaitoksen (nyk. Muonion kalanviljelylaitos) peruskorjauksen suunnittelun yhteydessä todettiin, että laitoksen viljelysuunnitelma edellyttää laitoksen toiminnalta laajoja mädin siirtoja sekä luonnon mädinhankintakohteista laitokseen että laitoksesta muihin tuotantoyksiköihin. Kalatautien torjunta ja niiden leviämisen estäminen edellyttävät mädin desinfiointia kaikkien siirtojen yhteydessä. Mädin desinfiointimenetelmien ja -tekniikan tulisi olla luotettavia, helppokäyttöisiä ja nopeita.

Mädin desinfiointiin eri olosuhteissa ei ole ollut valmista laitteistoa. Desinfiointin automatisointimahdollisuuksien arvioimiseksi päädyttiin aloittamaan kehittämishanke, jonka tarkoituksena oli selvittää voidaanko mädin desinfiointi hoitaa koneellisesti. Hankkeen tuli selvityksen tulosten perusteella varautua suunnittelemaan ja valmistamaan desinfiointilaitteen mallikappale.

Suunnitteluryhmän jäseninä olivat Markku Pursiainen (puheenjohtaja), Päivi Eskelinen, Leena Forsman, Lena Söderholm-Tana, Esko Anttonen, Matti Karjalainen ja Antti Soivio. Desinfiointilaitteen tekniseksi suunnittelijaksi ja mallilaitteen valmistajaksi valittiin Insinööritoimisto Ylitalo Oy Oulusta. Mallilaitte valmistui koekäyttöön toukokuussa 1991.



Kuva 2. Valokuva desinfiointilaitteesta

2. DESINFIOINTILAITTEEN TARVE

Maa- ja metsätalousministeriö on tarkoituksena estää lohikalojen paisetaudin leviäminen rajoittanut elävän kalan ja mädin siirtoja muualta Suomesta ns. suojuatuille alueille, joissa paisetautia ei esiinny. Samoin on rajoitettu elävän kalan ja mädin siirtoa merestä sisävesialueille. Suojuatuille alueille voidaan viljely- ja istutustarkoituksiin kuitenkin siirtää mätiä, jos se ennen siirtoa desinfioidaan jodoforilla tai muulla paisetautibakteeriin tehoavalla tavalla. Mädin siirrot merestä sisävesiin ovat luvanvaraisesti mahdollisia karantenoinnin jälkeen. Karantenoinnin aikana emokalat tutkitaan bakteeriperäisen munuaistaudin ja myös muiden taudinaiheuttajien varalta. Jos emoista ei löydy vastustettavia kalatauteja, voidaan mäti yleensä ottaa desinfiotuna viljelyyn myös sisämaassa.

Mädin desinfiointia tarvitaan kuitenkin enimmäkseen muissa kuin lakisääteisissä tapauksissa. Mädituotantolaitoksilta luovutettava mäti toimitetaan jatkokasvatukseen pääsääntöisesti desinfiotuna. Myös mädituotantolaitosten sisällä on pyritty jaottelemaan toiminnot siten, että hautomoihin siirrettävä mäti desinfioidaan ennen hautomoon vientiä ja hautamoista edelleen toimitettava mäti desinfioidaan ennen siirtoa jatkokasvatustiloihin. Näin voidaan vähentää tautien leviämisen riskejä sekä todennäköisesti myös parantaa haudontatulosta parantamalla yleistä hygieniatasoa. Luonnonmädin siirtämisessä laitokseen jatkokasvatettavaksi desinfiointi on aina välttämätöntä.

Kalanviljelylaitoksilla, joiden päätuotantosuunta on mädituotanto muualle jatkokasvatettavaksi on tullut esille tarve automatisoida mädin desinfiointia kehittämällä mädin desinfiointilaitte. Automatisoinnin tavoitteena on vähentää desinfiointin kustannuksia nopeuttamalla isojen mätierien desinfiointia ja vähentämällä siihen kuluva henkilötyöaika. Mädin desinfiointi tarkoitukseen suunnitellulla laitteella voisi myös vähentää mädin altistumista astiasta toiseen kaatamisesta johtuvalle ja muulle mekaaniselle käsittelylle.

3. DESINFIOINTILAITTEEN SUUNNITTELU

3.1. Suunnittelun lähtökohdat

Desinfiointilaitetta lähdettiin suunnittelemaan seuraavien vaatimusten mukaan:

1. Laitetta tulisi voida käyttää laitosolosuhteissa, mutta myös kenttäkäyttöinen versio pitäisi olla mahdollista valmistaa. Kenttäkäyttöön tarkoitettua laitetta tulee voida käyttää ilman paineellista vettä ja verkkovirtaa.
2. Laitetta tarvitaan pääasiassa lohikalojen mädin desinfiointiin, mutta myös takertuvien mätien desinfiointi tulee ottaa huomioon.

3. Laitteella tulisi voida desinfioida sekä vastalypsettyä että silmäpisteasteista mätää. Veden virtaus on järjestettävä siten, että mätää ei tarpeettomasti pölytetä.
4. Desinfiointilaitteen tulisi sopia sekä pienten että isojen mätierien käsittelyyn. Laitteen käytön yhteyteen pitäisi olla sovitettavissa mädin mittausta ja pakkaus sekä mahdollinen välivarastointi.
5. Lämpötilan säätö- tai vakiointimahdollisuus laitteessa olisi eduksi.
6. Jodoforidesinfioinnissa pidettiin parhaana kiertävän desinfiointilaitteen käyttöä; samaa jodoforiliuosta käytetään useaan kertaan eri mätierille ja jodoforia lisätään vain tarpeen mukaan. Kiertävän desinfiointilaitteen käyttö on mahdollista, jos jodipitoisuus on mahdollista automaattisesti mitata ja annostella jodi tarkasti mittauksen perusteella.
7. Laitteiston valmistusmateriaalien tulee kestää desinfiointiaineita ja kaikki laitteiston osat tulee voida helposti puhdistaa.
8. Laitteiston suunnittelussa tulee ottaa huomioon vesityslähteinä pinta-, pohja- ja murtovesi.

Laitteen toiminnan tavoiteltavana automaatio-asteena pidettiin toimintaa, jossa laitteeseen mitatun ja asetetun mätierän desinfiointi hoituu loppuun asti kun laite käynnistetään. Desinfioinnin jälkeen jodoforiliuokset tulee inaktivoida ennen päästämistä viemäriin, poistovesistöön tai maahan. Inaktivointi tulisi yhdistää laitteen toimintaan.

Desinfiointilaitteen suunnittelua varten tarvittiin myös eräitä selvityksiä ja pilottikokeita. Näissä selvitettiin eri kalalajien mätien ja eri kehitysvaiheitten jodoforiensietoa, jodoforin inaktivoitumista suhteessa käsiteltyihin mätimääriin ja kuolleitten mätimümien vaikutusta jodoforipitoisuuden säilymiseen.

3.2. Suunnittelua varten tehtyjen selvitysten tulokset

3.2.1. Desinfiointi ja mädin kehitysvaiheet

Suunnittelun lähtökohdaksi otettiin, että lohien, taimenten, kirjolohien ja siikojen vastalypsetty mätä desinfioidaisiin kun mätä on kunnolla paisunut, mutta hedelmöityksestä ei ole kulumusta vuorokautta. Harjuksen mätää ei vastalypsettynä katsottu voitavan desinfioida jodoforeilla. Silmäpisteasteinen lohien, taimenten, kirjolohien ja siikojen mätä tulisi desinfioida viimeistään kaksi viikkoa ennen kuoriutumista ja harjuksen mätä heti kun silmäpistevaihe on saavutettu.

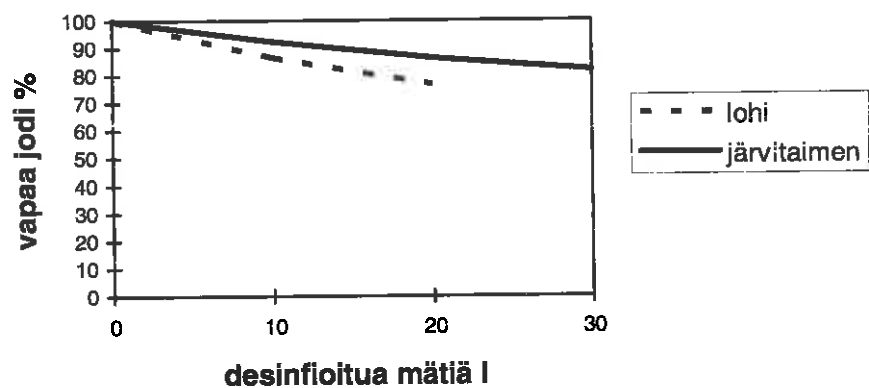
3.2.2. Jodoforien inaktivoituminen

Jodoforien inaktivoitumista desinfioinnissa selvitettiin desinfioidamalla samassa jodoforiliuoksessa peräkkäin noin kymmen litran mätieriä. Kokeessa käytettiin lohien, järvi- taimenten, planktonsiian ja vaellussiian silmäpisteasteista, puhdistettua mätää. Desinfiointi tehtiin sekä Buffodinella että PVP-jodilla. Desinfiointiliuoksen vapaan jodin pitoisuus määritettiin ennen ensimmäisen mätierän lisäystä sekä aina kymmenen minuutin desinfioinnin jälkeen. Tulokset vapaan jodin pitoisuuden laskusta (kuva 1) osoittavat, että kahden noin kymmenen litran mätierän desinfiointi kuluttaa noin 20 % jodista jodoforivalmisteesta riippumatta. Vapaan jodin häviämiseen liuoksesta vai-

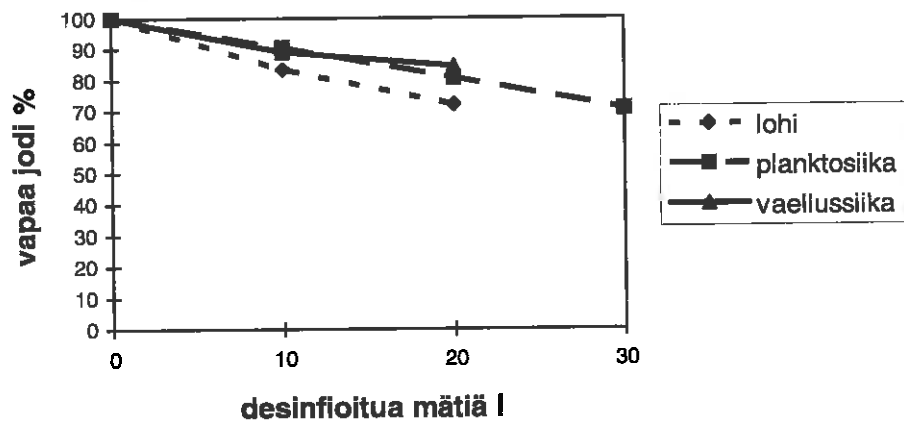
kuttaa desinfiointiliuokseen lisättävän mädin mukana tulevan orgaanisen aineksen määrä.

Desinfiointitehon varmistamiseksi mädit puhdistetaan ennen desinfiointia. Desinfiointiliuosta on oltava myös riittävästi suhteessa mätimäärään, Wichardtin (1984) suositusten mukaan enintään 2000 mätimunaa litraa kohti. Vastalypsetyllä mädillä todettiin (Chapman ja Rogers 1992), että jodipitoisuus pysyi riittävänä, kun jodoforiliuosta oli nelinkertainen määrä mätimäärään nähden. Suomalaisten EELAn suositusten mukaan 10 litran desinfiointiliuoksessa tulisi käsitellä enintään 2 litraa mätää.

Buffodine



PVP-jodi



Kuva 1. Vapaan jodin pitoisuuden lasku (% alkupitoisuudesta) suhteessa desinfioidun mädin määrään.

3.2.3. Kuolleitten mätimunien vaikutus jodipitoisuuteen

Kuolleitten mätimunien pinnalla on usein hometta tai muuta mikrobikasvustoa. Kuolleet mätimunat suositellaan poistettavaksi ennen desinfiointia. Lohen ja taimenten mätien osalta näin onkin mahdollista menetellä, mutta esimerkiksi siian ja harjuksen mädistä kuolleitten mätimunien poistoa ei ole teknisesti mahdollista täydellisesti toteuttaa. Mädin mukana olevien kuolleitten munien vaikutusta desinfiointiliuoksen jodipitoisuuteen selvitettiin desinfioidulla elävää, homeetonta, mutta puolet kuolleita mätimunia sisältävää, kokonaan kuollutta, osin homeista sekä huuhtelematonta harjuksen mätiiä ja määrittämällä vapaan jodin pitoisuus ennen ja jälkeen käsittelyn. Kokeessa käytettiin desinfiointiaineena PVP-jodia. Jodipitoisuuden lasku eri tapauksissa oli seuraava:

käsittelyerä	jodia % lähtöpitoisuudesta
elävä mäti	64,7
elävää ja kuollutta mätiiä (1+1)	60,8
kuollut mäti (hometta)	32,2
huuhtelematon mäti, puolet kuolleita	38,2

Selvitysten perusteella todettiin, että jodiannosteluun tulee liittää jodipitoisuuden mittausta ja jodin lisäysmahdollisuus, jotta voidaan käyttää kiertävää jodia ilman että desinfiointiteho heikkenee.

4. MALLILAITTE

4.1. Mallilaitteen rakenne ja toimintaperiaate

4.1.1. Mallilaitteen rakenne

Desinfiointilaitteessa (kuva 2) on kaksi desinfiointiallasta, säiliöt puhtaalle ja suolavedelle sekä desinfiointiliuokselle ja jodoforille. Säiliöistä vesi ja desinfiointiliuokset pumpataan desinfiointialtaaseen. Desinfiointiliuoksen pH-puskurointikemikaalit lisätään liuokseen säiliössä, jodi annostellaan kemikaalipumpulla mittaamalla jodin pitoisuutta liuoksen värin perusteella. Suolavesi valmistetaan lisäämällä suola säiliöön. Desinfiointiprosessi hoidetaan ohjelmoitavan logiikan avulla.

Mallilaitteen runko ja säiliöt oli valmistettu polypropeenista. Valmistuksessa oli sovellettu muovin lisäainesulahitsausta. Kirkkaat osat oli valmistettu akryylistä ja venttiilit PVC-muovista. Jodiliuoksen värin mittausta varten mittapää oli rakennettu polyeteeniputkeen. Desinfiointiliuos suodatettiin ennen uudelleenkäyttöä Kaiko-suojasuo-

dattimilla, joiden läpäisevyys oli 5 µm. Kiertovesipumput olivat magneettisia keskikopumppeja.

Desinfiointilaitteesta suunniteltiin myös liikuteltava, henkilöauton peräkärriin sijoitettavissa oleva versio, mutta mallikappaletta siitä ei rakennettu.

4.1.2. Mallilaitteen toimintaperiaate

Mallilaitteen toimintakaavio on kuvassa 3. Kaaviossa on esitetty vain yksi desinfiointiallas, vaikka mallilaitteessa niitä oli kaksi. Kaaviossa on kuvattu hedelmöityksen jälkeen tehtävä desinfiointi, jossa käytetään suolavesihuuhteluita ennen ja jälkeen desinfiointin ja desinfiointiliuos valmistetaan suolaveteen. Silmäpistemädin desinfiointissa suolavesihuuhteluja ei tarvita, eikä desinfiointiliuokseen lisätä suolaa, jolloin nämä vaiheet voidaan ohittaa. Desinfiointi laitteella tapahtuu seuraavasti:

1. Esivalmistelut

- a) Suolaliuossäiliöön lasketaan mätieran käsittelyyn tarvittava vesimäärä ja suolaa (NaCl) 9 g/l.
- b) Kun suolaliuos on sekoittunut, lasketaan desinfiointiliuossäiliöön suolavesiliuosta ja puskurikemikaaleja (NaOH 9,5 g/l ja KH₂PO₄ 68g/l) sekä käynnistetään sekoitin.
- c) Lisätään desinfiointiliuossäiliöön jodoforivalmistetta (esim. Betadine paikallisantisepti) n. 85 % tarvittavasta määrästä.
- d) Käynnistetään jodisäiliön sekoitin, desinfiointiliuoksen kiertopumppu P-1 ja kemikaaliannosteluautomaattikka.
- e) Asetetaan mäti desinfiointialtaaseen.
- f) Käynnistetään desinfiointi ohjelmoitavan logiikan käsipainikkeesta.

2. Desinfiointi

Magneettiventtiilit ovat normaalisti (jännitteettöminä) kiinni.

- a) Suolavesihuuhtelu: Suolavesihuuhtelun aikana desinfiointiallas täyttyy suolavedellä, hämmenninmoottori käy annetun ajan jonka lopussa desinfiointiallas tyhjentyy suolavedestä.

Desinfiointialtaan tyhjennysventtiilit FV-4 ja FV-5 ovat kiinni ja suolavesiliuoksen magneettiventtiili FV-3 avautuu ja pumppu P-3 käynnistyy. Kun suolavesiliuoksen pinta saavuttaa desinfiointialtaassa olevan pinnankorkeusanturin LE tason, sulkeutuu magneettiventtiili FV-3 ja pumppu P-3 pysähtyy. Hämmenninmoottori käynnistyy ja käy asetetun ajan. Kun hämmennin on pysähtynyt avautuu magneettiventtiili FV-5 pysyen auki asetetun ajan.

- b) Jodoforikäsittely: Desinfiointiallas täyttyy jodoforiliuoksella, hämmenninmoottori käy annetun desinfiointiajan, jonka lopussa allas tyhjenee desinfiointiliuossäiliöön. Jodoforin jodipitoisuutta tarkkaillaan liuoksen väriin perustuvalla mittarilla. Jodoforia syötetään liuokseen lisää, jos pitoisuus pienenee.

Kun suolavesihuuhtelussa magneettiventtiili FV-5 on sulkeutunut avautuu desinfiointiliuosventtiili FV-1. Desinfiointiliuoksen pinta säädetään ohjalla desinfiointialtaassa olevan pinnankorkeusanturin LE avulla magneettiventtiiliä FV-4 auki noin 10 sekunnin ajaksi aina kun desinfiointiliuos saa-

uttaa pinnankorkeusanturin tason. Hämmenninmoottori käynnistyy kun desinfiointiliuos on saavuttanut anturin LE tason ja käy asetetun ajan. Kun hämmennin on pysähtynyt sulkeutuu magneettiventtiili FV-1 ja magneettiventtiili FV-4 avautuu pysyen auki asetetun ajan.

c) Suolavesihuuhtelu: Desinfiointiallas täyttyy suolavedellä, hämmenninmoottori käy annetun ajan jonka lopussa desinfiointiallas tyhjentyy.

Suolavesiliuoksen magneettiventtiili FV-3 avautuu ja pumppu P-3 käynnistyy. Kun suolavesiliuoksen pinta saavuttaa desinfiointialtaassa olevan pinnankorkeusanturin LE tason, sulkeutuu magneettiventtiili FV-3 ja pumppu P-3 pysähtyy. Hämmenninmoottori käynnistyy ja käy asetetun ajan. Kun hämmennin on pysähtynyt avautuu magneettiventtiili FV-5 pysyen auki asetetun ajan.

d) Puhdasvesihuuhtelu: Desinfiointiallas täyttyy puhtaalla vedellä, hämmenninmoottori käy annetun ajan jonka lopussa allas tyhjentyy. Desinfiointi on loppuun suoritettu.

Puhtaan veden säiliön magneettiventtiili FV-2 avautuu. Kun puhtaan veden pinta saavuttaa desinfiointialtaassa olevan pinnankorkeusanturin LE tason, sulkeutuu magneettiventtiili FV-2. Hämmenninmoottori käynnistyy ja käy asetetun ajan. Kun hämmennin on pysähtynyt, avautuu magneettiventtiili FV-5 pysyen auki asetetun ajan.

4.2. Mallilaitteen testaus

4.2.1. Laitteen rakenteet ja desinfiointiprosessi

Desinfiointilaitteen toimivuutta testattiin kesäkuussa 1991 kirjolohen silmäpisteasteisellä mädillä. Testauksessa kiinnitettiin yleisen toimivuuden lisäksi erityistä huomiota desinfiointiaineen annosteluun ja huuhtelun tehokkuuteen.

Mädin desinfiointi onnistui periaatteessa täysin koneellisesti. Testeissä laite huuhtoi mädin ensin suolavedellä ja lisäsi sitten desinfiointialtaaseen jodiliuoksen. Laitteen jodidetektorilla mitattuna liuoksen jodipitoisuus oli neljän minuutin kulutta 96 ppm, eli lähes haluttu. Jodikäsittelyn jälkeen laite huuhtoi mädin suolavedellä. Suolavedessä ei löytynyt huuhtelun jälkeen mitattavia pitoisuuksia jodia. Suolavesihuuhtelun jälkeen laite huuhteli mädin puhtaalla vedellä. Siinäkin ei löytynyt jodijäämiä. Puhdasvesihuuhtelun nopeuttamiseksi tulisi huuhtelu saada jatkuvaksi.

Pinnankorkeusanturit toimivat moitteetomasti.

Mallilaitteen desinfiointialtaassa oli asetit, joissa mäti oli desinfiointin ajan. Asetteja oli sekä pyöreitä (halkaisija 360 mm) että suorakaiteen muotoisia (590 mm x 185 mm). Asetteja oli desinfiointialtaassa kolme päällekkäin, kokonaissyvyys oli 160 mm pyöreillä ja 180 mm suorakaiteen muotoisilla aseilla. Testauksessa todettiin että asetit voivat olla myös vähän suurempia. Niihin tulis myös muotoilla kaatoreuna.

Koekäytössä todettiin että desinfiointiprosessia tulisi nopeuttaa. Desinfiointialtaan tyhjennys oli verrattain hidas. Sitä voisi nopeuttaa pienentämällä desinfiointiallasta, valitsemalla tehokkaammat pumput tai väljemmät poistoputket. Desinfiointialtaan pohjan muotoileminen kaltevaksi nopeuttaisi myös prosessia.

Lisäksi pidettiin tärkeänä kehittää desinfiointiohjelmaa siten, että myös ohjelman osasuoritus tulisi mahdolliseksi. Jodoforiliuoksen inaktivointi tiosulfaattilla voitaisiin myös sovitaa laitteen toimintaan.

4.2.2. Jodinsyöttöautomaattikka

Desinfiointiaineliuokseen lisättävän jodin syöttöön käytettiin Bellopon GS11-kemikaaliannostelupumppua. Jodipitoisuus mitattiin liuoksen värin perusteella infrapunamittauksena soveltaen vesiliuoksen värin mittaukseen savukaasujen määrän mittaukseen tarkoitettua mittaria putkistoon rakennettuna.

Jodinsyöttöautomaattikkaa ja jodimittarin detektorin mittaustarkkuutta testattiin ilman mätää. Jodoforina oli Betadine-paikallisantisepti. Desinfiointialtaassa olevaan jodiliuokseen lisättiin tiosulfaattia. Tiosulfaatti reagoi jodin kanssa, jolloin jodipitoisuus laskee ilman että liuoksen kokonaistilavuus muuttuu. Liuoksen jodipitoisuus oli ennen tiosulfaatin lisäystä 96 ppm ja sen jälkeen 65 ppm. Tässä vaiheessa käynnistettiin desinfiointiohjelma. neljän minuutin kuluttua liuoksen jodipitoisuus oli 70 ppm. Reaegointiaika jodipitoisuuden laskuun oli hieman liian hidas.

Liuokseen lisättiin jodia, kunnes mittari näytti 94 ppm. Titraamalla mitattu jodipitoisuus oli tällöin 110 ppm, eli mittari näytti hieman liian pieniä arvoja. Keskimäärin mitatun ja annostellun jodipitoisuuden ero oli 5 %, kun käytettiin Betadine-desinfiointiainetta.

Desinfiointin tehokkuuden kannalta detektorilla mitattu ja titraamalla määritetty jodipitoisuuden ero oli sallittavan rajoissa. Tehon kannalta on tärkeintä että jodipitoisuus säilyy vähintään haluttuna.

Laitteeseen valittu jodipitoisuuden mittaustapa ei sovellu vaahtoaville desinfiointiliuoksille. Tavallisimmin käytetty desinfiointiaine Betadine-paikallisantisepti ei vaahtoa. Erityisesti kalanviljelykäyttöön tarkoitettut, puskuroidut jodoforit, kuten Buffodine, voivat olla liian vaahtoavia.

4.3. Mallilaitteen materiaalien soveltuvuus

Laitteen runko, säiliöt ja putket oli valmistettu polypropeenimuovista, kirkaat osat akryylistä ja eräät pikkuosat myös polyeteenistä. Materiaalit soveltuivat hyvin mädin desinfiointiin.

Venttiileistä sulkuventtiilit olivat polypropeenisiä palloventtiileitä ja magneettiventtiilit metallisia. Kierrätyspumput olivat magneettisia keskipakopumppuja. Kaikkien laitteen osien ja varusteiden tulisi olla mieluiten muovia.

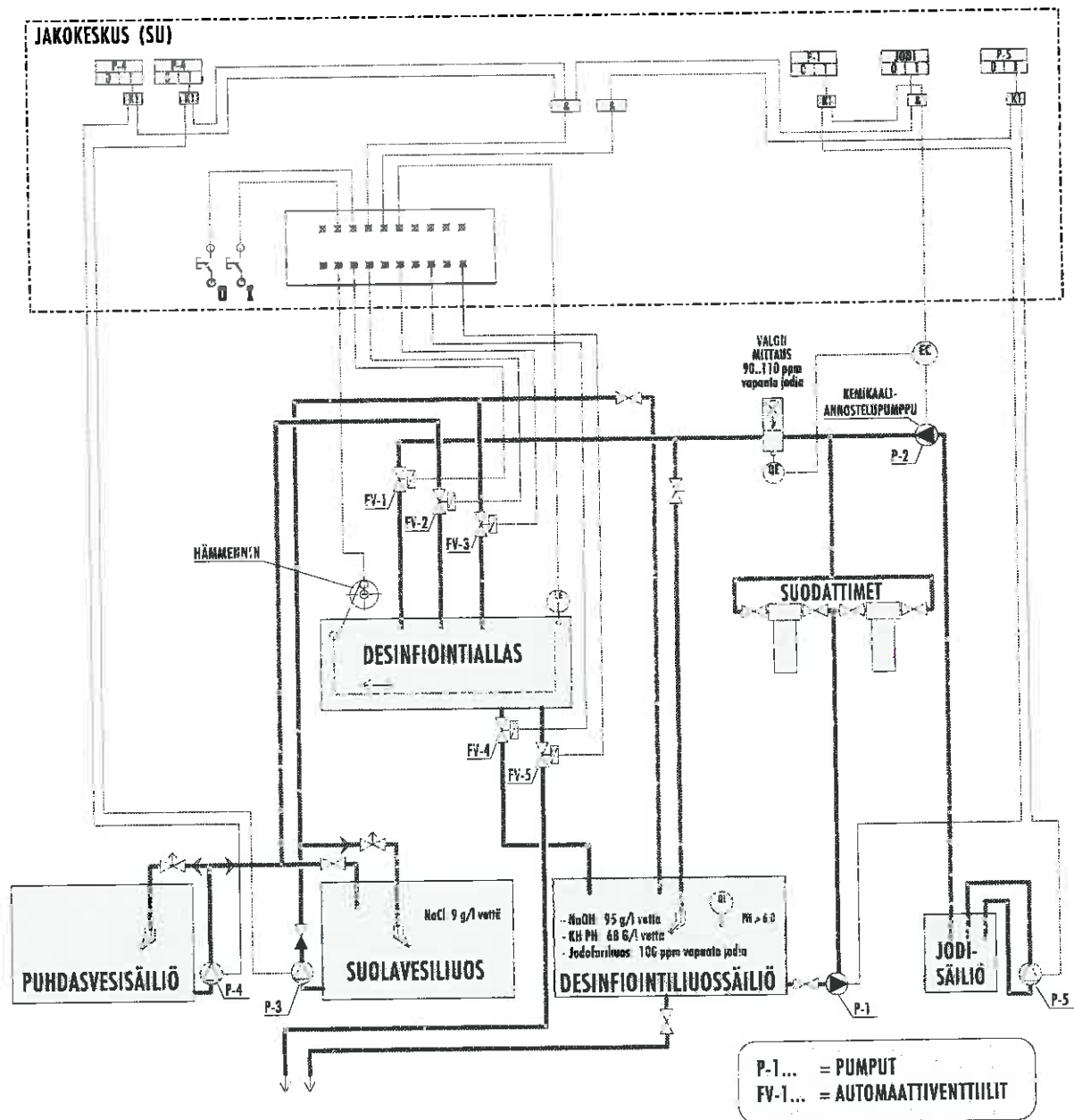
5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Koekäytön jälkeen voitiin todeta, että mäti voidaan desinfioida myös koneellisesti. Koneellisen mädin desinfiointin edut ovat työajan säästössä ja desinfiointimenetelmän vakioimisessa. Mallilaitteen todettiin tarvitsevan eräitä parannuksia. Näiden toteutukseen ei kuitenkaan enää ollut mahdollista ryhtyä, koska hankkeen rahoitusta ei voitu jatkaa. Lopullista versiota desinfiointilaitteesta ei siten ole olemassa. Selvittämättä jäi myös liikuteltavan, kenttäkäyttöisen sovelluksen yksityiskohdat. Tässä raportissa on kuvattu toimintaperiaatteineen se mädindesinfiointilaitte, johon suunnittelussa päädyttiin. Laite soveltuu parhaiten lohikalojen mädeille ja lähinnä laitosolosuhteissa käytettäväksi. Muiden kalalajien usein eri tyyppisille mädeille sekä kenttäolosuhteisiin soveltuvan desinfiointilaitteen kehittäminen jää myöhempien suunnitteluryhmien tehtäväksi.

Koska testauksen jälkeen ei rakennettu parannettua mallia desinfiointilaitteesta, laitteen lopullista hankintahintaa ei ole tarkasti voitu laskea.

KIITOKSET

Suunnittelutyöhön ja mallilaitteen rakentamiseen osallistuivat Insinööritoimisto Ylitälo Oy ja RPV-Plast Oy. Pasi Jalkanen piirsi kaaviokuvan. Kiitokset laitosjohtaja Petri Heinimäelle ja ELL Perttu Koskelle käsikirjoituksen lukemisesta ja parannusehdotuksista.



Kuva 3. Kaaviokuva toiminnasta

KIRJALLISUUS

Chapman, P.F. ja Rodgers, R.W. 1992. Decline in iodine concentration of iodophor during water hardening of salmonid eggs and methods to reduce this effect. *Progr. Fish-Culturist* 54:81-87.

Wichardt, U.-P. 1984. LFI samlingspärm för behandling av fisksjukdomar i kompensationsodlingar. Laxforskningsintitutet.

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

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 Kiminge älv åren 1989–1992.) (The Development of Rod Fishing in the River Kiiminkijoki from 1989–1992). 39 s. + 7 liitettä. Helsinki 1994.

80. MÄKI-PETÄYS, A., MUOTKA, T., TIKKANEN, P., HUUSKO, A., KREIVI, P. ja KUUSELA, K.:

Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä.

(Forelyngels utmyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser.) (Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout.) 38 s. + 6 liitettä. Helsinki 1994.

81. HUUSKO, A., VEHANEN, T. ja KORHONEN, P.:

Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972–1988 Carlin-merkki-palautuksiin perustuen.

(Resultaten av utplanteringar med insjööring i Kuusamo med hjälp av Carlin-märkningarna 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.

82. 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.

83. 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.

84. MIKKOLA, J. ja SAURA, A.:

Viemäristä lohijoeksi –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.

85. Valtion kalanviljelyn XVIII neuvottelupäivät.

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

86. 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.

87. JUTILA, E., KARTTUNEN, V. ja NIEMITALO, V.:

Parempi kivi koskessa kuin kymmenen rannalla — Erialaisten kunnostusmenetelmien vaikutus taimenen poikasmääriin Lijoen sivujokien koskissa.

(Bättre en sten i forsen än tio på stranden — Olika restaureringsmetoders inverkan på öringsyngel i forsarna i Ljo 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 Lijoki River). 29 s. + liite. Helsinki 1994.

88. MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M. JA MÄKINEN, K.:

Järvilohen (*Salmo salar* m. *sebago* Girard) säilyttäminen ja kalastus Vuoksen vesistöissä Carlin-merkintöjen perusteella.

(Bevarande och fiske av insjölox (*Salmo salar* m. *sebago* Girard) i Vuoksens insjösystem, undersökning med hjälp av Carlin-märkingar) Maintenance and fishing of landlocked salmon (*Salmo salar* m. *sebago* Girard) on the basis of Carlin-tagings in the Vuoksi watercourse) 65 s. + liitt. Helsinki 1995.

89. 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.

90. URHO, L., KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M.-L., LEHTONEN, H., LEINONEN, K., PASANEN, P., RAHKONEN, R. JA TOLONEN, J.:

Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet

import av nya fiskarter och -bestånd) (Possibilities for importing new fish species and stocks) 74 s. He(Möjligheter tillsläpp) 1995.

91. 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 talvinuotto 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.:

Lohikalajien 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 Kiiminkijoen

(Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kimiting älv). (Stocking research on salmon and sea trout in the River Kiiminkijoki). 36 s. + 10 liitt. 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 Kuusinkijoen

(Öringsyngelns födottnyttjande i Kuusinkijoki i Kuusamo) (Diet composition and prey preferences of juvenile brown trout in the river Kuusinkijoki). 32 s. + 3 liitt. Helsinki 1995.

98. TURUNEN, J.-P.:

Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitaapauksena 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 luontaiselinkeino kalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991.

(Yrkes- och naturmäringsfiskets 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.

(Förändringar i sjön Konnevesis naturtillstånd - 25 års studier av insjönaturen) (Changes in the Natural State of Lake Konnevesi: Aquatic Research over Twenty-Five Years). Toim. Pentti Valkeajärvi. 167 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.

102. KIRJAVAINEN, E.:

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun

(Kläckningstemperaturens inverkan på kräftans yngelproduktion och yngelkvalitet) (The Effects of Incubation Temperature on the Fry Production of Crayfish and the Quality of Fry). 27 s. Helsinki 1995.

103. TAMMI, J.:

Rehevoitumisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen – kirjallisuuskatsaus

(Eutrofierings effekter på fisk, fiskbestånd och fiske – litteraturoversikt) (The Effects of Eutrophication on Fishes, Fish Stocks and Fisheries – A Literature Review). 66 s. Helsinki 1996.

104. SAURA, A., MIKKOLA, J.:

Henkiin herätetty lohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

(En laxälv som återuppstätt — Vandringsfiskundersökningar i Kymmene älv å 1992—1994) (Revived salmon river — Studies on migratory fish in the River Kymijoki from 1992—1994). 100 s. Helsinki 1996.

105. RAITANIEMI, J., HEIKINHEIMO, O., MIKKOLA, J.:

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

(Vandringsfisker — resultat av utplantering längs den nyländska kusten) (Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) — Successful Stocking on the Coast of the Province of Uusimaa). 28 s. Helsinki 1996.

106. KORHONEN, P., KOSKINIEMI, J., TOLONEN, K.:

Taimenen ja kotiutetun puronierjän tila Ylä-Kemijoella vuosina 1993 — 1994

(Öringens och den införda bäckrödingens situation i Kemi älvs övre lopp åren 1993 — 1994) (The State of Brown and Stocked Brook Trout Populations in the Upper Part of the Kemijoki River between 1993 and 1994). 42 s. + 8 liitt. Helsinki 1996.

107. LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.:

Suomenlahti kalastajan silmin — Tutkimus Suomenlahden likaantumista ja vapaa-ajankalastuksesta

(Finska viken ur fiskarens synpunkt — En undersökning av föroreningen av Finska viken och fritidsfisket) (The Gulf of Finland in the Fisherman's eyes — Pollution and Recreational Fishery in the Gulf of Finland). Helsinki 1996.

108. MAKKONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M., TOIVONEN, J., KOLARI, I.:

Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta — Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979 — 1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset

(Utplanteringsresultatet för insjööring försämrats av fångstmetoderna — Resultat av Carlin-märkning i Vuoksi insjösystem åren 1979 — 1992) (Fishing methods decrease the impact of stocking brown trout — Results of Carlin tagging experiments in the Vuoksi watercourse from 1979 — 1992). 105 s. + liite. Helsinki 1996.

109. PYLKKÖ, P., POHJANVIRTA, T., PURSIAINEN, M.

Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat

(Grumling av ögat hos röding (*Salvelinus alpinus*)) (Cataract of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)). 21 s. Helsinki 1996

110. Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi, Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät

(Utplanterade yngels livscykel - från romkom till fångst, Statens fiskodlings XX diskussionsdagar) (Fish stocking - lifecycle eggs to catch, State Fish Culture Conference, No. XX). Jarmo Makkonen ja Markku Pursiainen (toim.), 103 s. + 4 liitettä. Helsinki 1996.

111. RAHKONEN, R., PASTERNAK, M., POHJANVIRTA, T., PYLKKÖ, P., LINDÉN, J.:

Kokeita Apoject 1-Fural paisetautirokotteella 1993-1995

(Försök med Apoject 1-Fural furunkulosvaccin 1993-1995) (Experiments with Apoject 1-Fural Furunculosis Vaccine, 1993 - 1995). 24 s. Helsinki 1996.

112. SOMPPI, K., RAITANIEMI, J., RASK, M.:

Kalkituksen vaikutukset särki- ja ahvenkantoihin Etelä-Suomen happamoituneissa pikkujärvissä
(Kalkningens effekter på mört- och abborrbestånd in södra Finlands försurade sjöar) (The Effects of Liming on Roach and Perch Populations of Small Acidified Lakes in Southern Finland). 41 s. + 9 liitettä. Helsinki 1996.

113. Inarijärven pohjasiika — Istutusten merkitys. (Storsiken i Enare träsk - utplanteringsarnas betydelse) (Sparsely-rakered Whitefish from Lake Inari: Results from Stocking). Erno Salonen (toim.), 90 s. Helsinki 1996

114. SALMINEN, M.:

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa
(Utplanteringsålderns och -storlekens betydelse vid utplantering av smolt av havlax) (The Influence of Stocking Age and Size on the Results of Salmon Smolt Stocking). 59 s. Helsinki 1996.

115. PARMANNE, R., SETÄLÄ, J.:

Silakan rehukalastuksen taloudellinen merkitys ja vaikutus silakkakantoihin
27+18 s. Helsinki 1996.

116

SALMI, J., HONKANEN, A. JUHA JURVELIUS, PENTTI MOILANEN, PEKKA SALMI JA KARI MIKKO VESALA
Haastatteluja Hangosta Utsjolle. Ammatikalastuksen profiilitutkimuksen metodiikkaa Intervjuer från Hangö till Utsjoki, metodik för profilundersökningar av yrkesfisket Interviewing Commercial Fishermen in Finland: The Methodology of the Study. 26 s. Helsinki 1996.

