

Terve kala

Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito

Riitta Rahkonen, Pia Vennerström
Päivi Rintamäki ja Risto Kannel



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Terve kala

Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito

Riitta Rahkonen, Pia Vennerström
Päivi Rintamäki ja Risto Kannel

Toinen tarkistettu painos



Terve Kala
Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito
Toinen tarkistettu painos

Copyright © Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012
Riitta Rahkonen, Pia Vennerström, Päivi Rintamäki ja Risto Kannel

Ulkoasu ja taitto
Sauli Heikkilä, Pieni Huone Oy

Kannen kuvat
Antti Koli, lohen jokipoikanen
Päivi Rintamäki, *Trichodina*-loinen

ISBN 978-951-776-935-8

Helsinki 2012

Terve kala

**Tautien ennaltaehkäisy,
tunnistus ja hoito**
Toinen tarkistettu painos

**Riitta Rahkonen
Pia Vennerström
Päivi Rintamäki
Risto Kannel**

Sisällys

Alkusanat	5
1. Miksi kala sairastuu?.....	6
2. Taudin oireiden tulkinta	10
3. Kalan tutkiminen laitoksella	13
4. Kalanäytteen lähettäminen.....	19
5. Veden laatu ja siihen liittyviä sairauksia	22
6. Kalan ravinto ja siihen liittyviä sairauksia.....	29
7. Virustaudit.....	35
8. Bakteritaudit.....	45
9. Loistaudit	57
10. Sienitaudit	84
11. Kalatautien leviämisen ehkäiseminen.....	87
12. Mädin kylvetys vesihomeen torjumiseksi.....	91
13. Mädin desinfiointi	93
14. Kalojen kylvetykset	97
15. Kalojen rokottaminen.....	104
16. Kalojen lääkitseminen.....	110
17. Kalojen nukuttaminen.....	112
18. Laitoshygienia ja desinfiointi	114
19. Yksiköiden muuntotaulukko	124
20. Ohjeita vaarallisen tarttuvan taudin ilmenemisen varalta.....	126
21. Eviran kalaterveyspalvelu	127
22. Lainsäädäntö	128
23. Osoitteita	131
24. Kirjallisuutta	133

Alkusanat

Terve kala – tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito julkaistiin vuonna 2000. Kohderyhmänä olivat etenkin sisämaan poikaskasvattajat, mutta opas löysi tiensä kala-alan ammattilaisten käyttöön laajemminkin ja myös kalanviljelylaitoksia valvovien viranomaisen käsikirjaksi. Opas myös käännettiin sekä ruotsiksi että venäjäksi. Se on edelleen ainut suomenkielinen kokoomateos kalataudeista, niiden ennaltaehkäisystä, tunnistuksesta ja hoidosta.

Kansainvälisessä vertailussa Suomen kalatautilanne on edelleen melko hyvä. Elävän kalan tuonti on kuitenkin lisääntynyt 2000-luvulla, ja uusia virus- ja bakteeritauteja on todettu. Kokemusten mukaan taudit leviävät etenkin kala- ja mätisiirtojen mukana maasta toiseen, koska täyttä varmuutta kala- tai mätierän taudittomuudesta ei voida saada. Virus-, bakteeri-, lois- ja sienitaudeista kokemuksia on karttunut jo reilun kolmenkymmenen vuoden ajalta. Tautien ennaltaehkäisy ja rokotteet ovat kehittyneet ja tietämys taudeista yleensäkin lisääntynyt siinä määrin, että Terve kala -oppaan päivittäminen katsottiin aiheelliseksi.

Työn toteutti oppaan alkuperäinen tekijäryhmä, mutta taustalla oli jälleen käytettävissä paljon suuremman joukon kokemus ja näkemys, mm. E. Tellervo Valtonen, Ilmari Jokinen ja Lotta-Riina Sundberg (Jyväskylän yliopisto), Perttu Koski ja Anna Maria Eriksson-Kallio (Elintarviketurvallisuusvirasto), Kajsa Hakulin (Maa- ja metsätalousministeriö), Harri Orenius (Aqua Care Oy), Marja Pasternack (Salmolab), Merja Kantola (Voimalohi Oy), Yrjö Lankinen (Savon taimen Oy). Heille kaikille lämpimät kiitokset.

Helsingissä 7. joulukuuta 2012

*Riitta Rahkonen, RKTL
Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto*

*Pia Vennerström, Evira
Risto Kannel, RKTL*

1. Miksi kala sairastuu?

Kalan elinympäristössä elää runsaasti erilaisia pieneliöitä: viruksia, bakteereja, loisia ja sieniä. Yleensä näiden taudinaiheutuskyky on heikko ja/tai kalalle on kehittynyt kyky vastustaa niiden aiheuttamia tauteja. Kalan sairastuminen on monen tekijän summa. Siihen vaikuttavat kalan vastustuskyvyn lisäksi taudinaiheuttajan haitallisuus ja määrä (tartuntapaine) sekä ympäristön tila (mm. veden laatu, lämpötila). Kalanviljelylaitoksissa on hyvät mahdollisuudet vaikuttaa kalan hyvinvointiin ja elinympäristöön, jotka ovat keskeisessä asemassa myös tautien ennaltaehkäisyssä (Kuva 1).

Kalan vastustuskyky

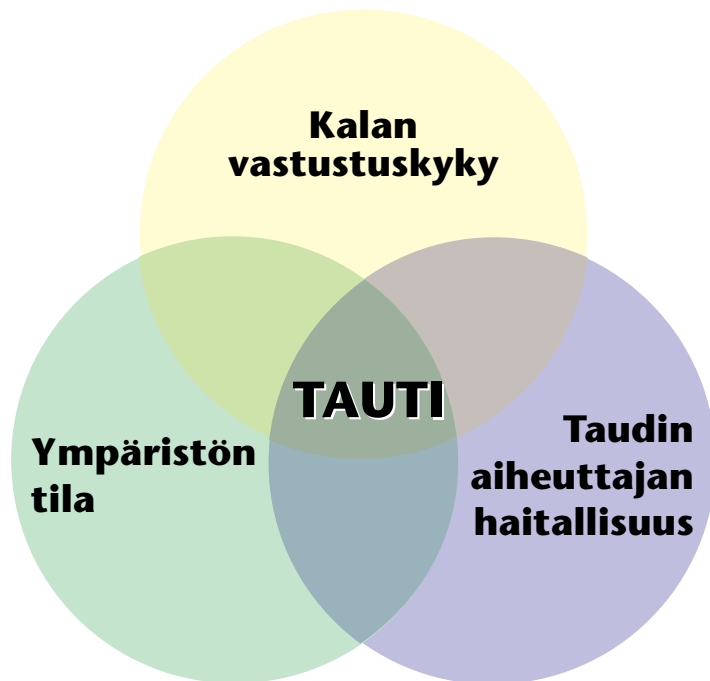
Kalalla on hyvin kehittynyt puolustusjärjestelmä eli immuunipuolustus, jolla se pyrkii pääsemään eroon elimistöön tunkeutuvista tai jo sisälle päässeistä tautia aiheuttavista eliöistä ja näiden erittämistä haitallisista aineista. Puolustusjärjestelmä voidaan karkeasti jakaa synnynnäiseen (luontainen, epäspesifinen) ja hankittuun (spesifinen, tarkka) immunitettiin. Vastustuskykyyn vaikuttavat monet sisäiset ja ulkoiset tekijät mm. kalan kunto, sairaudet, veden laatu ja lämpötila, lääkitykset ja hormonit. Vastustuskyvyssä on myös eroa kalayksilöiden välillä. Vastustuskykyä voidaan parantaa rokotuksilla (ks. luku 15) ja pääasiassa synnynnäistä puolustusta aktivoivilla aineilla ns. immunostimulanteilla. Immunostimulanteja ovat mm. tietyistä hiivoista peräisin oleva glukaani sekä C- ja E-vitamiinit.

Kalan iho sekä kidusten ja ruuansulatuskanavan limakalvot toimivat tärkeinä mekaanisina esteinä tunkeutuville taudinaiheuttajille. Yhdessä rajapinnoilla olevien kemiallisten suoja-aineiden kanssa ne pystyvät estämään suuren osan tartuntoja. Jos ulkoinen suoja heikkenee tai siihen muodostuu vaurioita, saattavat pieneliöt päästä kalan kudoksiin, joissa niillä on otolliset olosuhteet lisääntymiselle. Tautia aiheuttavilla pieneliöillä on erityinen kyky läpäistä tämä ulkoinen suoja. Kalan sisällä taudinaiheuttaja kohtaa monenlaisia liukoisia puolustukseen osallistuvia aineita ja puolustukseen erikoistuneita soluja.

Mitä on stressi?

Stressi saa aikaan kalan aineenvaihdunnassa muutoksia, jotka lisäävät kalan suorituskykyä ja suojaavat sitä lyhytaikaisissa uhkatilanteissa kuten esimerkiksi petokalan hyökätessä. Stressitilanteessa kala tuottaa useita hormoneja, kortisolia, adrenaliinia ja noradrenaliinia, jotka aiheuttavat fysiologisia muutoksia mm. kiduksissa ja veressä. Viljely-ympäristössä monet tekijät aiheuttavat stressiä. Käsitteilyn tai kuljetuksen aiheuttamasta lyhytaikaisesta stressistä kala toipuu ennalleen muutamassa päivässä.

Kohonneen kortisolitason on todettu mm. heikentävän kalan immuunipuolustukseen osallistuvien valkosolujen (imusolut ja makrofagit) aktiivisuutta ja vähentävän veren imusolujen määrää. Pitkittyneessä, kroonisessa stressissä veren kortisolitaso säilyy korkealla pitkään, jolloin kalan vastustuskyky taudeille heikkenee merkittävästi ja kalat altistuvat taudeille. Tällaisen jatkuvan häiriötilan saattavat aiheuttaa mm. huono veden laatu, suuri kalatiheys ja sosiaaliset hierarkiat, joissa parven alisteisessa asemassa olevat kalat kärsivät.



Kuva 1. Taudin puhkeaminen riippuu kalan vastustuskyvystä, ympäristön tilasta ja taudinaiheuttajan haitallisuudesta.

Synnynnäinen puolustusjärjestelmä

Synnynnäinen puolustusjärjestelmä koostuu mikrobien tunkeutumista estävistä mekaanisista rakenteista (iho ja limakalvot), taudinaiheuttajien toimintaa estävistä kemiallisista tekijöistä ja puolustussoluista, jotka kykenevät tuhoamaan taudinaiheuttajia. Synnynnäisen immunitietin puolustussolut tunnistavat taudinaiheuttajia niiden pinnalla yleisesti esiintyvien rakenteiden perusteella. Puolustus kohdistuu siis epätarkasti, epäspesifisesti, monenlaisiin taudinaiheuttajiin. Synnynnäinen puolustus on valmiina jo aivan pienellä kalalla ja on jatkuvasti toimintavalmiina.

Iho on kalan tärkein suoja vedessä eläviä pieneliöitä vastaan. Suomupiteen päällä on vain muutaman solukerroksen paksuinen orvaskesi, epidermis, jossa on mm. limaa tuottavia soluja. Epidermoksen päällä on lisäksi ohut kerros, kutikula, jossa on todettu useita puolustusjärjestelmän aineita, lähinnä entsyymejä, jotka pystyvät suoraan torjumaan vieraita tunkeutujia. Kalan iho ja suojaava limakerros vaurioituvat helposti, jolloin vedessä ja kalan pinnalla olevat bakteerit, virukset, loiset ja sienet pääsevät vahingoittamaan kalaa.

Taudinaiheuttajia voi kulkeutua kalaan myös suun kautta joko veden tai ravinnon mukana. Ne virukset, bakteerit, loiset ja sienet, jotka kestävät mahalaukun happamia olosuhteita, voivat tunkeutua ruuansulatuskanavan limakalvon kautta esim. verenkiertoon, hermostoon ja ruumiinonteloon tai ne pesiytyvät suoleen.

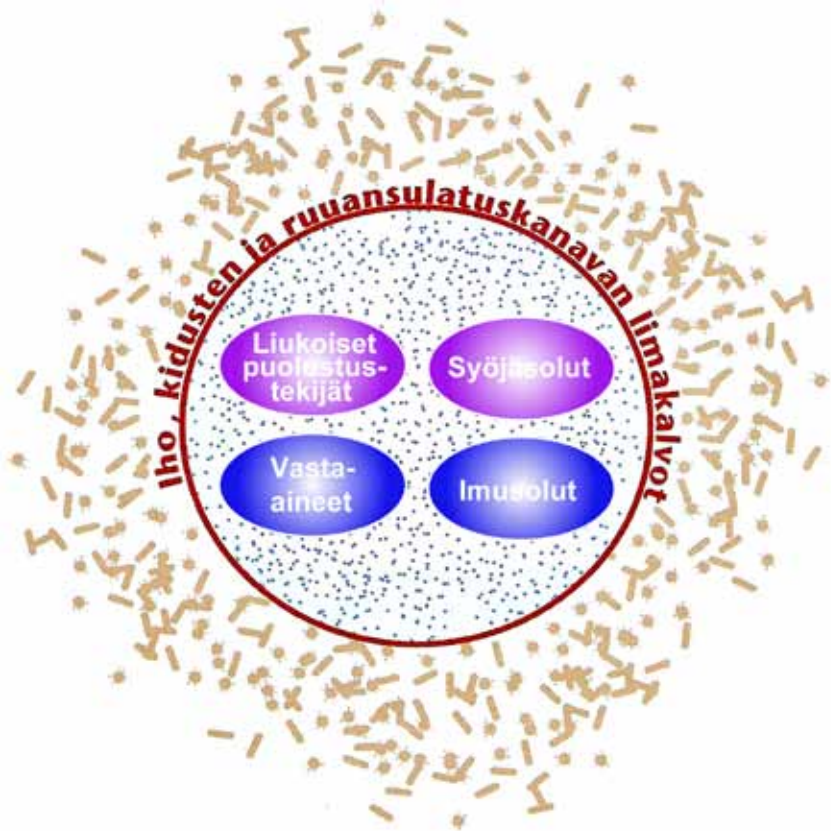
Kidusten pinnalla on ohut limakerros, jossa on vastaavia puolustusjärjestelmän aineita kuin ihossa ja ruuansulatuskanavan limakalvolla. Kidusten vahingoittuminen avaa siten suoran tien verenkiertoon.

Kalan veressä ja ruumiin nesteissä sekä kudoksissa on lukuisia määriä erilaisia liukoisia puolustustekijöitä, ”immuuniaineita”, esimerkiksi lysotsyymi-entsyymi (hajottaa bakteerien soluseiniä), komplementtijärjestelmä (mm. hajottaa bakteereita ja aktivoi hankitun immuuni-puolustuksen toimintaa), transferrini-proteiini (sitoo vapaata rautaa ja estää siten mikrobien kasvua) ja interferoni (estää virusten pääsyä isäntäsoluun).

Tietyt valkosolut, syöjäsolut, pystyvät nielemään mikrobeja ja tuhoamaan niitä sisällänsä tai solun ulkopuolelle erittämiensä kemikaalien avulla. Tällaisia soluja ovat mm. makrofagit ja jyväsolut (granulosyytit).

Hankittu puolustusjärjestelmä

Hankitun eli spesifin puolustusjärjestelmän toiminta perustuu tietyn valkosoluryhmän, imusolujen eli lymfosyyttien toimintaan. Lymfosyytit tekevät immuunivasteen taudinaiheuttajaa vastaan. Useimmiten vaste alkaa, kun makrofagi esittelee nielemänsä mikrobin raken-teita lymfosyyteille, mutta lymfosyytti voi reagoida myös suoraan taudinaiheuttajan kanssa.



Kuva 2. Kala puolustautuu ympärillä olevia taudinaiheuttajia vastaan monilla tavoilla. Iho sekä kidusten ja ruuansulatuskanavan limakalvot antavat sekä mekaanista että kemiallista suojaa, ja kalan sisällä on sekä luontaisia (violetti soikio) että hankittuja puolustusmekanismeja (sininen soikio).

Vieraan rakenteen tunnistanut lymfosyytti aktivoituu, monistuu ja syntyneet solut erittävät kehon nesteisiin, verenkiertoon ja limakalvoille liukoista vasta-ainetta. Vasta-aine mm. tehostaa syöjäsolujen tappotoimintaa ja lisää komplementin aktiivisuutta, mikä johtaa taudin estymiseen tai paranemiseen. Solunsisäisten taudinaiheuttajien, mm. virusten tapauksessa tartunnan saanut solu tuhoetaan immuunivasteessa syntyneiden tappajalymfosyyttien avulla. Lymfosyytit syntyvät kalan munuaisen etuosassa ja immuunivaste tapahtuu munuaisen lisäksi myös pernassa, ihossa ja suolen limakalvoilla. Hankittu immunitetti ei ole täysin toiminnallinen kalan syntyessä vaan kypsyy kalan kasvaessa.

Immuunivasteessa kalalle on syntynyt immunologinen muisti ko. taudinaiheuttajaa kohtaan. Sen ansiosta immuunijärjestelmä aktivoituu ja alkaa muodostaa vasta-aineita nopeammin ja tehokkaammin, kun mikrobi toisen kerran tunkeutuu kalan elimistöön. Hankittuun puolustusjärjestelmään perustuu myös rokottaminen, jossa heikennetyillä taudinaiheuttajilla aiheutetaan immuunivaste ja tehostunut puolustuskyky tautia vastaan (ks. luku 15) (Kuva 2).

Taudinaiheuttajan haitallisuus

Bakteeri-, virus-, sieni- ja loislajien vaarallisuus kaloille vaihtelee paljon. Useimmat niistä ovat harmittomia, ja kala pystyy yleensä ne torjumaan. Tietyt pieneliöt ovat taudinaiheuttamiskyvyltään niin voimakkaita, että puolustusjärjestelmä ei pysty niitä vastustamaan. Taudinaiheuttajien määrä ympäristössä (tartuntapaine) vaikuttaa myös siihen, miten kala onnistuu voittamaan taistelun näitä vastaan. Mitä enemmän taudinaiheuttajia ympäristössä on, sitä todennäköisemmin parven heikoimmat kalat sairastuvat. Tartuntapaine nousee entisestään, kun sairastuneet kalat erittävät taudinaiheuttajia ympäristöönsä.

Ympäristön tila

Kala on erityisen herkkä veden laadun ja lämpötilan muutoksille. Vaihtolämpöisinä eläiminä kalojen ruumiin lämpötila seuraa veden lämpötilaa. Kylmässä vedessä kalan puolustusmekanismit, etenkin hankittu immunitetti, toimivat hitaasti. Lämpötilan nousu saattaa edistää puolustusjärjestelmän toimintaa, mutta myös bakteerien ja alkueläinloisten lisääntymistä. Nopeat lämpötilan nousut stressaavat kaloja kuten myös liian lämpimän veden matala happipitoisuus. Myös valaistuksella ja sen rytmillä on tärkeä merkitys kalan hyvinvoinnille. Suora auringonvalo esimerkiksi stressaa kalaa, ultraviolettiäteily heikentää sen immunitettia ja vahingoittaa ihoa ja voi näin altistaa taudeille. Veden laadun keskeisiä tekijöitä on esitetty luvussa 5.

2. Taudin oireiden tulkinta

Kalanviljelijän on välttämätöntä oppia havainnoimaan, miten kukin kalalaji ja ikäryhmä normaalisti käyttäytyy eri olosuhteissa. Tämä taito kehittyy vain jatkuvien havaintojen ja kokemusten myötä. Kalojen käyttäytymisen sekä veden laadun ja ruokailun säännöllisellä tarkkailulla päästään aikaisessa vaiheessa taudin ja sen aiheuttajan jäljille. Mitä nopeammin voidaan aloittaa hoito, sitä parempi on odotettavissa oleva lopputulos.

Tärkeä tehtävä on kuolleiden tai kuolemaisillaan olevien kalojen kerääminen päivittäin pois altaasta ja niiden asianmukainen hävittäminen. Kuolleet ja mätänevät kalat ovat tärkeimpiä taudin levittäjiä. Kuolleisuuden esiintyminen kalojen käsittelyn, esim. lajittelun tai lypsyn jälkeen, saattaa olla merkki kalojen heikosta terveydestä.

Kalaparven tarkastelu

Päivittäin tapahtuva jokaisen kalaparven tarkkailu on olennainen osa hyvää hoitoa. Kierros on parasta tehdä ensimmäiseksi aamulla. Pyri tarkkailemaan kaloja ennen kuin ne ovat huomanneet läsnäolosi. Huomio tulee kiinnittää kalojen normaaliin pakoreaktioon. Silmämääräisesti tulee tarkastaa myös tuloveden määrä sekä altaan likaisuus ja leväkasvusto.

Sijoittuminen altaassa

Normaalisti kalat ovat levittäytyneet suhteellisen tasaisesti kasvatusaltaassa. Kalojen kerääntyminen kesällä esimerkiksi tulovesityksen eteen osoittaa veden alentunutta happipitoisuutta.

Uintitapa

Jos kalat ovat rauhattomia, ryntäilevät, vaalea alapuoli vilkahtelee, kieppuvat, hankaavat itseään, haukkovat ilmaa ym., kannattaa niitä tutkia lähemmin. Kokemusten mukaan esim. *Ichthyobodo (Costia)* -tartunnan ensimmäisiä oireita on myös se, että kalat nousevat pinnan tuntumaan, jolloin selkä on pinnan yläpuolella.

Kun kalat ovat huomanneet lähestymisesi, tarkkaile reaktiota. Normaalisti kalat uivat kiivaasti osoittaen voimakasta ruokahalua. Paniikinomainen ryntäily ja hermostuneisuus kuten myös apaattinen liikkumattomuus viestivät, että jotakin on vialla. Kirjoloheet tulevat normaalisti kerjäämään ruokaa ihmisen läheisyydessä allasta.

Ruokailu

Jokaisen kalaparven ruokailua tulee tarkastella ainakin kerran päivässä, mielellään ensimmäiseksi aamulla. Ruokahalu on tärkein terveydentilan ilmentäjä, ja se tulee arvioida huolella. Kala, jolla on huono ruokahalu, saattaa esimerkiksi ottaa rehupelletin suuhunsa, mutta sylkäisee sen pois hetken kuluttua. Tämä voi tosin johtua myös väärästä raekoosta. Ruokinnan hetkellä voi etsiä myös sairauden merkkejä: kalat haukkovat ilmaa, ovat tummia tai väritys on muuten poikkeava, ovat menettäneet kiiltoaan, havaittavissa on mulkosilmäisyyttä tai kuluneet evät. Polaroidut lasit auttavat havaintojen teossa.

Yksittäisten kalojen tarkastelu

Jos viitteitä sairaudesta löydetään, täytyy osa kaloista tutkia tarkemmin. Valitse tarkastelun kohteeksi mielellään eläviä, oireilevia kaloja tai juuri kuolleita kaloja.

Huomionarvoisia asioita ovat:

- kalojen elinvoimaisuus
- kalojen limaisuus
- kalojen väritys
- evien kuluminen
- ihottumat, valkeat täplät, haavaumat, paiseet, peräaukon ympäristön tulehdukset
- isot loiset
- silmien pullistuminen ja kirkkaus
- kidusten kuoliot, verenpurkaumat, harmaa massa

Alkueläinloisten aiheuttamia oireita

Ihloistartunnat aiheuttavat seuraavia oireita:

- ruokahalu heikkenee
- kalat ovat rauhattomia; ryntäilevät, kalan vaaleampi alapuoli vilkahtelee, hankaavat itseään
- kalat kelluvat pinnalla tai poistoputken suulla tai esimerkiksi maa-altaan rantavyöhykkeellä
- kalat tummuvat ja menettävät kiiltoaan
- lisääntynyt kidusten ja/tai ihon limaisuus
- kuluneet evät

(lisää luvussa 9)

Virus- ja bakteeritautien aiheuttamia oireita

Virus- ja bakteeritaudit aiheuttavat seuraavia oireita:

- ruokahalu heikkenee
- kalat tummuvat
- kalat ovat apaattisia, uivat veltosti ja kerääntyvät lammikon reunamille tai poistoputken suulle
- verenvuodot iholla, kiduksilla ja sisäelimissä
- nestettä ruumiinontelossa, jolloin vatsapuoli turpoaa
- munuaisten vajaatoiminta, jolloin silmät pullistuvat ja ruumiinonteloon kertyy nestettä
- pienet kalat saattavat kuolla nopeasti esimerkiksi verenmyrkytykseen ilman näkyviä oireita

Monille bakteeritaudeille on lisäksi tyypillistä tulehtuneet haavaumat, kuluneet evät ja verinen, limainen uloste. Virustaudeissa voi esiintyä myös poikkeuksellisia uintiliikkeitä, kuten korkkiruuvuintia (lisää luvuissa 7 ja 8).

Ravintoon ja ympäristöön liittyviä taudin oireita

Kalan ravinnon väärä koostumus ja määrä sekä kalan ympäristön eli veden huono laatu voivat aiheuttaa samanlaisia oireita kuin tarttuvat kalataudit (lisää luvuissa 5 ja 6):

- ruokahalu heikkenee (esim. sopimaton tai pilaantunut rehu, veden lämpötilavaihtelut, alhainen happipitoisuus, sopimaton pH)
- epänormaali uintitapa (esim. sopimaton pH, alhainen happipitoisuus)
- kalojen vaaleneminen (esim. alhainen happipitoisuus, myrkytykset)
- lisääntynyt limaneritys (esim. sopimaton pH, myrkytykset)
- verenvuodot (esim. alhainen pH, myrkytykset, vitamiinin (B₁) puutos)

3. Kalan tutkiminen laitoksella

Pinta- ja sisäloistutkimus voidaan tehdä nopeasti ja luotettavasti jo viljelylaitoksella. Kalojen lähempi tarkasteleminen voi myös johtaa bakteeritartunnan jäljille, jolloin oireilevia kaloja tulee lähettää tutkittavaksi kalatautilaboratorioon (ks. luku 4).

Välineet

Loistutkimuksessa välttämättömimmät välineet ovat pienet sakset, terävä preparaomisveitsi, teräväkärkiset pinsetit, varrellinen neula, pieniä muovimaljoja (ns. petrimaljoja) sekä objektilaseja ja peitinlaseja (Kuva 3). Välineitä myyvät mm. Instrumentarium, VWR International ja apteekit. Tutkimuksia varten on hyvä varata myös muovinen alusta, esim. muovitarjotin ja talouspaperia. Välineet tulee pyyhkiä tai pestä eri työvaiheiden ja altaiden välillä.

Mikroskooppi on välttämätön apuväline loistutkimuksessa. Ne loistautien aiheuttajat, joilla on eniten merkitystä kalanviljelylle, näkyvät vain valomikroskoopilla. Sekä stereo- että valomikroskoopilla tutkittaessa on tärkeää, että näyte (limanäyte, kalan pinta, kidukset, evät, ym.) ei pääse kuivumaan.



Kuva 3. Kalan loistutkimuksessa tarvittavat tärkeimmät välineet (Kuva Riitta Rahkonen, RKTL).

Stereomikroskooppi

Stereomikroskoopilla voidaan tutkia suoraan kalan pintaa, kiduksia, eviä, silmiä, sisäelimiä, ym. Stereomikroskoopin 10–40-kertaisella suurennoksella erottuvat jotkut suurimmat alkueläimet (*Ichthyophthirius*, *Trichodina*), monogeenit ja muut monisoluiset loiset.

Valomikroskooppi

Valomikroskoopissa on yleensä 10-kertaisesti suurentavat okulaarit sekä esim. 4-, 10-, 40- ja 100-kertaisesti suurentavat objektiivit. Näyte suurentuu siten 40–1000-kertaiseksi. Valomikroskoopilla tutkittaessa täytyy tehdä preparaatti eli näyte asetetaan objektilasille vesitippaan ja painetaan peitinlasi päälle. Valomikroskoopin 100–400-kertaisella suurennoksella näkyvät kaikki tärkeimmät alkueläinloiset ja myös monet bakteerit.

Kalan tappaminen

Kalat tuodaan tutkimushuoneeseen elävinä oman altaan vettä sisältävässä astiassa, koska kalan pinnalla loisivat alkueläimet ja useimmat monogeenit häviävät pian kalan kuoleman jälkeen. Sen takia loistutkimus täytyy tehdä juuri tapetusta kalasta. Kala on tapettava nopeasti ja sille on vältettävä aiheuttamasta tarpeetonta kipua.

Pienet kalat (alle 5 cm)

Niska murretaan pinseteillä tai pidetään kalasta pinseteillä kiinni ja taivutetaan päätä ylöspäin niin, että selkäranka murtuu.

Keskikokoiset kalat (alle 15 cm)

Selkäranka katkaistaan saksilla niskan kohdalta. Haavasta vuotaa verta, mutta jos kala asetetaan heti kyljelleen imukykyisen paperin päälle (esim. talouspaperi), jää toinen kylki puhtaaksi.

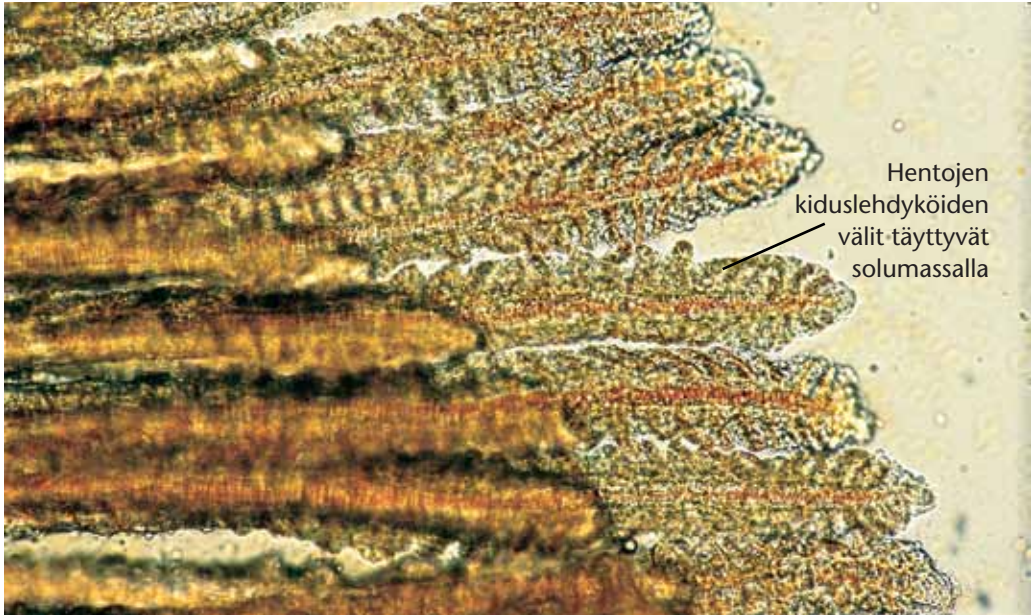
Isot kalat

Kala tainnutetaan iskemällä sitä napakasti päähän esim. tylpällä esineellä.

Kaiken kokoiset kalat voidaan tappaa myös pitämällä niitä normaalia pidempään nukutusaineliuoksessa. Osa loisista saattaa irrota nukutusaineeseen, ja kalat täytyy tutkia hyvin nopeasti kuoleman jälkeen.

Kalan pinnan tutkiminen

Limanäytteet on otettava iholta ja kiduksilta välittömästi kalan tappamisen jälkeen ennen kuin alkueläinloiset ehtivät kuolla. Allasta kohden tutkitaan vähintään 3–5 oireilevaa kalaa. Ennen näiden näytteiden mikroskopointia kannattaa leikata irti toisen puolen kiduskaaret ja evät ja laittaa ne altaan vettä sisältäviin petrimaljoihin myöhempää tutkimusta varten. Kalaa käsitellään mahdollisimman vähän sormin, eikä sitä saa päästää kuivumaan.



Kuva 4. Kiduksen pintasolukon liikakasvusta (hyperplasia) kärsivän kalan kidukset. Solumassan takia kaasujen vaihto veden ja kalan veren välillä vaikeutuu (Kuva Perttu Koski, Evira).

Limanäytteiden otto

Iho

Veitsellä kaavitaan vähän limaa etenkin rintaevän alta. Muita “hyviä” paikkoja ovat kylki ja pyrstöevä. Pieneltä kalalta on vaikea saada limaa ja käytännössä joutuu raaputtamaan koko kylkeä.

Objekttilasille laitetaan pieni nokare limaa sekä tippa altaan vettä ja painetaan peitinlasi päälle. Liman täytyy levittäytyä hyvin ohueksi kerrokseksi, koska paksusta limanäytteestä on vaikea nähdä loisia.

Kidus

Pieneltä kalalta voi pinseteillä irrottaa kaikki toisen puolen kiduskaaret. Kidukset laitetaan objekttilasille vesitippaan, hajotetaan vähän neulaa apuna käyttäen ja painetaan päälle peitinlasi. Isommalta kalalta leikataan kiduskansi saksilla pois. Otetaan pinseteillä kiinni ensimmäisestä kiduskaaresta ja irrotetaan se katkaisemalla saksilla kaari poikki ensin alapuolelta ja sitten yläpuolelta. Näin tehdään siksi, ettei näytteeseen sekoittuisi verta, mikä haittaa näytteen tutkimista. Kiduskaaresta kaavitaan limaa varovasti objekttilasille lehdyköiden suuntaisella vedolla, lisätään vesitippa ja painetaan peitinlasi päälle. Valomikroskoopin 100–400-kertaisella suurennoksella voidaan havaita myös erilaiset kidusmuutokset, esimerkiksi pintasolukon eli epiteelin liikakasvu (hyperplasia) (Kuva 4).

Limanäytteen tutkiminen

Limanäytteitä tutkitaan valomikroskoopin 100–400-kertaisella suurennoksella. Kun näyte on asetettu valomikroskooppiin, tarkennetaan kuva aluksi 10-kertaiselle objektiiville. Kokenut tutkija havaitsee alkueläimet jo tällä 100-kertaisella suurennoksella (10-kertainen okulaari, 10-kertainen objektiivi). Aloittelijan on kuitenkin syytä tarkistaa havaitsemansa loiset 40-kertaisella objektiivilla, koska 400-kertaisella suurennoksella erottuvat hyvin kaikki yleisimmät alkueläinloiset. Koko lima-alue on käytävä järjestelmällisesti läpi, koska loiset eivät välttämättä ole tasaisesti levittäytyneenä. On tärkeätä seurata etenkin limanäytteen reuna-alueita, joissa on mahdollista nähdä loisten liike.

100-kertaista objektiivia (1 000-kertainen suurennos) voidaan käyttää yleensä vain immersioöljyn kanssa, mutta näin suurta suurennosta ei tarvita normaalissa rutiiniluontoisessa loistutkimuksessa.

Limanäytteitä ei saa päästää kuivumaan. Peitinlasin reunaan on silloin tällöin lisättävä vesitippa, josta vesi leviää itsestään lasin alle. Alkueläinloisten liike lakkaa melko nopeasti, ja niitä on sen jälkeen vaikea havaita. Yhtä limanäytettä ei yleensä kannata tutkia pidempään kuin 10–15 minuuttia.

Kidusten, evien ja kalan pinnan tutkiminen

Paljain silmin voidaan kalan pinnalta havaita loisista äyriäiset ja juotikkaat sekä bakteerisairauteen viittaavat haavaumat ja tulehdusalueet. Verestävät, hapsuiset evät ja turvonneet kidukset voivat olla myös bakteeritaudin oireita.

Petrimaljoissa olevat kidukset ja evät voidaan tutkia stereomikroskoopin 10–40-kertaisella suurennoksella mahdollisen monogeenitartunnan varalta. Pieneltä kalalta voidaan tutkia samalla tavalla koko pinta.

Kalan tutkiminen sisältä

Kala avataan saksilla tai terävällä veitsellä. Kalat on näppärintä avata leikkaamalla vatsapuoli varovasti auki nielusta peräaukkoon. Avaamisen helpottamiseksi voidaan ”kurkku” leikata ensin poikittaisviillolla poikki. Isoilta kaloilta on usein tarkoituksenmukaista poistaa koko ”vatsanahka” munuaisia myöten (Kuva 5). Kalan tärkeimmät sisäelimet näkyvät kuvassa 5. Lois-, bakteeri- ja virustautien oireita on kuvattu edellisessä luvussa.

Bakteeriviljelyn tekeminen

Yhteistyössä kalatautitutkimuksia tekevän eläinlääkärin tai biologin kanssa voidaan bakteerinäyte ottaa jo kalanviljelylaitoksella. Heiltä saa myös tarvittavat tarkat ohjeet. Bakteeriviljelyn tekemiseen tarvitaan viljelysilmukka ja sen sterilointia varten kaasui- tai spriibunsenlampu tai vaihtoehtoisesti kertakäyttösauvoja, jolloin tulta ei tarvita. Tämän lisäksi tarvitaan elatusainemaljoja (Kuva 6). Maljat lähetetään jatkotutkimuksiin kalatautilaboratorioon.



Kuva 5. Avattu taimen, jolta on poistettu sekä kiduskansi että vatsapuolen nahka, jolloin kaikki sisäelimet saadaan näkyville (Kuva Risto Kannel, RKTL).

Pääpiirteissään bakteeriviljely tehdään seuraavasti:

- Kala avataan edellä kuvatulla tavalla.
- Kalan suolistopaketti (mahalaukku, suoli ja niihin kiinnittyvät elimet) siirretään sivuun kalan viereen puhtaiden pinsettien avulla varoen rikkomasta suolta.
- Uimarakko irrotetaan varovasti munuaisen päältä.
- Viljelysilmutka steriloidaan punahehkuun bunsenlampun liekin päällä.
- Hehkuvalalla silmutkalla tai kertakäyttösilmutkalla pistetään kalan munuaisen keskiosaan ja työnnetään silmutkaa viistossa asennossa munuaisen sisään kalan pyrstöä kohti.
- Silmutkaan jäävä munuaisnäyte siirretään silmutkalla elatusainemaljalle varoen koskettamasta kalan suolistoa.
- Näyte levitetään elatusaineen pinnalle sivelemällä sen pintaa viljelysilmutkalla edestakaisin.

Flavobakteeri-tartunnan toteaminen

Flavobakteeri-tartunta voidaan todeta nopeasti mikroskoopin avulla jo viljelylaitoksella. Vaurioitunutta ihoa, kiduksen tai evän pintaa kaavitaan pieni määrä puhtaalla veitsellä objektilasille vesitippaan ja painetaan peitinlasi päälle. Flavobakteerit ovat pitkiä ohuita sauvoja, jotka näkyvät valomikroskoopin 400–1 000-kertaisella suurennoksella. Bakteerin tarkempi tunnistus edellyttää viljelyä munuaisesta, pernasta ja mahdollisista haavoista erityiselle elatusaineelle (esim. AO = Anacker & Ordal).



Kuva 6. Bakteriviljelyn tekemisessä tarvittavat välineet. Vasemmalla verimalja ja oikealla AO-malja (Kuva Pia Vennerström, Evira).

4. Kalanäytteen lähettäminen

Kalatautien aiheuttajien selvittämiseksi on tärkeää toimittaa oireilevia kaloja tutkittavaksi tautimäärityksiin erikoistuneeseen laboratorioon (ks. luku 23). Vaikka taudin syy näyttäisikin ilmeiseltä, on aina mahdollista, että taustalla on myös jokin muu tekijä, jota ei saada esille ilman kyseistä tutkimusta. Lääkitykseen tarvittavan reseptin saaminen myös edellyttää, että näytteitä on lähetetty tutkittavaksi. Tutkimukset ovat tärkeitä myös sen takia, jotta voidaan seurata bakteerien herkkyyttä käytetyille antibiooteille.

Suuren kalakuoleman sattuessa kannattaa paikalle pyytää eläinlääkäri tai muu viranomaisen tekemään tilannearvion ja toteamaan kuolleiden kalojen määrän, vaikka syy olisikin selvä. Viranomaisen antamaa lausuntoa voidaan tarvita vakuutuksia ym. korvauksia varten.

Kalanäytteen lähettämisessä tulee huomioida seuraavia tekijöitä:

- Ota näytekalat erilleen ennen mahdollisen hoidon aloittamista (kylvetys, antibioottilääkitys). Mikäli kaloja on hoidettu, se tulee ilmoittaa lähetteessä.
- Lähetä mieluiten muutamia eläviä kaloja, joilla on taudinoireita.
- Kalat säilyvät parhaiten elävinä, jos ne lähetetään muovipussissa, jossa on 2/3 vettä ja 1/3 happikaasua. Muovipussi pakataan styroksilaatikkoon kylmäpattereiden tai jäähileiden kanssa.
- Mikäli elävien kalojen lähettäminen ei ole mahdollista, tapa oireilevat kalat juuri ennen lähettämistä tai ota mukaan vasta kuolleita kaloja.
- Paras tapa lähettää kuolleita kaloja on kääriä jääkaapissa tai kellarissa jäädytetyt kalat kosteaan voipaperiin ja sen jälkeen moninkertaiseen sanomalehtipaperiin.
- Kalojen ympärille laitetaan kylmävaraajia tai jäätä muovipussiin pakattuna. Jäät säilyvät kauemmin sulamatta styroksilaatikossa. Kalat pilaantuvat hyvin nopeasti tiiviissä muovipussissa ja foliossa.
- Kirjoita lähete, josta käy ilmi lähettäjän nimi, osoite ja puhelinnumero. Lähetteessä tulisi myös olla kalojen tunnistustiedot, allas, ikä, laji, tms. Lisää myös lyhyt kuvaus oireista. Ohessa on malli saatekirjeestä, joita saa tilata Evirasta (ks. luku 23).
- Ilmoita saapuvasta kalanäytteestä vastaanottavalle henkilölle.
- Kalanäytteitä voi lähettää pakastettuna vain, jos näin on sovittu vastaanottajan kanssa. Vierasainetutkimukset ovat niitä harvoja tutkimuksia, jotka voidaan tehdä pakastetusta materiaalista ja silloinkin on ilmoitettava, mitä ainetta tai myrkyä epäillään. Yleisiä myrky- ja vierasainetutkimuksia ei tehdä. Kalat pakastetaan heti kuoleman tai tappamisen jälkeen, ja ne tulee lähettää mahdollisimman pian tutkittavaksi styroksilaatikkoon pakattuna.
- Jos tutkimuksiin joutuu lähettämään kuolleita kaloja, olisi hyvä panna mukaan myös kemikaaliin (lähinnä formaliiniin) säilöttyjä kudoksenäytteitä. Niistä voidaan havaita esimerkiksi vedessä olevien myrkyllisten tekijöiden aiheuttamia mikroskooppisia muutoksia. Niistä voidaan määrittää myös esimerkiksi kasvaimia ja isokokoisia loisia.



- Ota näytteeksi muutamasta oireilevasta, vielä hengissä olevasta kalasta silmämääräisesti muuttuneita kudoksia. Vaikka silmällä havaittavia poikkeamia normaalista ei olisi-kaan, on hyvä ottaa näytteet ainakin kiduksesta, maksasta, munuaisesta, sydäimestä ja pernasta. Alle 5 cm poikaset voidaan viipaloida poikkisuunnassa kuin pullapitko ilman, että eri elimiä otetaan esille. Formaliiniin ei tule säilöä sokeripalaa suurempia kudospappaleita. Formaliinia tulisi olla noin kymmenkertainen määrä näytepalojen tilavuuteen verrattuna. Kudospalat upotetaan 10 %:een formaliiniin (= n. 3,5 dl kaupallista yli 30 %:sta formaldehydiä ja n. 6,5 dl vettä). Puskuroitua 10 %:sta formaliinia saa myös apteekista ja esim. Tamrosta.

Puskuroitua säilytysliuosta voidaan valmistaa myös seuraavan reseptin mukaan:

Kaupallista formaliinia	100 ml
Tislattua vettä	900 ml
Natriumdivetyfosfaatti (kidevedellinen) $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4 g
Di-natriumfosfaatti Na_2HPO_4	6,6 g


TUTKIMUSLÄHETE
kalaterveyspalvelu

Saapumispvm klo Dnro

Täytä koneella tai selvästi tekstaten.

Lähetäjä		
Osoite		
Yhteyshenkilö		Puh.
Näytteenottopäivämäärä	Kalalaji	Ikä
Allas- tai lammikkotyyppi		Tilavuus
Vesistö	Vedenotto <input type="checkbox"/> lähde <input type="checkbox"/> pohjavesi <input type="checkbox"/> järvi/joki <input type="checkbox"/> meri	
Veden lämpötila	pH	O ₂
Muuta huomioitavaa vedestä		

KALOJEN KÄSITTELY JA HOITO

Kylvetsaine	Pvm
Käytetty lääke	Pvm
Käytetty rokote	Pvm

OIREET

Kuolleisuusprosentti	Aikavälillä		
Oireet alkaneet	<input type="checkbox"/> äkillisesti	<input type="checkbox"/> asteittain	
Kalojen ruokahalu	<input type="checkbox"/> normaali	<input type="checkbox"/> alentunut	<input type="checkbox"/> eivät syö
Kalat	<input type="checkbox"/> makaavat pohjassa	<input type="checkbox"/> hankaavat itseään	<input type="checkbox"/> haukkovat ilmaa <input type="checkbox"/> oleilevat tuloputken suulla
Uivat	<input type="checkbox"/> normaalisti	<input type="checkbox"/> pinnalla	<input type="checkbox"/> rauhattomasti <input type="checkbox"/> kierteisesti
	<input type="checkbox"/> kyljellään	<input type="checkbox"/> vatsa ylöspäin	<input type="checkbox"/> muu:

Muita havaintoja (esim. ihon ja evien kunto, ihon väri, silmät ym.)

Vastaus lähetetään tiedoksi
Postiosoite

ALLEKIRJOITUKSET

Päiväys	Näytteenottajan allekirjoitus ja nimenselvennys
---------	---

 Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
 Eläinnäytteet
 Mustialankatu 3, 00790 HELSINKI
 Puh. 029 530 0400, Faksi 029 530 4350

www.evira.fi

Evira 90402

 Evira, Kuopio
 Neulaniementie 4
 70210 KUOPIO
 Puh. 029 530 4952, Faksi 029 530 4970

etunimi.sukunimi@evira.fi

 Evira, Oulu
 Käyntiosoite: Elektronikkatie 5, 90590 OULU
 Postiosoite: Elektronikkatie 3, 90590 OULU
 Puh. 029 530 4924, Faksi 029 530 4915

5. Veden laatu ja siihen liittyviä sairauksia

Vesi vanhin voitehista -viisaus pätee mitä suurimmassa määrin myös kaloihin. Mitä enemmän kaloilla on käytössään hyvälaatuista vettä, sitä varmemmin välttyään taudeilta. Vesitys kannattaa suunnitella niin, että kukin allas ja lammikko saa omaa, puhdasta ja hapekasta vettä. Mikäli vettä käytetään useamman kerran, leviävät taudit helposti koko laitokseen. Vedenotto on järjestettävä siten, että esim. loisten toukkavaiheita ei leviä veden mukana. Verkkoallaslaitoksia perustettaessa täytyy varmistaa veden riittävä virtaus. Kiertovesilaitoksissa taudit leviävät helposti veden mukana, mikäli haitallisia pieneliöitä ei pystytä tehokkaasti poistamaan. Lähdevesi on tautien torjunnan kannalta turvallisin vesitystapa. Mustajärven (1999) raportissa on esitetty keskeisiä suomalaisten kalanviljelylaitosten suunnittelussa käytettyjä vedenlaatukriteerejä.

Kala on herkkä veden laadun muutoksille. Veden huono laatu voi tappaa kaloja tai alentaa niiden vastustuskykyä taudeille.

Mikäli suuri määrä erikokoisia ja eri lajisia kaloja kuolee nopeasti, on syynä lähes aina veden laatu eikä tarttuva tauti. Toimi tällöin seuraavasti:

- ota välittömästi vettä kahteen pulloon tai muovisukkaan, joista toinen laitetaan jääkaappiin ja toinen pakastimeen
- mittaa pH, happi ja lämpötila
- ota heti yhteyttä paikalliseen ELY-keskukseen ja eläinlääkäriin (tarvittaessa päivystäjä)

Veden laadun keskeisiä tekijöitä

Happipitoisuus

Lohikaloilla on suuri hapentarve verrattuna esim. karppikaloihin. Kun vedessä on happea noin 8 mg/l, on se yleensä lohikaloille riittävä pitoisuus. Hapenkulutus vaihtelee kalan ruuankulutuksen ja muun aktiivisuuden mukaan. Veden happipitoisuuteen vaikuttavat alentavasti sekä lämpötilan että suolapitoisuuden nousu. Lohikalat alkavat yleensä kärsiä hapen puutteesta, kun hapen pitoisuus laskee alle 5,5 mg/l. Lohikalojen mädin kehittyminen vaarantuu, kun happea on haudontavedessä alle 7 mg/l. Toisaalta hapen ylikyllästeisyydestä ei näytä olevan sanottavaa hyötyä kalankasvatuksessa. Liuenneen hapen määrää tulee seurata happimittarilla etenkin korkeissa lämpötiloissa ja suurissa kalatiheyksissä.

Oireet: Hapenpuutteesta kärsivät kalat eivät syö, ne uivat lammikon tuloputken suulle, niiden hengitysliikkeet nopeutuvat ja ne haukkovat ilmaa. Kalojen väri vaalenee, ja hapenpuutteeseen kuolleella kalalla ovat sekä kiduskannet että suu auki.

Hoito: Hapenpuutteesta kärsiviä kaloja tulee syöttää vähemmän tai keskeyttää ruokinta kokonaan, jolloin aineenvaihdunta hidastuu ja hapentarve pienenee. Kasvatyüksikön veden virtausta tulee mahdollisuuksien mukaan lisätä. Tulovettä tai yksittäisten altaiden vettä voi myös hapettaa tai ilmastaa.

Lämpötila

Kalat ovat vaihtolämpöisiä eläimiä, ja niiden ruumiin lämpötila ja siten myös aineenvaihdunta ja puolustusmekanismit seuraavat veden lämpötilaa. Kaloilla on optimilämpötila mm. kasvulle, ruuan hyväksikäytölle ja mätimunien kehittymiselle. Lohikalat ovat viileän veden lajeja, ja kasvun optimilämpötila on useimmilla lajeilla noin 16 °C. Liuenneen hapen määrä vähenee veden lämpötilan kohotessa. Yli 20 °C:n lämpötilat ovat lohikaloille yleensä jo ongelmallisia. Ruokintaa joudutaan rajoittamaan tai lopettamaan kokonaan hapentarpeen minimoimiseksi. Kalojen puolustusmekanismit aktivoituvat lämpötilan kohotessa ja hidastuvat viileässä vedessä, mm. tulehdukset paranevat hitaasti talvella. Voimakkaat, äkilliset lämpötilan vaihtelut ovat kaloille vaarallisia ja voivat aiheuttaa suuria tappioita. Äkillinen lämpötilan muutos etenkin mätimunien haudontavaiheen alussa aiheuttaa mm. selkärangan kehityshäiriöitä. Esimerkiksi norjalaisten tutkimusten mukaan selkärankavaurioiden riski kasvaa selvästi, jos lohien mädän haudonnan alkuvaiheessa lämpötila kohoaa noin 10 asteeseen. Alijäähdytyneessä vedessä muodostuvat jääkiteet voivat sekoittaa syvempiin vesikerrokseen ja tarttua kalojen kiduksiin. Jääkiteet vaurioittavat kiduksia ja voivat aiheuttaa suurta kuolleisuutta.

pH eli veden happamuus

Veden happamuutta kuvataan pH-luvulla. Asteikon 0 tarkoittaa erittäin hapanta ja 14 erittäin emäksistä. Neutraaliarvo on 7. On tärkeätä, että pH-arvo ei vaihtelee voimakkaasti. Lohikaloille suotuisa pH-alue on 6,5–8,0. Veden happamuus lisääntyy usein esim. rankkasateiden jälkeen ja keväällä lumen ja jään sulaessa. Tällöin voi vapautua myös myrkyllisiä määriä raskasmetalleja, kuten alumiinia ja mangaania. Runsaskasvustoisessa lammikossa vesi voi puolestaan muodostua kaloille kesällä liian emäksiseksi. Myös levätuotanto saattaa aiheuttaa suuria pH-vaihteluja. Veden pH-arvoa voi seurata mm. yksinkertaisilla väri-indikaattoreilla.

Alabaster ja Lloyd (1980) ovat koonneet tietoja veden pH:n vaikutuksista kaloihin:

pH-alue	Vaikutukset
3,0–3,5	Kalat eivät elä muutamia tunteja pitempään.
3,5–4,0	Tappava lohikaloille. Hieman ylempiin pH-arvoihin totutetut suutarit, ahvenet, hauet ja särjet saattavat säilyä hengissä näissä pH-rajoissa.
4,0–4,5	Haitallinen lohikaloille, suutarille, lahnalle, särjelle, kultakalalle ja karpille, jotka eivät ole tottuneet alhaisiin pH-arvoihin. Happamuuden sieto paranee koon ja iän kasvaessa. Vain hauen lisääntyminen saattaa onnistua.
4,5–5,0	Haitallinen lohikaloiden mädille ja pikkupoikasille ja myös isommille kaloille erityisesti pehmeissä vesissä, joiden kalsium-, natrium- ja kloridipitoisuus on alhainen. Voi olla haitallinen karpille.



pH-alue	Vaikutukset
5,0–6,0	Haitaton kaloille, ellei vapaan hiilidioksidin pitoisuus ole yli 20 mg/l tai ellei rautahydroksidiksi saostuneita raudan suoloja esiinny. Rautahydroksidin tarkkaa myrkyllisyyttä ei tunneta. Alueen alapää voi olla haitallinen lohikaloille, jos lämpötila tai Ca-, Na- tai Cl-pitoisuudet ovat alhaiset. Särkien lisääntyminen voi vaarantua.
6,0–6,5	Haitaton kaloille, ellei vapaan hiilidioksidin pitoisuus ole yli 100 mg/l.
6,5–9,0	Haitaton kaloille. pH-muutokset tällä alueella voivat vaikuttaa myrkköjen toksisuuteen.
9,0–9,5	Jatkuvana todennäköisesti haitallinen lohikaloille ja ahvenelle.
9,5–10,0	Pitkällä aikavälillä tappava lohikaloille. Voi olla vahingollinen joidenkin lajien kehitysvaiheille.
10,0–10,5	Särki ja lohikalat sietävät lyhytaikaisesti.
10,5–11,0	Tappava lohikaloille. Alueen yläpää pitkään jatkuvana tappava karpille, suutarille, kultakalalle ja hauelle.
11,0–11,5	Tappava kaikille kalalajeille.

Ammoniakki

Kala erittää ammoniakkia etenkin kidustensa kautta. Ammoniakin esiintymismuoto vedessä riippuu veden pH:sta, ja se voi esiintyä sekä vapaana (NH_3) että ionisoituneena (NH_4^+). Vapaa ammoniakki on kaloille erittäin myrkyllistä. Jo 0,02 mg/l vapaata ammoniakkia voi aiheuttaa poikasille kidusvaurioita, etenkin jos veden happipitoisuus on alhainen. Vapaan ammoniakin määrä lisääntyy pH:n kohotessa, eli emäksisessä vedessä myrkyä on enemmän. Ammoniakkimyrkytys on vaarana etenkin tiheissä kalaparvissa, jos vesi vaihtuu hitaasti, sekä kiertovesilaitoksissa. Kiertovesilaitoksissa ammoniakkipitoisuus pysyy kurissa biologisen suodattimen (nitrifikaatiobakteerit) tai ioninvaihtajan (esim. zeoliitti) avulla. Ammoniakkimyrkytyksen oireina ovat kidusten tummuminen ja pistemäiset verenpurkaumat.

Veden kiintoaine

Monet erilaiset veteen sekoittuvat kiintoaineet aiheuttavat ongelmia sekä kalojen kiduksille että mädille. Tällaisia ovat esim. humus, levät ja ulosteet. Hiukkaset ärsyttävät ja tukkivat kidukset ja aiheuttavat hengitysvaikeuksia. Lisäksi eloperäinen aines kuluttaa hajotessaan happea. Kiintoainetta voi päästä viljelylaitokselle esim. myrskyn tai rankkasateiden jälkeen sekä metsä- ja suo-ojitusten yhteydessä. Vettä voi puhdistaa esim. hiekkasuodattimen tai rumpusiivilän avulla.

Myrkyt

Useimmat raskasmetallit ovat kaloille haitallisia, jos niiden pitoisuus nousee liian korkeaksi. Tällaisia ovat esim. rauta, kupari, lyijy ja alumiini. Suo-ojitusten tai rankkasateiden jälkeen vaarallisessa muodossa olevaa rautaa ja hapanta vettä voi kulkeutua laitokselle, jossa rauta hapettuu ja sakkautuu kalojen kiduksiin. Tämä voi johtaa kalojen tukehtumiseen. Teollisuuden jätevedet voivat sisältää myös myrkyllisiä määriä raskasmetalleja.

Muita kaloille erittäin myrkyllisiä aineita ovat erilaiset kemikaalit, etenkin kloori, fenolit, kasvinsuojeluaineet ja hyönteismyrkyt.

Veden laatuun liittyviä sairauksia

Kaasukuplatauti

Kaasukuplatauti aiheutuu veteen liuenneiden kaasujen, lähinnä typen (N₂) ylikyllästyksestä. Pelkkä hapen ylikyllästys ei tautia yleensä aiheuta. Kalat reagoivat sitä voimakkaammin typen ylikyllästykseen, mitä nuorempia ne ovat. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että kokonaiskaasunpaine ei saisi ylittää 105 %:a ja typen kyllästysaste 110 %:a.

Kaasukuplataudin voi aiheuttaa kalanviljelylaitoksella lähinnä seuraavat tekijät:

1. Veden lämpötilan nousu

Mitä lämpimämpää vesi on, sitä vähemmän siihen liukenee typpeä ilmakehästä. Jos vettä lämmitetään, typen kyllästysprosentti nousee yli sadan ja typpeä purkautuu kuplina veteen. Kun vettä lämmitetään 4 °C → 8 °C, typen kyllästysprosentti nousee 100 % → 110 %.

2. Ilman joutuminen painaiseen veteen

Painetta lisäämällä saadaan veteen liukenemaan enemmän kaasuja. Vedenottamolta kalalta tulevaisuudessa vesiputkessa vallitsee tavallisesti ylipaine. Jos ilmaa joutuu putkeen esim. putken yläpäässä olevasta vuodosta, liukenee veteen lisää typpeä ja muita kaasuja ja syntyy ylikyllästys. Kun vesi juoksee kala-altaaseen, paine laskee ja liuennut ylimääräinen kaasu purkautuu kuplina veteen.

3. Nopeat ilmanpaineen vaihtelut

Pitkän korkeapaineen aikana veteen liukenee tavallista enemmän kaasuja. Jos ilmanpaine alenee nopeasti, syntyy kaasujen ylikyllästys.

4. Lähdevesi

Lähdevesi saattaa juuri maan sisästä tullessaan olla typen ylikyllästämää.

5. Voimalaitos tai luonnonputous

Ylikyllästystilanne voi syntyä, kun vesi syöksyy voimalaitoksen tulvaluukusta tai luonnonputouksesta vieden mukanaan ilmakuplia syväälle veteen, jossa kuplista liukenee typpeä.

Kaasukuplataudin oireet: Kun kala joutuu veteen, johon on liuennut typpeä enemmän, kuin mitä siihen tavallisesti voi liueta tiettyssä ilmanpaineessa ja lämpötilassa, ylimääräinen tyyppi kerääntyy kuplina kalan kudoksiin. Oireet vaihtelevat kalan iän ja lajin mukaan. Kalanpoikasilla kaasukuplia muodostuu etenkin ihon alle ja ruskuaispussiin. Vanhemmilla kaloilla kuplia tavataan useimmin silmissä, iholla, kiduksissa ja suussa. Kaasua voi kerääntyä myös uimarakkoon ja vatsaonteloon. Taudista kärsivät kalat uivat usein vatsa ylöspäin tai 'roikkuvat' vedessä. Kuolleisuus tautiin vaihtelee paljon (Kuva 7).

Hoito: Viljelijä voi tarkistaa, onko vedessä liikaa kaasuja. Jos käsi veteen laitettaessa peittyvä välittömästi ilmakupliin, on vesi ylikyllästetty kaasuilla. Kaasujen kokonaiskyllästys voidaan mitata saturometrillä, jolloin tarvitaan tieto myös ilmanpaineesta:

$$S \% = \frac{(P_{\text{atm}} + P_{\text{sat}})}{P_{\text{atm}}} \times 100$$

S % = kaasujen kokonaiskyllästys prosentteina

P_{sat} = saturometrin lukema

P_{atm} = ilmanpaine



Kuva 7. Kaasukuplataudista kärsivä kala, jolla taudille tyypillisiä kuplia evässä (Kuva Pia Vennerström, Evira).

Kaasukuplataudilta voidaan välttyä tehostamalla ilmastamista esim. kaskadin, roiskelevyjen tai rei'itettyjen kerroslevyjen avulla ennen veden joutumista kala-altaaseen. Ilmastus on sitä tehokkaampaa mitä täydellisemmin vesi on ilman kanssa kosketuksessa normaalissa ilmanpaineessa ennen kala-altaisiin johtamista. Vuodot pumppu- tai ventiilisyteemissä tulee korjata. Lämmitetyn veden riittävä ilmastus tulee aina varmistaa.

Liian hapan vesi

Liian happamissa vesissä kalat ovat rauhattomia, haukkovat ilmaa ja vaikeissa tapauksissa pyrkivät kokonaan pois vedestä. Hapan vesi vaurioittaa kiduksia, mistä on seurauksena voimakas liman eritys, värimuutokset ja verenvuodot. Mäti ja vastakuoriutuneet poikaset reagoivat hyvin herkästi pH:n laskuun.

Liian happamaan tuloveteen voi lisätä sammutettua kalkkia, Ca(OH)_2 . Pitempiaikainen vaikutus saadaan kalkitsemalla valuma-aluetta laajemmalla.

Liian emäksinen vesi

Liian emäksisessä vedessä kalat tummuvat ja niiden kidukset muuttuvat verestäviksi. Kiduslehdyköiden sekä evien kärjet syöpyvät, jolloin jäljelle jää vain tukiranko. Periaatteessa emäksisyyttä voidaan alentaa hapolla, mutta viisainta on ottaa yhteyttä paikalliseen ELY-keskukseen (ks. luku 23).

Munuaisen kalkkeutuminen

Munuaisen kalkkeutuminen on myös yhteydessä veden huonoon laatuun, etenkin korkeaan hiilidioksidipitoisuuteen. Myös ruokavaliolla saattaa olla vaikutusta.

Oireet: Munuaisessa havaitaan kaksi kiemurtelevaa, valkoista nauhaa, jotka ovat kalkkipitoista massaa täynnä olevat virtsatiehyet (Kuva 8). Kalkkipitoista ainetta kerääntyy myös muualle munuais kudokseen, jolloin munuaisen takaosaan muodostuu kovia valkoisia pesäkkeitä. Tauti sekoitetaan usein bakteeriperäiseen munuaistautiin, jossa munuaisen takaosassa todetaan myös pesäkemäisiä muutoksia.

Tauti heikentää kasvua, mutta kuolleisuus on yleensä vähäistä. Ylimääräinen stressi voi kuitenkin lisätä menetyksiä. Oireina voivat olla silmien pullistuminen ja vatsapuolen turpoaminen, mikä johtuu munuaisten vajaatoiminnasta.

Joissakin pohjoisen järvissä (mm. Kuusamon alueella) ja myös Perämeressä esiintyy siian virtsateissa runsaasti *Phyllodistomum*-imumatoa (noin 0,5 cm), jolloin virtsatiehyet näkyvät myös valkoisina kiemurtelevina nauhoina.

Hoito: Hoitotoimenpiteenä munuaisen kalkkeutumisessa on veden laadun parantaminen virttausta lisäämällä ja kalastoa harventamalla.



Kuva 8. Munuaisten kalkkeutumisesta kertovat vaaleat, mutkittilevat virtsatiehyet (Kuva Eija Rimaila-Pärnänen, Evira).

Kylkiuinti (Swimbladder stress syndrome)

Veden lämpötilan laskiessa syksyllä alle 5 °C:n saattaa nopeasti kasvaneilla kaloilla (esim. kirjolohi, siika, puronieriä) esiintyä ns. kylkiuintia. Kalalla on tällöin vaikeuksia säätää kaasun määrää uimarakossa. Syytä tähän ei varmuudella tiedetä, mutta oire liittyy usein liialliseen rasvoittumiseen. Usein uimarakon ja ruokatorven välinen tiehyt painautuu kasaan, jolloin ylimääräinen kaasu ei pääse purkautumaan pois. Hoitokeinoa ei tiedetä, mutta tilanne helpottuu, kun aineenvaihdunta vilkastuu lämpötilan kohotessa. Joillakin laitoilla tilanne on helpottunut, kun kaloja on siirretty syvempään altaaseen. Myös ruokinnan vähentäminen syksyllä hyvissä ajoin, ennen kuin veden lämpötila laskee lähelle nollaa, on vähentänyt ongelmia ainakin siian viljelyssä.

6. Kalan ravinto ja siihen liittyviä sairauksia

Kala saa ravinnosta energiaa ja rakennusaineita mm. uimiseen, kasvamiseen ja lisääntymiseen. Kala pilkkoo ravintoa pienempiin osiin, siirtää niitä ruuansulatuskanavasta verenkiertoon ja sitä kautta koko elimistöön. Kaikki ravinto ei imeydy suolesta, vaan osa poistuu kalasta ulosteiden mukana. Lämpötilan nousu lisää kalan aineenvaihduntaa ja siten sekä hapen että energian kulutusta. Ravinnon kulutus lisääntyy tiettyyn lämpötilaan asti, jonka jälkeen se vähenee lämpötilan lähestyessä tappavaa ylintä lämpötilaa. Hapen puute vaikuttaa kalojen kasvuun heikentämällä sekä rehunkäytön tehokkuutta että kalojen ruokahalua. Suhteellinen aineenvaihdunta ja siten myös ravinnonkulutus pienenevät kalan kasvaessa. Vaikka suuri kala syö enemmän kuin pieni, pienen kalan ruokintasuhde (% kalan painosta päivittäin) on suurempi.

Tärkeimmät kalan energian lähteet ovat rasvat, valkuaisaineet ja hiilihydraatit. Avainasemassa kalan hyvinvoinnissa ovat lisäksi vitamiinit, mineraalit ja hivenaineet, joita ilman kasvu pysähtyy ja seuraa puutosoireita usein vakavin seurauksin. Kaloja ruokitaan nykyään pääsääntöisesti tehdasvalmisteisilla, tutkituilla rehuilla, eivätkä ravintoperäiset sairaudet ole kovin yleisiä.

Ongelmia saattaa kuitenkin aiheutua esimerkiksi väärästä ruokintasuhteesta, mikä voi johtaa joko aliravitsemukseen tai ylikuokintaan. Aliravitsemuksen seurauksena kalojen yleiskunto heikkenee ja ne sairastuvat helpommin. Kriittisin vaihe on silloin, kun kalanpoikaset opettelevat syömään. Ruuan raekoon ja ruokinnan ajoituksen täytyy olla oikea ja veden virtauksen sellainen, että ruoka saavuttaa poikaset. Ylikuokinta voi taas johtaa hapenpuutteeseen varsinkin helteillä ja myös liialliseen rasvoittumiseen (ks. rasvat).

Ruokamyrkytyksiä lukuun ottamatta ravintoperäiset sairaudet ovat yleensä luonteeltaan kroonisia. Oireet ilmenevät pitkän ajan kuluessa, kun kala on ehtinyt kasvaa merkittävästi tietyllä ravinnolla. Starttivaiheen poikasilla oireet tulevat näkyviin melko nopeasti. Tavalliset oireet ovat lievä kuolleisuus, laihtuminen, huonontunut värin muuntelukyky ja muutokset etenkin maksassa, munuaisessa ja luustossa.

Mikäli epäilet rehuperäistä sairautta, toimi seuraavasti:

- vaihda rehu heti
- ota yhteyttä rehutehtaaseen
- säilö epäiltyä rehua pakastimeen

Rehua voi tutkituttaa Elintarviketurvallisuusvirasto Evirassa, joka vastaa rehuvalmisteiden viranomaisvalvonnasta. Siellä voi teettää tutkimuksia vakuustodistusten mukaisten ominaisuuksien täyttymisestä. Haluttaessa selvittää esimerkiksi vitamiinipitoisuuksia Evirassa tai yksityisissä laboratorioissa, kannattaa olla yhteydessä kalatautiasiantuntijaan. On esimerkiksi selvitettävä tarkasti, mitä analyyseja ko. laboratorioissa käytetään, jotta niitä voidaan verrata rehunvalmistajan ilmoittamiin tietoihin. Jokaisesta laitokselle saapuvasta rehuerästä on hyvä pakastaa muovipussillinen rehua mahdollisia ongelmatilanteita varten.

Valkuaisaineet

Valkuaisaineet (proteiinit) muodostuvat aminohapoista, joita kala tarvitsee kudosten ylläpitoon ja uusimiseen sekä uuden valkuaisaineen muodostamiseen. Kala käyttää aminohappoja myös energian lähteenä. 25 aminohaposta 10 on sellaisia, jotka kalan täytyy saada ravinnosta. Nämä ovat treoniini, leusiini, metioniini, lysiini, arginiini, valiini, isoleusiini, tryptofaani, histidiini ja fenyylialaniini. Hyvälaatuisten kalajauhojen aminohappokoostumus on useimmille lohikaloille sopiva. Yksittäisen aminohapon puutosoireita voi ilmetä, jos ravinnon valkuaisainetaso on lähellä kalan minimitarvetta ja/tai käytetään aminohappokoostumukseltaan huonosti sopivia valkuaisraaka-aineita (esim. kasvisvalkuaiset). Puutteet voidaan korjata joko käyttämällä rehussa aminohappokoostumusta täydentäviä raaka-aineita tai lisäämällä rehuun erillisiä aminohappoja.

Rasvat

Rasvat muodostuvat rasvahapoista, joita kalat käyttävät sekä energian lähteenä että kudosten rakenneaineina. Rasvaa tarvitaan myös rasvaliukoisten vitamiinien (A-, D-, E- ja K-vitamiini) ja lohikaloille tyypillisen punaisen värin antavan astaksantiinin imeytymiseen. Kalojen täytyy saada ravinnosta tiettyjä tyydyttämättömiä rasvahappoja. Lohikalat tarvitsevat ravinnossaan erityisen paljon monitydyttämättömiä nk. omega-3-rasvahappoja. Välttämättömien rasvahappojen liian vähäinen määrä tai puuttuminen ravinnosta huonontaa kalan kasvua ja heikentää kalaa, jolloin se on alttiimpi sairastumaan. Välttämättömien rasvahappojen puute aiheuttaa kirjolohelle huonontuneen kasvun lisäksi myös muita oireita, kuten eväkulumia. Lisäksi lihasten vesipitoisuus lisääntyy, veren hemoglobiinipitoisuus alenee, kalan valkuaisaine- ja rasvapitoisuudet pienenevät ja maksa rappeutuu.

Monitydyttämättömät rasvahapot hapettuvat eli härskiintyvät herkästi, ja siksi rehuihin lisätään antioksidantteja eli hapettumisen estoaineita (esim. E-vitamiini). Härskiintynyt rasva vioittaa maksaa, aiheuttaa anemiamia ja voi lisätä kuolleisuutta. Tärkeätä on varastoida rehu asianmukaisesti jääkaappilämpötilassa (0–8 °C) (ks. taulukko s. 34).

Hiilihydraatit

Hiilihydraatit ovat sokeriyhdisteitä, joita lohikalat eivät välttämättä tarvitse, mutta joista kalat saavat energiaa. Ylimääräinen imeytyvä hiilihydraatti varastoituu maksaan glykogeeninä. Glykogeenin kertyminen maksaan suurentaa maksan suhteellista kokoa, ja sen runsas esiintyminen häiritsee maksan aineenvaihduntaa. Maksan rakenne on hauras ja väri vaalea. Maksan glykogeenivarastot riippuvat rehun hiilihydraattipitoisuudesta ja vuodenajasta. Syksyllä maksan glykogeenivarastot ovat korkeimmillaan.

Vitamiinit

Vitamiinit ovat kaloille välttämättömiä orgaanisia yhdisteitä. Kalat eivät voi valmistaa vitamiineja elimistössään, joten niiden saanti on turvattava ravinnon kautta. Vitamiinit jaetaan rasva- ja vesiliukoisiin. Monien vitamiinien vaje voi aiheuttaa sairauksia, mutta toisaalta rasvaliukoisten vitamiinien yliannostus voi aiheuttaa myrkytystilan. Vitamiinipuutoksen yleisiä oireita ovat huono ruokahalu, kasvu ja rehunkäyttö sekä lisääntynyt kuolleisuus.

Rasvaliukoiset vitamiinit

A-, D-, E- tai K-vitamiinien puute voi aiheuttaa hidastunutta kasvua ja anemiamia. E-vitamiinia tarvitaan mm. rasva-aineenvaihdunnassa. A-vitamiinin puute aiheuttaa muutoksia silmän linssissä, D-vitamiinin puute luuston epämuodostumia ja K-vitamiinin puute veren hyytymiskyvyn heikentymistä (ks. taulukko s. 34).

Vesiliukoiset vitamiinit

C-vitamiini liukenee hyvin nopeasti veteen varsinkin pienirakeisesta rehusta. Vitamiinia häviää myös jonkin verran varastoinnin aikana, joskin nykyrehuissa C-vitamiini on varsin hyvin säilyvässä muodossa. Tuorerehusta C-vitamiini voi hävitä jopa päivässä. C-vitamiinin puutos aiheuttaa mm. selkärangan kehityshäiriöitä.

Muita tärkeitä vesiliukoisia vitamiineja ovat mm. koliini (tärkeä hermoston toiminnassa), inositol, B₁-vitamiini eli tiamiini (osallistuu sokeri- ja rasvahappoaineenvaihduntaan), B₂-vitamiini eli riboflaviini (osana vetyionien siirrossa), B₆- ja B₁₂-vitamiinit ja pantoteeni (osallistuu energian vapauttamiseen kaikista ravintoaineista) (ks. taulukko s. 34).

Kivennäisaineet eli mineraalit

Kivennäisaineet eli mineraalit ovat kaloille välttämättömiä epäorgaanisia alkuaineita, joita tarvitaan mm. luuston, entsyymien ja hormonien rakenneaineiksi. Kalat saavat osan mineraaleista suoraan vedestä, mutta osan saanti on turvattu ravinnon kautta. Joidenkin mineraalien pitoisuus kalassa on suuri (mm. kalsium ja fosfori) ja joidenkin hyvin pieni (mm. sinkki ja seleeni). Jälkimmäisiä kutsutaan hivenaineiksi. Makeassa vedessä kalat menettävät jatkuvasti ihonsa ja kidustensa kautta mineraaleja ympäröivään veteen. Merivedessä ne elävät mineraaliliuoksessa, josta helposti kulkeutuvien kivennäisaineiden vajoitus on täytettävissä.

Mineraalit, joilla on todettu selvä biologinen vaikutus joko sellaisenaan tai elimistössä sitoutuneina, ovat kalsium, koboltti, kupari, jodi, rauta, magnesium, mangaani, fosfori, kalium, seleeni, natrium, rikki, kloori, fluori, molybdeeni ja sinkki. Yleinen mineraalien puute ilmenee selkärankavaurioina ja kallon epämuodostumina, anemiana ja hidastuneena kasvuna. Raskasmetallit rauta, sinkki, kupari ja kadmium voivat muodostua ongelmaksi alueella, jossa näitä metalleja on paljon maa- tai kallioperässä. Pehmeä vesi yleensä lisää näiden aineiden myrkyllisyyttä (ks. taulukko s. 34).

Ravinnon saastuminen

Ravinnon mukana voi kalaan kulkeutua myös tarttuvan taudin aiheuttajia (viruksia, bakteereja, loisia ja sieniä). Pilaantunut rehu voi sisältää myös homesienten erittämää myrkkyä. Näistä on esimerkkeinä punahomesienen erittämä trikotekeeni, josta on Suomessakin kokemuksia. Toinen homebakteriiryhmä, aflatoksiinit, aiheuttavat maksakasvaimia, joita ei ole Suomesta raportoitu.



Kuva 9. M74-oireyhtymästä kärsiviä lohen ruskuaispussipoikasia (Kuva P.J. Vuorinen, RKTL).

Ravintoon liittyviä sairauksia

M74-oireyhtymä (tiamiinin puute ruskuaispussipoikasilla)

Taustaa ja oireita: M74-oireyhtymässä Itämeren luonnonlohiemojen mädistä kuoriutuvat poikaset sairastuvat ja kuolevat ruskuaispussivaiheessa. Kuivarehuruokinnalla olevilla lohilla ei M74-oireyhtymää todeta. Tyypillistä M74-poikasille on valopakaisuuden puute, passiivisuus ja kykenemättömyys orientoitua vesivirrassa. Selvästi havaittavia oireita ovat myös uinti- ja tasapainohäiriöt, spiraaliuinti, kouristelu sekä valkoisten saostumien kertyminen ruskuaiseen (Kuva 9). Pelkkien oireiden perusteella ei voi olla varma, että kyseessä on M74-oireyhtymä, mutta jos oireelliset poikaset vastaavat tiamiinikylvetyshoitoon hyvin, voidaan diagnoosi asettaa.

Kuolleisuus vaihtelee emokohtaisesti, mutta voi olla jopa 100 %. Emojen kyljellään uiminen ja mädin epätavallinen vaaleus usein ennakoivat kuolleisuutta ruskuaispussivaiheessa. M74-oireyhtymää on todettu Itämerellä luonnonlohikannoissa satunnaisesti 1970-luvulta alkaen, mutta 1990-luvun alusta lähtien kuolleisuus kasvoi voimakkaasti myös Suomen Tornion- ja Simojoen lohikannoissa sekä Kymijoen Nevan kantaa olevassa loheessa. Latvian Väinäjoen lohissa, jotka ruokailevat ennen jokeen pyrkimistään Riian lahdella, ei M74-oireyhtymää ole todettu.

2000-luvun aikana tiamiininpuutteen aiheuttama ruskuaispussikuolleisuus on ollut selvästi alhaisempaa kuin 1990-luvulla, RKTL:n monitoroinnin perusteella keskimääräinen ruskuais-

pussipoikaskuolleisuus on vuosina 2006–2010 vaihdellut 10:stä 26:een prosenttiin; vuonna 2010 se oli Tornionjoen ja Simojoen lohilla keskimäärin 13 %.

Tutkimuksissa on todettu, että M74-emokalat, näiden mäti ja kuoriutuvat poikaset kärsivät B₁-vitamiinin eli tiamiinin puutteesta. Tiamiinin puutteen taustalla on todettu olevan syönnösvaelluksen aikaisen ravinnon alhainen tiamiinimäärä. Etelä-Itämerelle vaeltavat merilohet syövät Selkämerelle jääviä enemmän nuoria kilohaileja ja ravinnosta saatava tiamiinipitoisuus jää liian pieneksi energian ja tyydyttymättömien rasvahappojen määrään nähden. Tämä johtaa tulevan emokalan nopeaan kasvuun ja alhaiseen tiamiinin saantiin ja sitä kautta alhaiseen tiamiinipitoisuuteen mädissä. Puutostilan kehittymiseen voivat vaikuttaa muutkin ravitsemukselliset tekijät, esimerkiksi tiamiinia hajottavan entsyymin, tiaminaasin, esiintyminen lohien saalisaloissa.

Hoito: M74-kuolleisuutta voidaan vähentää tiamiinikäsittelyin. Kun ongelma on yleinen ja alhainen tiamiinitaso emokalojen osalta on tiedossa ennen kutua, tiamiinihydrokloridia kannattaa antaa pistoksena nousulohille (ohje Evirasta). Jos ongelma havaitaan vasta kuoriutuvien poikasten kuolleisuutena, hoidetaan poikaset kylvettämällä ne tiamiinilla.

Tiamiinihydrokloridia liuotetaan 1 g litraan samaa vettä, jossa ruskuaispussipoikasia pidetään. Kun tiamiini on liennut (saattaa jäädä hieman liukenematta), säädetään liuoksen pH natriumbikarbonaatilla (ruokasooda, NaHCO₃) samaksi kuin veden alkuperäinen pH. Liuosta ilmastetaan vähintään tunnin ajan neutraloitaessa syntyneen hiilidioksidin poistamiseksi. Poikasia kylvetetään tässä liuoksessa 1–3 tuntia. Kylvetyksen aikana on vettä syytä hapettaa. Kylvetyksen jälkeen palautetaan veden virtaus haudonta-aseteille. Muitakin annoksia voidaan käyttää, mutta niistä kannattaa olla yhteydessä kalatauti-eläinlääkäriin. Kylvetyksellä on parasta tehdä silloin kun ensimmäisiä oireita havaitaan, ja yksi kylvetyksellä yleensä riittää. Jos oireet alkavat kylvetyksessä parvessa uudelleen, kylvetyksellä uusitaan. Tiamiinihydrokloridi on poikasille hyvin turvallista käyttää, kunhan huolehditaan kylvetyksveden pH:n säätelystä.

Maksan rasvarappeutuminen, “rasvamaksa” (LLD, liver lipid degeneration)

Oireet: Tauti kehittyy, jos kaloille syötetään härskiintyneitä rasvoja ja/tai rehussa on liian vähän hapettumisen estoaineita eli antioksidantteja. Maksa on turvonnut, pyörästynyt ja pronssin värinen, mikä johtuu maksasoluihin kerääntyneestä väriainesta. Samaa väriainetta voi kertyä myös sydämen lihassoluihin, jolloin se värjäytyy kellanruskeaksi. Maksan rasvarappeutuma taudissa kala on aneeminen, jolloin kasvu hidastuu.

Hoito: Pitkälle edenneeseen tautiin ei ole hoitoa, mutta lieviä tapauksia voidaan yrittää hoitaa vaihtamalla parempilaatuiseen rehuun. Asianmukainen rehun varastointi estää rasvojen härskiintymisen.

Botulismi

Botulismia aiheuttaa *Clostridium botulinum* -bakteerin erittämä hermomyrkkö. Tätä bakteeria esiintyy sekä maaperässä ja kaloissa, mutta myrkköä se tuottaa vain hapettomissa olosuhteissa. Botulismi voi siten olla vaarana, jos kuolleet kalat joutuvat altaassa hapettomaan tilaan. Mikäli altaan tai kassin pohjalle kerääntyy suuria määriä kuolleita, pilaantuvia kaloja, sinne saattaa syntyä hapettomia alueita. Bakteeri voi lisääntyä kuolleissa kaloissa, joita näykimällä

terveet kalat saattavat sairastua botuliinimyrkytykseen. Kalat kuolevat nopeasti ilman ulkoisia merkkejä. Vähän ennen kuolemaa voidaan nähdä tasapainohäiriöistä kertovaa kynttilä- (kala ”roikkuu” vedessä) tai kylkiuintia sekä kalojen vajoamista kylki edellä altaan pohjalle. Hoitona on kuolleiden kalojen nopea poisto.

Taulukko yleisimmistä ravintoperäisistä sairauksista ja todetuista syistä (Tacon 1992).
A=aminohappo, V=vitamiini, K=kivennäisaine, R=raskasmetalli

Sairaus/oire	Puute	Liiallinen määrä/myrkyllisyys
Selkärangan epämuodostumat (skolioosi ja lordoosi)	Tryptofaani (A) Magnesium (K) Fosfori (K) C-vitamiini Välttämättömät rasvahapot	Lyijy (R) Kadmium (R) Leusiini (A) A-vitamiini Härskiintynyt kalaöljy
Katarakti eli linssien samentuminen	Metioniini (A) Tryptofaani (A) Sinkki (K) Magnesium (K) Kupari (K) Seleen (K) Mangaani (K) A-vitamiini Riboflaviini (V)	Koliini (V) Härskiintynyt kalaöljy
Eväkulumat	Lysiini (A) Tryptofaani (A) Sinkki (K) Riboflaviini (V) Inositoli (V) Niasiini (V) C-vitamiini	Lyijy (R) A-vitamiini
Maksan rasvarappeuma eli ”rasvamaksa”	Koliini (V) Välttämättömät rasvahapot	Härskiintynyt kalaöljy
Silmien pullistuminen	Pantoteniinihappo (V) Niasiini (V) Foolihappo (V) A- ja E-vitamiini	Härskiintynyt kalaöljy
Evien ja ihon verenpurkaumat	Riboflaviini (V) Pantoteniinihappo (V) Niasiini (V) Tiamiini (V) Inositoli (V) C-, A- ja K-vitamiini	Härskiintynyt kalaöljy

7. Virustaudit

Virukset ovat taudinaiheuttajista pienimpiä. Yksi viruspartikkeli koostuu proteiini-kapselista, jonka sisällä on viruksen perintötekijät DNA:n tai RNA:n muodossa. Osalla viruksista on lisäksi lipideistä koostuva vaippa, joka on peräisin isäntäsolun kalvorakenteista. Virukset ovat yleensä pyöreäköjiä, halkaisijaltaan 20–300 nm (1 nm = 0,000 001 mm). Viruksia ei pysty näkemään tavallisella valomikroskoopilla, vaan siihen tarvitaan elektronimikroskoopi. Viruksia määritetään soluviljelmien avulla. Soluviljelmään lisätään virusta sisältävää kalan kudosta tai ruumiinestettä, ja seurataan viljelmän soluissa tapahtuvia muutoksia. Eri virukset tuhoavat tai muuttavat solukkoa eri tavalla. Virukset eivät voi lisääntyä itsenäisesti, vaan lisääntyminen tapahtuu elävässä solussa. Virus käyttää hyväkseen isäntäsolun fysiologiaa, solun jakautumiseen ja ylläpitoon liittyviä toimintoja. Virustyyppin mukaan ne voivat tuhota isäntäsolun tai saavat aikaan solujen kontrolloimattoman lisääntymisen, jolloin muodostuu kasvain.

Kaloista on löydetty useita viruslajeja, joista osa on vaarallisia taudinaiheuttajia, osa suhteellisen harmittomia “matkustajia”. Monien virusten taudinaiheuttamiskyky riippuu suuresti viruskannasta, kalalajista sekä kalan ja kalan ympäristön tilasta. Virusten aiheuttamat joukkokuolemat ovat melko harvinaisia luonnonkaloissa, mutta etenkin kalojen viljelyssä virustaudit voivat olla erittäin tuhoisia. Kalojen virukset eivät tartu ihmisiin.

VHS eli virusperäinen verenvuotoseptikemia

Aiheuttaja: VHS (Viral Haemorrhagic Septicemia) -taudin aiheuttaa rhabdovirus. Virus sietää huonosti happamia ja emäksisiä olosuhteita, mutta kuivuutta se kestää noin viikosta kolmeen viikkoon (4 °C). Hanavedessä (10 °C) virus säilyy 49 päivää ja mutaisessa vedessä (4 °C) kymmenen päivää. Pakkasessa virus säilyy useita vuosia. VHS-virus tuhoutuu muutamissa minuuteissa yli 50 °C lämpötiloissa.

Esiintyminen: Virusta on eristetty useista Euroopan maista, sekä myös Venäjältä ja Pohjois-Amerikasta. Pohjoismaista VHS-tautia on todettu Tanskassa, Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. Suomessa tauti todettiin ensimmäisen kerran vuonna 2000 Ahvenanmaan merialueella kirjolohia tuottavasta ruokakalalaitoksesta ja vain muutamia viikkoja myöhemmin Suomen etelärannikolta Pyhtäältä. Ahvenanmaalla tauti levisi nopeasti laajalle, ja rajoitusalue laajeni kattamaan koko Ahvenanmaan maakunnan merialueineen. Pyhtäälle asetettiin myös VHS-rajoitusalue. Vuonna 2003 VHS-tautia todettiin myös Uudenkaupungin lähellä sijaitsevalta kalanviljelylaitokselta. Jokaiselle kolmelle alueelle perustettiin VHS-taudin hävittämishjelma. Pyhtäällä ja Uudessakaupungissa taudinhävitystoimet onnistuivat ja Pyhtään rajoitusalue poistui vuonna 2005. Uudenkaupungin rajoitusalue poistui vasta vuonna 2011, koska tauti todettiin siellä uudelleen vuonna 2006.

Ahvenanmaan maakunta on tällä hetkellä ainoa alue pohjoismaissa, jossa VHS-tautia todetaan säännöllisesti. Norjassa VHS-tauti todettiin viimeksi vuonna 2007, jolloin kirjolohia ruokakalaksi kasvattavalta merilaitokselta löytyi tartunta. Laitoksen kalat hävitettiin ja laitos saneerattiin onnistuneesti. Uusia tautitapauksia ei sen jälkeen ole havaittu. Ruotsin länsirannikolla VHS on todettu neljään otteeseen, joista kolme samalta kirjolohilaitokselta vuosina



Kuva 10. Akuuttia VHS-tautia sairastavassa teuraskokoisessa kirjolohessa havaitaan runsaasti verenvuotoja vatsakalvolla, uimarakon seinämässä ja lihaksistossa. (Kuva Pia Vennertström, Evira).

1998, 2000 ja 2002. Nämäkin kalat hävitettiin ja lopulta laitos lopetti toimintansa, koska tartunnan lähteeksi osoittautuivat alueella kutevat sillit, jotka yhä uudelleen toivat tartunnan laitokselle. Tanskassa tautia on esiintynyt epidemioina 1950-luvulta lähtien, mutta aktiivisen vastustustyön tuloksena tauti on saatu hävitettyä.

VHS on pääasiassa kirjolohien tauti, mutta sitä on esiintynyt myös muilla lohikaloilla (taimen, siika ja harjus), piikkikampelalla sekä hauella. Kokeellisesti VHS on saatu tarttumaan 11 kalalajiin. Kaikkiaan VHS on todettu 63 eri kalalajista. VHS-virus on eristetty useamman kerran Itämeren pääaltaasta pyydystetyistä oireettomista kaloista, esim. silakasta sekä nahkiaisesta. Suomen aluevesiltä luonnonkaloista ja nahkiaisesta eristetyt VHS-viruskannat ovat olleet eri tyyppiä kuin kirjolohilaitoksilta eristetyt kannat.

Taudin kulku: VHS aiheuttaa tautia kaiken ikäisille kaloille, mutta pikkupoikasilla kuolleisuus on korkeinta ja voi nousta 100 %:iin. Vanhemmilla kaloilla kuolleisuus vaihtelee viruskannasta, kalan iästä ja olosuhteista riippuen muutamista prosenteista 70 %:iin. Tauti puhkeaa yleensä alle 15 °C:een lämpötilassa. Akuutisti sairastuneilla kaloilla oireet voivat olla melko vähäisiä lukuun ottamatta nopeasti kohoavaa kuolleisuutta. Kohonneen kuolleisuuden lisäksi kaloilla esiintyy apatiaa, ihon tummenemista, silmien pullistumista, verenvuotoja silmissä ja evien tyvissä. Pistemäisiä verenvuotoja todetaan usein kiduksissa, lihaksistossa, vatsakalvolla sekä



Kuva 11. VHS taudin akuutin vaiheen ohittanut kala, jolla voimakas anemia (vaaleat kidukset) sekä kuolioita maksassa. Verenvuotoja nähdään tässä vaiheessa vähemmän. (Kuva Hanna Kuukka-Anttila, Evira).

vastaontelon rasvassa sekä sisäelimissä (Kuva 10). Vatsaontelossa on myös usein nestettä. Ruskuaispussipoikasilla voi esiintyä myös verenvuotoja ruskuaisessa.

Akuutista vaiheesta selvinneissä kaloissa tauti muuttuu krooniseksi. Ne ovat vakavasti aneemisia sekä hyvin tummia, ja niiden silmät ovat pullistuneet (Kuva 11). VHS voi ilmetä myös kroonisenä hermostollisena muotona, jolloin oireet ilmenevät lähinnä epänormaaleina uintiliikkeinä, mutta kuolleisuus ei ole erityisen korkea. Vastaavia oireita voidaan havaita myös muiden tautien aiheuttamissa infektioissa, kuten esim. yersinioosissa, mutta jos oireita esiintyy viileässä, alle 15 °C:n vedenlämpötilassa, on ne aina selvitettävä mahdollisimman pian. Myös kylmän veden aikaan tapahtuvat kalojen käsittelyt, kuten siirrot ja lajittelut, saattavat laukaista VHS-taudin. Taudin itämisaika vaihtelee muutamasta päivästä pariin viikkoon, mutta voi olla useita viikkoja riippuen lämpötilasta ja kalojen yleiskunnosta.

Leviäminen: Sairaata ja oireettomia tautia kantavat kalat ovat merkittävimpiä VHS:n levittäjiä. Tartunta voi levitä kosketustartuntana (horisontaalisesti) veden, välineiden tai kalojen välityksellä. Virusta erittyy myös mätipussissa olevaan ovarionesteeseen, mutta mätimunana sisältä virusta ei ole löydetty. Tartuntalähteenä voi toimia siten mädin haudontavesi sekä sellaisten laitosten vesi, joissa virusta esiintyy. Mädin huolellinen desinfiointi estää kuitenkin taudin vertikaalisen siirtymisen emosta poikaseen.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Mikäli taudilta aiotaan välttyä, on laitokselle hankittavien kalojen ja mädin sekä myös laitokselle tulevan veden oltava viruksesta vapaata.

Tautiin ei ole pystytty kehittämään vielä tehokasta hoitokeinoa. Rokotteita on pitkään ollut kehitteillä, mutta niitä ei vielä ole saatavana kaupallisesti Euroopasta. VHS-taudista pääsee eroon vain hävittämällä kaikki kalat ja desinfioimalla koko laitos sekä pitämällä laitos tyhjiään kaloista vähintään kuusi viikkoa.

VHS-tauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin helposti leviävien tautien ryhmään muualla paitsi Ahvenanmaan maakunnassa, jossa tauti kuuluu valvottavien tautien luokkaan. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22). VHS-taudin esiintymistä valvotaan koko Euroopan yhteisön alueella.

IHN eli tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio

Aiheuttaja: IHN (Infectious Haematopoietic Necrosis) -taudin aiheuttaa rhabdovirus. Virus menettää aktiivisuutensa nopeasti happamissa olosuhteissa (pH 3), 60 °C:n lämmössä 30 minuutissa, mutta 10 °C:n ja 4 °C:n lämpötilassa viruksen on todettu elävän yli 36 viikkoa. Makeassa 15 °C vedessä viruksen on todettu elävän 25 päivää ja suolaisessa n. 12 päivää. Säilytys alle -20 °C:n lämpötilassa ei vähennä viruksen tartuntakykyä.

Esiintyminen: Tautia esiintyy lähinnä kirjolohen poikasilla ja muilla Tyynenmeren lohikaloilla sekä Atlantin lohella. Tartunta on havaittu myös taimenessa, nieriässä, harjuksessa, turskassa, sammessa, silakassa sekä hauessa. Nämä lajit eivät ole niin herkkiä taudille, mutta ne voivat kuitenkin toimia taudin kantajina. Tautia on todettu hyvin laajalti ympäri maapallon mm. Pohjois-Amerikasta, Etelä- ja Keski-Euroopasta, Kaukoidästä sekä Venäjän Karjalasta. Suomesta tautia ei ole todettu.

Taudin kulku: IHN on nuoria lohikaloja nopeasti tappava virustauti. Kuolleisuus saattaa alkaa äkillisesti kuoriutumisvaiheen jälkeen ja kestää aina kahden kuukauden ikään asti. Vanhemmat kalat kuolevat harvoin, mutta virus tarttuu kaikenikäisiin kaloihin, ja ne voivat toimia viruksen kantajina ja levittäjinä. Pikkupoikasille taudin on todettu aiheuttavan 80–90 %:n kuolleisuuden. Istutuskokoisten poikasten kuolleisuus ylittää harvoin 20–30 %. Kuolleisuus alkaa veden lämpötilan lähestyessä 10 °C:ta, alle 10 °C:ssa tauti pitkittyy ja muuttuu krooniseksi. Yli 15 °C:n lämpötilassa taudin aiheuttamat tappiot jäävät yleensä pieniksi ja tauti menee nopeasti ohi. Kalat ovat yleensä apaattisia, joskin hetkittäin saattavat olla ylivilkkaita, väri tummuu, kidukset vaalenevat ja silmät pullistuvat. Lisäksi kalat ovat aneemisia, vatsapuoli turpoaa ja peräaukosta riippuu usein vaaleanharmaa ulostenauha. Vertymiä havaitaan evien tyvellä ja ruumiinontelon kalvoilla. Suoli ja mahalaukku ovat laajentuneet ja sisältävät veristä limaa, kuten myös vastakuoriutuneitten poikasten ruskuaispussi.

Leviäminen: IHN-taudista selvinneet kalat voivat jäädä viruksen kantajiksi. Virusta voidaan eristää munuaisesta, pernasta, ulosteesta, virtsasta ja sukutuotteista. Virus voi siten levitä suorassa kalakontaktissa, mutta myös viruksella saastuneen veden, sukutuotteiden ja ulosteiden välityksellä. Viruksen kyvystä levitä vertikaalisesti (mätimunän sisällä), eli emokalasta desinfioidun mädin välityksellä poikaseen, kiistellään. Tällä hetkellä vertikaalista leviämistä pidetään harvinaisena ja epätodennäköisenä, mikäli mätä on oikeaoppisesti desinfioitu. Desinfioituakaan mätä ei saa siirtää IHN-positiiviselta laitokselta IHN-vapaalle alueelle.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Taudin torjunnassa on ennaltaehkäisy ainut keino säästyä taudilta. Virusta ei saa päästää laitokselle kalojen, mädin, veden tai työvälineiden mukana. Virusta ei voida hävittää sairaasta kalasta. Taudista eroon pääseminen vaatii koko laitoksen kalaston uusimisen.

IHN-virustauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin helposti leviävien tautien ryhmään. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22). IHN-taudin esiintymistä valvotaan koko Euroopan yhteisön alueella.

IPN eli tarttuva haimakuoliotauti

Aiheuttaja: IPN (Infectious Pancreatic Necrosis) -taudin aiheuttaa *Aquabirnavirus*. Viruksesta erotetaan seitsemän eri genoryhmää (1-7), joista 2, 3, 5, 6 ja 7 on todettu Euroopasta. Valtaosa Euroopan lohikaloista eristetyistä kannoista kuuluvat genoryhmiin 2 ja 5. Aikaisemmin IPN-kantoja jaoteltiin serologisesti kymmeneen serotyyppiin (WB, Sp, Ab, He, Te, Can 1-3, Ja sekä TV-1). Genoryhmään 2 sijoittuvat serotyyppiä Ab olevat kannat ja genoryhmään 5 Sp-serotyypin viruskannat. IPN-virus kestää hyvin happamia olosuhteita (esim. ruoansulatuskanava), kuivuutta (noin kaksi viikkoa), pakastusta (yli kaksi vuotta) ja säilyy makeassa ja merivedessä muutamista viikoista jopa yhteen vuoteen.

Esiintyminen: *Aquabirnavirus*-suvun viruksia on eristetty ympäri maailmaa erilaisista vesieläimistä: useista kalalajeista, simpukoista, kotiloista ja äyriäisistä (mm. ravuista). Useimmat näistä lajeista toimivat vain viruksen kantajina sairastumatta itse tautiin. Yleisesti maailmalla IPN-viruksiksi kutsutaan ainoastaan lohikaloista eristettyjä IPN-viruskantoja. IPN-taudiksi tulisi kutsua vain lohikaloissa IPN-viruksen aiheuttamaa sairautta. Suomesta IPN-virusta on todettu vuosittain merialueen kalanviljelylaitoksilta, ja viruskannat ovat enimmäkseen kuuluneet genoryhmään 2 ja 5. Sisämaassa IPN on tavattu vain harvoin ennen vuotta 2012, jolloin IPN-virusta löytyi viideltä sisämaan kalanviljelylaitokselta. Eristetyt kannat kuuluivat genoryhmään 2 ja vain kahdessa tapauksessa kaloissa havaittiin lieviä IPN-taudille tyypillisiä oireita ja kudosaivourioita. Kuolleisuus näissä tapauksissa oli hyvin vähäistä. Aikaisemmat merialueelta tehdyt eristykset on tehty oireettomista kaloista viruskartoitustutkimusten yhteydessä eikä kuolleisuutta ole todettu. Kalojen ikä, ylitiheys sekä epäedulliset ympäristöolosuhteet altistavat taudille.

Taudin kulku: Akuutti tauti iskee tavallisesti starttivaiheen poikasiiin. Kuolleisuus vaihtelee muutamista prosenteista jopa 90 % riippuen IPN-kannasta, kalalajista sekä kalan iästä. Herkkyys taudille alenee iän myötä, yli kolmen kuukauden ikäisissä poikasissa tauti harvemmin aiheuttaa kuolleisuutta. Norjassa kuitenkin myös 9–18 kuukauden ikäisiä lohismoltteja on kuollut IPN-tautiin mereen siirron jälkeen, enimmillään yli 10 %. Vanhemmat kalat voivat olla taudinkantajia mutta sairastuvat harvoin akuuttiin tautiin. Tauti voi myös esiintyä piilevänä ja joidenkin lähteiden mukaan IPN-tartunnan saaneen kalaparven vastustuskyky muita sairauksia vastaan on heikentynyt. Tauti puhkeaa yleensä veden lämpötilan ollessa 5–15 °C. Oireina ovat mm. kalojen tummuus, pullistuneet silmät, verenvuodot evien tyvellä ja haimassa sekä kierteinen uinti. Kalan maksa ja perna ovat kalpeita, ja sen vatsa ja suoli ovat täynnä limaa. Kala näyttää siltä, kuin se olisi niellyt pienen herneen. Tartunnan saaneen kalaparven kaloista IPN-viruksen kantajiksi jäävien kalojen osuus vaihtelee muutamista prosenteista lähes sataan.

Leviäminen: IPN-taudin tärkeimpiä levittäjiä ovat tautia kantavat kalat, jotka erittävät virusta ulosteiden mukana veteen. Virus leviää myös sukutuotteiden mukana, koska viruksen on todettu tunkeutuvan joko mätimunän sisälle tai kuoren sisään, jolloin desinfiointiaine ei pääse sitä tuhoamaan. Virusta voi esiintyä myös maidissa. Kalat voivat saada taudin myös infektoituneen ravinnon mukana. Kokeellisesti on voitu osoittaa, että mm. kana, pöllö, lokki ja minkki voivat levittää virusta ulosteissaan. Myös kalanviljely- ja kalastusvälineet, täkykalat, kalan kuljetustankit ja työvälineet ovat merkittäviä taudin levittäjiä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Ennaltaehkäisy on varmin keino säästyä IPN:n aiheuttamilta menetyksiltä. Emokalojen tulisi olla tutkitusti tautivapaita. Työvälineiden ja kaluston desinfiointi on suoritettava huolella aina laitos- ja merikontaktin yhteydessä. IPN-tautiin on olemassa rokotteita, mutta ne ovat ensisijaisesti tarkoitettu estämään smolttivaiheen kuolleisuutta. IPN-rokotteita ei ole markkinoilla Suomessa. Taudin haitallisuus vaihtelee olosuhteiden, kalalajin ja viruksen tyypin mukaan. Taudinaiheuttajan eliminoimiseksi emokalalaitoksesta on koko laitos tyhjennettävä ja desinfioidava ja viljely aloitettava uudelleen tutkitusti puhtaalla kalakannalla.

IPN-virustauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin kalatauteihin, valvottavien tautien ryhmään. Tautiepäilystä IPN-valvonta-alueilla tai vapaaehtoiseen IPN-valvontaohjelmaan kuuluvilla laitoksilla on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22).

SVC eli karpin kevätviremia

Aiheuttaja: Karpin kevätviremian (Spring Viraemia of Carp) aiheuttaja on rhabdovirus. Virus säilyy jokivedessä (10 °C) 5 viikkoa ja pohjamudassa 4-6 viikkoa. Virus on herkkä yleisesti käytössä oleville desinfiointiaineille ja tuhoutuu nopeasti happamissa ja emäksisissä olosuhteissa sekä yli 60 °C:n lämmössä kolmessa tunnissa. Pakastus ei tuhoa virusta.

Esiintyminen: SVC-virus aiheuttaa tautia useissa karpilajeissa ja mm. kultakaloissa. Myös särki, lahna, suutari, sorva, säynävä, toutain, sulkava, monni ja hauki voivat sairastua. Erityisesti alle vuoden ikäiset poikaset ovat herkkiä taudille, mutta kaikenikäiset kalat voivat sairastua. Tautia esiintyy yleensä 11–17 °C:n lämpötiloissa. SVC on yleinen Euroopan karpinviljely-alueilla sekä Venäjällä. Virusta on todettu myös Etelä- ja Pohjois-Amerikasta sekä Kiinasta. Suomesta SVC-virusta ei ole koskaan eristetty, vaikkakin täältä on löydetty SVC-viruksen lähisukulainen järvitaimenesta.

Taudin kulku: SVC-tartunta aiheuttaa kuolleisuutta lähinnä nuorille kaloille. Sairastuneet kalat ovat veltoja ja kerääntyvät altaan poistoputken suulle. Kaloilla on ongelmia tasapainon pitämisessä, ne uivat epänormaalisti esim. kyljellään. Kalojen silmät saattavat pullistua, kidukset ovat vaaleat ja niillä nähdään varsinkin taudin edetessä vaaleita kuolioita. Ihossa, evissä, peräaukossa, sisäelimissä ja lihaksistossa voi esiintyä verenvuotoja ja myös vastaontelossa on usein verensekaista nestettä. Perna on laajentunut, suoli saattaa olla tulehtunut ja peräaukosta riippuu limainen ulostenauha. Kuolleisuus vaihtelee kalojen iän sekä kalojen yleiskunnon mukaan muutamista prosenteista jopa 70 %:iin.

Leviäminen: Tauti leviää horisontaalisesti veden ja saastuneiden välineiden välityksellä. Tauti voi levitä myös vertikaalisesti mädin välityksellä. Sekä sairastuneet että taudista selvinneet kalat toimivat SVC-viruksen kantajina ja voivat levittää virusta.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Hoitoa taudille ei ole, joten ennaltaehkäisy on paras keino torjua tauti. Tartunnan vaikutukset voidaan minimoida nostamalla veden lämpötila yli 20 °C:een, jolloin tauti pysyy oireettomana. Lämpötilan nosto ei kuitenkaan poista virusta kaloista, välineistä tai ympäristöstä.

SVC-tauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin tauteihin, valvottavien tautien ryhmään. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22). SVC-taudin esiintymistä valvotaan koko Euroopan yhteisön alueella.

ISA eli tarttuva lohien anemia

Aiheuttaja: ISA (Infectious Salmon Anemia) -virus on orthomyxovirusiin kuuluva suurehko RNA-virus. ISA-virus on todettu useita erilaisia kantoja, joiden taudinaiheutuskyky vaihtelee. Paljon keskustelua on herättänyt terveistä kaloista eristetyt kannat, joita kutustaan HPR0-variantteiksi. Tutkijat ovat esittäneet, että ne ovat ISA-viruksen alkukantaisia muotoja, joista mutaation kautta on syntynyt taudinaiheuttamiskyvyltään voimakkaita kantoja. Näitä HPR0-variantin kantoja eristetään yleisesti merilohien kiduksilta esimerkiksi Färsaarilta. HPR0-kantojen merkityksestä kiistellään ja niitä on yritetty eriyttää ISA-tautia vastustustavasta lainsäädännöstä, mutta toistaiseksi nekin kuuluvat kansainvälisesti vastustettavien tautien listoille. Virus tuhoutuu sekä alhaisessa että korkeassa pH:ssa ja muutamassa minuutissa yli 55 °C:n lämpökäsittelyssä. Virus säilyy hyvin alhaisissa lämpötiloissa, 4 °C:ssa vähintään 14 vuorokautta, 15 °C:ssa 10 vuorokautta ja jäätyneenä kuukausia.

Esiintyminen: ISA-viruksen on todettu aiheuttavan vakavan yleistulehduksen ainoastaan Atlantin lohella. Virusta on kuitenkin todettu myös meritaimenesta ja kirjolohesta, jotka toimivat taudinkantajina mutta eivät itse sairastu ISA-tautiin. Merilohta ja meritaimenta pidetään ISA-viruksen luonnonvaraisena lähteenä. ISA-viruksen aiheuttamaa tautia on todettu vain merialueelta, mutta virusta on löydetty myös ruskuaispussipoikasilta, ja tauti on saatu kokeellisesti puhkeamaan helposti makeassa vedessä. Virus on myös onnistuttu tartuttamaan sekä silliin että turskaan, joten ei ole mahdotonta, etteikö tautia voitaisiin todeta myös Itämerestä esim. silakasta. Kokeellisesti ISA-virus on saatu tarttumaan useaan Tyynenmeren lohilajiin, mukaan lukien kirjolohi, mutta ne eivät ole sairastuneet ISA-tautiin. Kirjolohessa on havaittu ISA-taudin oireita parissa infektiokokeessa, jossa käytettiin erittäin suurta virusannostusta.

Tauti aiheutti vakavia ongelmia Norjan lohiteollisuudelle 1990-luvun vaihteessa, jolloin tautia todettiin jopa 80 laitoksella vuosittain. Laajojen taudinvastustustoimien jälkeen tautia tavataan nyt vuosittain vain yksittäisillä laitoksilla. ISA-tautia todettiin vuosina 1997–2000 Färsaarilta, Skotlannista ja Pohjois-Amerikan itärannikolta, mutta vuoden 2008 jälkeen tautia ei ole näissä maissa todettu. Tosin kiduksilta eristettyjä HPR0-variantin kantoja raportoidaan yleisesti Färsarilta ja ajoittain myös Skotlannista, mutta ne eivät aiheuta viranomaistoimenpiteitä. ISA on raportoitu kirjolohista Irlannista vuonna 2002. Chilessä ISA aiheutti lohiteollisuuden romahduksen vuonna 2008. Tautia ei ole todettu Suomesta.

Taudin kulku: ISA-virus voi aiheuttaa pitkällä aikavälillä jopa 90 %:n kuolleisuuden Atlantin lohella kasvattavissa kalanviljelylaitoksissa, mutta päivittäinen kuolleisuus ylittää harvoin 0,1 %. Virus aiheuttaa solutuhoa verisuonten seinämissä, mistä seuraa verenvuotoja eripuolille elimistöä. Akuutissa tautimuodossa kalat ovat apaattisia, kidukset ovat vaaleat, silmissä ja ihossa todetaan verenvuotoja, silmät pullistuvat ja suomutaskut ovat nesteen turvottamat..

Taudin edetessä tyypillisimmät muutokset ovat tumma maksa, tumma suolenseinämä suoliston alkupäässä johtuen suolenseinämän verenvuodoista, verenvuotojen turvottama munuainen ja vaaleat kidukset. Anemia on niin voimakasta, että veri muuttuu vetiseksi. Taudin kroonistuessa anemia voi olla lievempi ja maksa kellertävä.

Leviäminen: ISA-virus voi levitä veden, kalan, kalajätteiden sekä ihmisen toiminnan välityksellä laajoille alueille. Taudin jälkeen osa kaloista jää viruksen kantajiksi. Taudin itämisaika voi olla viikkoja, joten virus saattaa ennen varsinaisen taudin puhkeamista levitä saman laitoksen alueella tai sen ulkopuolelle. Taudin kantajina voivat toimia mm. meritaimen, Tyynenmeren lohet mukaan luettuna kirjolohi, järvitaimen, harjus, silli ja turska.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Kuten muidenkin virustautien kohdalla avainasemassa on taudin tehokas torjunta esim. välttämällä kalojen siirtoja ja stressiä sekä ylläpitämällä korkeatasoista laitoshygieniää. Lääkkeitä tai rokotteita ei tautiin ole. Taudin puhjetessa ainoa vaihtoehto on laitoksen tyhjentäminen ja saneeraus.

ISA-tauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin helposti leviävien tautien ryhmään. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22). ISA-taudin esiintymistä valvotaan koko Euroopan yhteisön alueella.

Lohikalojen alphavirustartunnat, PD (pancreas disease) ja SD (sleeping disease)

Aiheuttaja: SAV (salmonid alphavirus) on togaviruksiin kuuluva RNA-virus, josta on todettu kuusi eri alatyyppejä (SAV 1-6). Kaikki alatyypit aiheuttavat Atlantin lohelle PD (pancreas disease) -taudin, mutta ainoastaan SAV-2 ja SAV-3 on todettu aiheuttavan tautia kirjolohelle. SAV-2 aiheuttaa kirjolohelle SD (sleeping disease) -taudin. Alphavirukset ovat herkkiä tavanomaisille desinfiointiaineille, eivätkä ne siedä matalia ja korkeita pH-arvoja tai korkeita lämpötiloja. Virus säilyy kuitenkin vesiympäristössä jopa 2 kk (4 °C), ja on viitteitä siitä, että esim. kalatäit voisivat toimia taudin levittäjinä alueella, jossa esiintyy alphavirusta.

Esiintyminen: SAV-2 on todettu Ranskasta, Italiasta, Espanjasta, Saksasta, Englannista ja Skotlannista. SD-tauti on mm. Ranskassa endeeminen ja aiheuttaa haittaa 30–40 %:lle kirjolohituotannosta. SAV-2 ja 3 on löydetty sekä sisävesistä että merestä niin kirjolohilta kuin myös Atlantin lohelta. PD-tauti on Irlannissa, Skotlannissa ja Norjassa aiheuttanut merkittäviä tappioita lohiteollisuudelle. Norjassa PD-tauti nostettiin vastustettavaksi taudiksi 2007 sen räjähdysmäisen leviämisen takia. Norjassa on todettu vain SAV-3, ja se on siellä aiheuttanut tautia myös kirjolohissa vaikkakin lievempänä kuin merilohessa. SAV 1 sekä 4–6 on todettu vain Irlannin ja Skotlannin merialueen merilohista.

Taudin kulku: SD-tauti aiheuttaa kirjolohille jopa 22 %:n kuolleisuuden kun taas PD-tauti tappaa jopa puolet Atlantin lohista. Eri viruskantojen kyky aiheuttaa tautia vaihtelee kalalajin ja muiden stressitekijöiden mukaan. SAV-tartunnat aiheuttavat pitkään jatkuvaa kuolleisuutta, ja kroonista tautia sairastavat kalat jäävät kitukasvuiksi. Akuutteja korkeita kuolleisuuspiikkejäkin voi esiintyä. Tautia esiintyy kaikissa tuotantovaiheissa, ts. tappiot eivät liity tiettyyn ikään. SAV-virukset aiheuttavat haimakudoksen kuolion ja voimakkaan lihas- ja sydäntulehduksen. SD-tautia sairastavat kirjolohet makoilevat kassien tai altaiden pohjalla kuin olisi-

vat nukahtaneet. Akuutit taudinpurkaukset esiintyvät yleisimmin veden lämpötilan ollessa 8–15 °C ja krooniset alle 8 °C:n lämpötiloissa.

Leviäminen: Virus voi levitä kalasiirtojen, veden ja ihmisen toiminnan mukana. Taudin leviämistapoja tutkitaan edelleen aktiivisesti ja varsinkin vedenvirtaukset ja lohityöt ovat viime aikoina saaneet suurta huomiota tartuntaa levittävinä tekijöinä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Taudille ei löydy hoitoa, joten tartunnan saamisen välttäminen on ainoa tapa estää taudin aiheuttamia tappioita. Taudin varhainen toteaminen laitoksella on hyvin tärkeää, jotta tartunnan leviämistä muihin laitoksiin voidaan estää.

PD- ja SD-taudit kuuluvat Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin valvottavien tautien ryhmään. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22).

Muita virustauteja, joita ei ole Suomesta todettu

CMS (Cardiomyopathy syndrome) on krooninen virustauti Atlantin lohella Norjassa ja Skotlannissa. Taudin aiheuttaa totivirus, joka osoitettiin CMS-taudin aiheuttajaksi vuonna 2010. Virus aiheuttaa kalalla sydänlihaksen- ja luurankolihas-tulehduksen, joka ilmenee tyypillisimmillään parhaiten kasvaneissa teuraskokoisissa kaloissa, jotka äkillisesti kuolevat. Taudin aiheuttamien tappioiden arvo Norjassa on arvioitu olevan 4.5–8.8 miljoonaa euroa vuodessa.

HSMI (Heart and skeletal muscle inflammation) on virustauti, jonka aiheuttajan uskotaan olevan piscine reovirus (PRV). Taudissa havaitaan vastaavia lihastulehduksia kuin PD-taudissa, mutta taudin kulku on erilainen. Tautia todetaan Norjassa, Skotlannissa ja Chilessä Atlantin lohella yleensä 5-9 kuukautta merelle siirron jälkeen. Tauti aiheuttaa keskimäärin 20 %:n kuolleisuuden.

VEN (Viral Erythrocytic Necrosis) -taudin aiheuttavan viruksen uskotaan kuuluvan iridovirusiin. VEN aiheuttaa yleensä varsin vähäistä kuolleisuutta, jos olosuhteet ovat hyvät. Viruksen arvellaan levinneen ympäri maapalloa. Tauti esiintyy yleisimmin talvella ja keväällä veden lämpötilan ollessa alle 20 °C.

EIBS (Erythrocytic Inclusion Body Syndrome) on todettu Atlantin lohella Pohjois-Amerikan länsirannikolla, Norjassa ja Irlannissa. Tauti puhkeaa yleensä merelle siirron yhteydessä ja se hidastaa kasvua ja heikentää kalan vastustuskykyä.

VER-tautia (Viral Encephalopathy and Retinopathy) on todettu yli 20 viljellyssä kalalajissa ympäri maapallon. Taudinaiheutaja on nodavirus. Kuolleisuus vaihtelee 15:n ja 50 %:n välillä veden lämpötilasta ja kalalajista riippuen, useimmiten ainoastaan vastakuoriutuneilla ja hieman vanhemmilla poikasilla. Nodavirus on aiheuttanut kuolleisuutta ruijanpallas- ja piikkikampelalaitoksilla Norjassa ja Skotlannissa sekä meribassissa Välimeren rannikolla. Näissä lajeissa taudin oireina ovat poikasten ruokahaluttomuus, muutokset värityksessä sekä uimarakon liika täyttyminen. Virus aiheuttaa aivojen, selkäytimen ja silmän värikalvon rappeutumista.

Oncorhynchus masou -virus (OMV) kuuluu herpesvirusiin ja aiheuttaa kirjolohella ja muissa *Oncorhynchus*-suvun kaloissa kasvainmaisia muodostumia leukoihin ja satunnaisesti muualle ihon pinnalle. Taudilla on myös akuutti muoto, joka tavallisimmin puhkeaa ennen

smoltivaihetta viileässä vedessä. Neljä kuukautta myöhemmin alkaa esiintyä edellä mainittuja kasvaimia tai haavaumia ihossa. OMV-tauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin valvottavien tautien ryhmään. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22).

EHN (Epizootic Haematopoietic Necrosis) -taudin aiheuttaja kuuluu iridovirusiin ja aiheuttaa varsin korkeaa kuolleisuutta sekä ahvenelle että kirjolohelle. Tauti puhkeaa lähinnä kesän vanhoissa kirjolohen poikasissa huonoissa olosuhteissa. Tautia on todettu ainoastaan Australiassa. Lähisukuiset iridovirukset ECV ja ESV aiheuttavat kuolleisuutta Euroopan alueella monnissa. EHN-tauti kuuluu Suomessa eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin vaarallisten tautien ryhmään. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22).

Sampien virustaudit. Sammilla on kuvattu useita eri virusten aiheuttamia infektiota, joista adenovirukset ja herpesvirukset ovat aiheuttaneet eniten tappioita maailmalla. Sammet voivat myös toimia mm. IHN- ja koikarpin herpesvirus (KHV) -tautien kantajina.

8. Bakteeritaudit

Bakteerit muodostuvat yhdestä solusta ja lisääntyvät jakautumalla. Ne ovat kooltaan yleensä 0,1–20 µm (1 µm = 0,001 mm). Bakteerit voidaan luokitella muodon mukaan (kokki, sauva, vibrio, spirilli ja spirokeetta) sekä biokemiallisten ominaisuuksien perusteella. Lajin määrityksessä bakteeria viljellään elatusainemaljalla, jolle muodostuneita pesäkkeitä käytetään jatkotutkimuksissa.

Tähän mennessä on löydetty noin 25 bakteerisukua, jotka ovat vahingollisia makean veden ja/tai meriveden kaloille. Eri bakteerilajien ja myös saman lajin eri kantojen taudin aiheuttamiskyky vaihtelee suuresti. Useita bakteereja voidaan todeta yleisesti esim. vedestä, pohjamudasta tai kalojen pinnalta, ja ne aiheuttavat taudin vain tietyissä olosuhteissa. Näitä ovat esimerkiksi *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas*-lajit, *Vibrio anguillarum* ja *Flavobacterium* -lajit. Bakteri-infektiot voivat johtaa suuriin menetyksiin kalaparvessa. Baktereiden aiheuttamat kalakuolemat voidaan usein yhdistää kalalle epäedullisiin ympäristöoloihin. Näitä ovat mm. veden huono laatu, nopeat lämpötilan vaihtelut, korkea lämpötila ja kalanviljelyssä monet muut stressitekijät, kuten kalojen ylitiehyys, kalojen käsittelyt ja mekaaniset vauriot.

Bakteeritautien oireet ovat samankaltaisia: huono ruokahalu, verenvuodot iholla ja sisäelimissä, kalan tummuminen, silmien pullistuminen sekä vatsapuolen turpoaminen merkinä munuaisen vajaatoiminnasta. Taudin määrittäminen tehdään oireiden, ruumiinavauksessa todettujen muutosten ja bakteerieristysten perusteella. Kalojen bakteerit eivät tartu ihmisiin.

Paisetauti eli furunkuloosi (ASS)

Aiheuttaja: Paisetaudin aiheuttaja on gram-negatiivinen sauva, *Aeromonas salmonicida* ssp. *salmonicida* (ASS). ASS-bakteerin on todettu säilyvän elävänä murto- ja makeassa vedessä 15 vrk (20 °C) – 50 vrk (4 °C) ja merivedessä noin viikon, jäätyneessä kalassa (-10 °C), kuolleessa kalassa ja kosteassa maassa noin kuukauden sekä kuivissa tai kosteissa verkoissa noin viikon.

Esiintyminen: Paisetautia esiintyy kalanviljelylaitoksissa eri puolilla maapalloa, lähes kaikkialla, missä lohikaloja viljellään. Suomessa tauti todettiin ensimmäisen kerran 1986. Tautiin sairastuminen vaihtelee bakteerikannan ja kalalajin mukaan. Taudin aiheuttaja on eristetty myös monista luonnonkalalajeista. Kirjallisuudessa on monia esimerkkejä lohikalojen paisetautiepidemioista luonnossa sekä makeassa että meri- ja murtovedessä.

Taudin kulku: Paisetautia esiintyy kaiken ikäisillä kaloilla. Tauti puhkeaa yleensä veden lämpötilan noustessa yli 10 °C:n ja huonoissa olosuhteissa, kuten suurissa kalatiheyksissä ja alhaisissa happipitoisuuksissa. Pienet kalat voivat kuolla äkillisesti bakteerin aiheuttamaan verenmyrkytykseen ilman selviä näkyviä ulkoisia oireita. Isommilla kaloilla oireet vaihtelevat: kalat ovat tummia, ne eivät syö, evien tyvillä, kiduksilla ja sisäelimissä esiintyy verenvuotoja ja perna sekä munuaiset ovat suurentuneet. Kroonista tautia esiintyy yleensä vain vanhemmilla kaloilla, joiden tyypillisimmät oireet ovat kalan lihaksistoon muodostuvat veriset kuoliopesäkkeet. Nämä sisältävät bakteereja ja kudosten hajoamistuotteita. Mikäli pesäke puhkaisee ihon, on siitä valuva neste pahin taudin levittäjä. Hoitamattomana paisetauti voi johtaa suureen kuolleisuuteen kaikenikäisillä kaloilla (Kuva 12, Kuva 13).

Leviäminen: Tärkeimmät taudin levittäjät ovat sairaat kalat sekä oireettomat taudinkantajat. Näillä bakteeria esiintyy mm. kiduksissa, ihossa, sydämessä, etumunuaisessa, maksassa ja suolistossa. Tauti on yleensä piilevä alhaisissa veden lämpötiloissa. Bakteeria esiintyy myös mätijyvän pinnalla, joten mäti voi toimia taudin levittäjänä, ellei sitä desinfioida. Lisäksi vesi ja työvälineet saattavat toimia paisetaudin levittäjinä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Koska tärkeimmät paisetaudin levittäjät ovat tautia kantavat kalat ja mäti, tulisi tutkimuksin varmistua, että kalojen tai mädin hankintapaikassa ei esiinny paisetautia. Mädin puhtaus voidaan varmistaa desinfioimalla se jodipitoisella aineella. Vedestä bakteeri on mahdollista tuhota mm. otsonoinnilla, UV-sädetyksellä ja kloorauksella. Välineiden välityksellä tapahtuva leviäminen estetään huolellisella desinfioinnilla.

Paisetaudin ennaltaehkäisyyn on kehitetty tehokkaita rokotteita, joita saa eläinlääkärin kautta (ks. luku 15). Paisetaudin ennaltaehkäisyssä on tärkeätä pitää kalojen elinolosuhteet hyvinä.

Puhjennutta tautia voidaan hoitaa antibiooteilla, jotka annetaan rehuun sekoitettuna. Paisetautibakteeri kehittää nopeasti antibiooteille vastustuskykyisiä (resistenttejä) kantoja. Bakteeriviljelyllä ja siitä tehtävillä herkkyyskokeilla voidaan varmistua antibioottien tehosta. Taudin puhjettua tulee kerätä kuolleet tai kuolemaisillaan olevat kalat nopeasti pois ja hävittää ne asianmukaisesti.

Paisetauti kuului aikaisemmin vastustettaviin tauteihin tietyillä alueilla, mutta vastustuksesta luovuttiin vuonna 2008, koska tautia vastaan on olemassa tehokkaita rokotteita. Paisetautisten kalojen istutuksilla ei kuitenkaan saa aiheuttaa istutuspaikan läheisyydessä tai alapuolisessa vesistöissä olevan kalanviljelylaitoksen tautivaaraa.



Kuva 12. Paisetauti aiheuttaa emokaloilla usein verestystä varsinkin rintaevän tyvellä (Kuva Perttu Koski, Evira).



Kuva 13. Paisetaudin aiheuttama yleistulehdus, josta merkinä pistemäiset verenvuodot kalan sisäelimissä (Kuva Pia Vennerström, Evira).

Epätyypillinen *Aeromonas salmonicida* (esim. ASA)

Aiheuttaja: Meillä ASA-taudiksi on nimetty sairaus, jonka aiheuttaja kuuluu samaan ryhmään kuin muut biokemiallisesti varsinaisesta paisetauti-bakteerista poikkeavat *Aeromonas salmonicida* -kannat.

Esiintyminen: Suomessa ASA-taudille herkkiä kalalajeja ovat harjus, nieriä, taimen ja lohi, mutta tautia on todettu myös kirjolohilla. ASAa tai ASA-tyyppistä tautia on todettu lohikaloilla ympäri maailmaa, myös kaikissa Pohjoismaissa. ASA-bakteerin esiintymistä luonnossa pidetään yleisenä, vaikka siitä ei ole tehty Suomessa tutkimuksia. Kalanviljelylaitoksissa tautia on todettu vuodesta 1982 lähtien joka puolella Suomea sekä sisävesissä että rannikkoalueella. Muita epätyypillisiä *Aeromonas salmonicida* -kantoja on eristetty Suomessa vuodesta 1987 lähtien.

Taudin kulku: ASA-tauti voi esiintyä piilevänä pitkiäkin aikoja, mutta ulkoiset häiriötekijät, kuten kalojen käsittely, veden lämpötilan nousu ja veden laadun heikkeneminen, edesauttavat taudin puhkeamista. Sen ensioireina todetaan suomujen irtoaminen ja sitä seuraavat ihotulehdukset. Evien pehmeät osat kuluvat varsinkin selkäevästä. Taudin aiheuttamat vauriot sisäelimissä ovat yleensä lieviä. Kuolleisuus ASA-tautiin voi olla jopa 50 %. Taudista selvinneillä kaloilla on todettu mm. kasvun heikkenemistä (Kuva 14).

Leviäminen: Luonnonkalojen osuutta ASA-taudin levittäjinä on vaikea arvioida, koska asiaa ei ole meillä tutkittu. Todennäköistä kuitenkin on, että kalojen kuljetukset laitoksesta toiseen ja vesistöstä toiseen ovat edesauttaneet taudin leviämistä Suomessa.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Ennen kun uusi kalaerää otetaan laitokselle, on alkuperälaitoksen tautihistoria syytä selvittää. Kalan elinympäristön puhtaus, kalojen hyvä kunto ja häiriötekijöiden välttäminen ehkäisevät piilevän taudin puhkeamisen. Koska häiriötekijöiltä ei aina voida kokonaan välttyä, on esim. istutustoiminnassa kalojen hyvä hoito myös piilevää ASA-tautia ajatellen tärkeitä. ASA:n hoidossa on käytetty antibioottirehua, ja hoidon tulos on yleensä ollut hyvä.



Kuva 14. Meillä ASA-taudiksi nimetty sairaus ilmenee haavaumina kalan ihossa (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).

Yersinioosi ja ERM-tauti (Enteric Red Mouth)

Aiheuttaja: Yersinioosin ja ERM-taudin aiheuttaa suolistobakteereihin kuuluva *Yersinia ruckeri*, joka on gram-negatiivinen sauva. Bakteerista on eristetty useita tyyppejä, joiden taudinaiheuttamiskyky vaihtelee riippuen bakteerikannasta, kalalajista ja kalan vastustuskyvystä.

Esiintyminen: Ennen vuotta 1981 ERM tunnettiin vain Pohjois-Amerikassa ja Australiasa, mutta sen jälkeen tauti todettiin Ranskassa ja muutaman vuoden sisällä monissa muissa Euroopan maissa, myös kaikissa Pohjoismaissa. Vuosituhannen vaihteen jälkeen Suomessa todettiin uusia *Yersinia ruckeri* -kantoja, jotka aiheuttivat korkeaa kuolleisuutta merialueen kalankasvattamoissa. Kannat eroavat aikaisemmin lähinnä sisävesistöistä eristetyistä kannoista sekä perimältään että diagnostisissa testeissä. Merellä esiintyvien *Y. ruckeri* -kantojen aiheuttama tauti poikkeaa Euroopassa aikaisemmin yleisesti esiintyvistä ERM-taudista ja sitä kutsutaan yersinioosiksi. Suomen sisävesialueelta *Y. ruckeri* -bakteeria on eristetty sekä luonnonkaloista (ahven, särki, siika) että kalanviljelylaitoksilta, erityisesti siiasta ja lohesta. Sisävesialueiden kannat vaikuttavat tosin olevan taudinaiheuttamiskyvyltään heikompia kuin merialueella esiintyvät kannat.

Taudin kulku: Yleisinfektiona yersinioosi tai ERM on krooninen tauti, joka aiheuttaa tavallisesti jatkuvaa vähäistä kuolleisuutta. Tauti voi puhjeta, jos kroonisesti sairaita kaloja stressataan käsittelyllä tai veden happipitoisuus on alhainen tai jokin muu ympäristötekijä



Kuva 15. *Yersinia ruckeri* -tartuntaa (ERM) sairastavia siianpoikasia, joilla on runsaasti pistemäisiä verenvuotoja ruumiinontelon rasvassa (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).

muuttuu kalalle epäedulliseksi. Tosinaan myös vasta syömään totuttelevat poikaset saattavat sairastua *Y. ruckeri* -tartuntaan. Akuutin taudin alkuvaiheessa kalat muuttuvat apaattisiksi ja aneemisiksi. ERM-taudille on ominaista myöhemmin suussa ja suun ympärillä esiintyvät ihonalaiset verenvuodot. Näitä ei Suomesta ole juuri todettu, ei myöskään yersinioosissa. Suomen *Y. ruckeri* -tartunnoille ja yersinioosille tyypillisempää on runsaat pistemäiset verenvuodot eri puolilla elimistöä, kuten ihossa, silmissä, evissä, kiduksilla ja sisäelimissä varsinkin uimarakossa ja lihaksistossa (Kuva 15). Perna on turvonnut ja hauras. Silmät saattavat pullistua, niissä saattaa esiintyä verenvuotoja ja ne saattavat olla jopa puhjenneita. Suolen loppuosa on tulehtunut ja kellertävän, paksun nestemäisen sisällön täyttämä. Mikäli yersinioosia kantavaa kalapopulaatiota stressataan, voi piilevä tartunta puhjeta ja kuolleisuus nousta hyvinkin suureksi, jopa 75 %:iin.

Leviäminen: Tauti tarttuu kalasta toiseen suorassa kontaktissa ja veden välityksellä. Bakteeria alkaa erittyä kalan ulosteiden mukana suuria määriä, kun kalan elinolosuhteet heikkenevät. Luonnonkalat voivat kantaa ja levittää bakteeria, ja ne saattavat ylläpitävät tartuntaa ja tehdä taudista eroon pääsemisen hyvin vaikeaksi.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Yersinioosia ja ERM-tautia vastaan on olemassa tehokkaita rokotteita. Varminta on selvittää alkuperälaitoksen tautihistoria ja tutkituttua laitokseen tuotavat kalaerät taudin varalta, jotta voidaan estää taudin leviäminen laitokseen. Merialueella tauti on laajalle levinnyt ja yleinen. Mädin mukana ei bakteerin ole osoitettu leviävän, mutta varmuuden vuoksi

täytyy mästi desinfioida. Taudin puhjettua hoitona käytetään antibiootteja, mutta tauti uusiutuu helposti kalaparvessa muutaman viikon kuluttua antibioottihoidon lopettamisen jälkeen.

BKD eli bakteriperäinen munuaistauti (Bacterial Kidney Disease)

Aiheuttaja: BKD:n aiheuttaa gram-positiivinen, liikkumaton sauva, *Renibacterium salmoninarum*. Sen on todettu elävän steriilissä jokivedessä n. 28 päivää. Altaan pohjamudasta on todettu pieniä määriä bakteereja vielä 21 päivää sen jälkeen, kun viimeinenkin kala oli kuollut.

Esiintyminen: Tautia esiintyy laajalti Euroopassa, USA:ssa ja Japanissa villeissä ja viljeltyissä lohikaloissa sekä myös muissa luonnonkaloissa. BKD:ta on todettu myös Suomesta, sekä makeassa että merivedessä, pääosin kirjolohesta.

Taudin kulku: BKD on yleensä krooninen tauti, joka vaivaa sekä pieniä että isoja kaloja. Tauti kehittyy hitaasti. Tyypillisiä oireita ovat kalojen heikentynyt kasvu ja jatkuva vähäinen kuolleisuus. Tappiot ovat yleensä suurimmat sukukypsillä kaloilla. Oireet vaihtelevat, mutta yleensä kala on aneeminen, iho on tumma, vatsa on turvonnut ja silmät pullistuneet. Avatussa kalassa huomataan munuaisessa vaaleahkoja pesäkkeitä, mutta niitä saattaa esiintyä myös maksassa ja pernassa (Kuva 16). Alhaisissa lämpötiloissa (8 °C) voi munuainen olla kokonaan vaalean eritekalvon peitossa. Munuaiskudosta saattaa tuhoutua laajasti, mikä heikentää kalan eritystoimintaa ja veren muodostusta. Taudin akuutissa muodossa kuolleisuus voi olla suurta, ja kalassa esiintyy verenvuotoja lihaksistossa, ihossa ja sisäelimissä (verenmyrkytys).

Leviäminen: BKD leviää sukutuotteiden eli infektoituneen mädin ja maidin välityksellä tai kalasta kalaan kosketustartuntana. Bakteri elää mätijyvän sisällä ruskuaisessa, eikä mädin desinfiointi riitä tappamaan bakteeria. Bakteerin on todettu kulkeutuvan myös veden mukana sekä infektoituneen rehukalan kautta.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Sekä mästi että kalat tulee hankkia laitoksesta, jossa BKD-tautia ei esiinny. Koska bakteeri kulkeutuu sukupolvesta toiseen mätijyvän sisällä, on emokalojen terveys ensiarvoisen tärkeätä. BKD leviää myös veden välityksellä, joten vedenottamoon ei saisi päästää taudin kantajia. Kaupallisessa tuotannossa olevaa rokotetta BKD:tä vastaan ei ole vielä olemassa.

BKD on bakteritaudeista vaikeimmin hoidettavissa. Bakteri säilyy hengissä makrofagisolun sisällä (= kudoksissa oleva, pieneliöitä syövä ja tuhoava valkosolu), ja on siten suojassa ruumiin puolustusjärjestelmän ja lääkkeitten vaikutukselta. Kuolleisuutta on voitu vähentää mm. erytromysiinillä ja sulfonamideilla, mutta lääkkeet ovat tehonneet vain hoitokuurin ajan. Suomessa erytromysiinin käyttö kaloilla on kielletty. Ainoa keino päästä kokonaan eroon bakteerista on laitoksen tyhjentäminen kaloista ja sen jälkeen laitoksen huolellinen pesu ja desinfiointi.

BKD kuuluu eläintautilain perusteella vastustettaviin eläintauteihin, valvottavien tautien ryhmään. Taudin epäilystä BKD-valvonta-alueilla tai vapaaehtoiseen BKD-valvontaohjelmaan kuuluvilla laitoksilla on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille (ks. luku 22).



Kuva 16. BKD-taudissa kalan munuaisen takaosa turpoaa ja sinne muodostuu vaaleita pesäkkeitä (Kuva Eija Rimaila-Pärnänen, Evira).

Vibriooosi

Aiheuttaja: Vibriooosin aiheuttaja on gram-negatiivinen, liikkuva sauva, *Vibrio anguillarum*. Bakteerista on eristetty useita eri serotyyppiä (O1–O10). Suomessa kirjolohesta eristetyt kannat ovat lähes pelkästään O1-tyyppiä.

Esiintyminen: Vibriooosi on yleisin ja tärkein villien ja viljeltyjen merikalojen tauti. Bakteeri eristettiin ensimmäisen kerran ankeriaasta. Tauti on aiheuttanut suuria tappioita mm. Itämeren rannikon kirjolohen kasvatukselle. Bakteeri kuuluu meri- ja murtoveden normaaliin bakteerilajistoon.

Taudin kulku: Tautia esiintyy eniten loppukesällä, kun veden lämpötila on korkea (meillä yleensä yli 15 °C). Lämpötilan ohella taudin puhkeamiseen vaikuttavat myös muut stressitekijät, kuten parven suuri tiheys ja veden heikko laatu. Tautiin voivat sairastua sekä poikaset että vanhemmat kalat, ja kuolleisuus voi olla varsinkin nuorilla kaloilla yli 50 %. Pienillä kaloilla oireina voivat olla pelkästään ruokahaluttomuus ja ihon tummuminen ennen äkillistä kuolemaa. Vanhemmilla kaloilla esiintyy akuutin vaiheen jälkeen usein krooninen vaihe. Iholla esiintyy vertymiä ja haavaumia, jotka voivat olla vuotavia ja syviä. Sisäisiä muutoksia ovat pernan ja munuaisten turpoaminen ja hauraus sekä runsaat vertymät sisäelinten ja vatsaontelon kalvoilla. Kroonisessa vaiheessa ihon vauriot saattavat parantua, mutta kalat ovat anemisia, kidukset ovat vaaleat ja silmien sarveiskalvot samentuneet (Kuva 17).



Kuva 17. *Vibriosisia* sairastavat kirjolohet ovat usein kelmeitä ja aneemisia (Kuva Eviran kuva-arkisto).

Leviäminen: *V. anguillarum* -bakteeri kuuluu meri- ja murtoveden normaaliin lajistoon.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Käytännössä verkkoallaslaitos ei voi välttyä *V. anguillarum* -bakteerilta. Vibriosisin puhkeaminen voidaan kuitenkin ehkäistä rokottamalla kalat sekä pitämällä veden laatu hyvänä, virtaus tehokkaana ja välttämällä liian suurta kalatiheyttä. Vibriosisiin sairastuneita kaloja hoidetaan antibiooteilla, mutta varsinkin lämpiminä kesinä tauti uusii helposti.

Flavobakteerit

Veden normaalilajistoon kuuluvista flavobakteereista ainoastaan muutaman lajin on osoitettu aiheuttavan ongelmia kalanviljelyssä. *Flavobacterium psychrophilum* ja *Flavobacterium columnare* ovat tärkeimmät taudinaiheuttajat. Sairaantuneet yksilöt sekä taudin kantajakalat ovat tärkeimpiä bakteerin levittäjiä. Flavobakteerien on todettu säilyvän tartuntakykyisinä pitkään myös kalan ulkopuolella, esim. vedessä. *F. psychrophilum* -bakteeri saattaa levitä myös mätimunien mukana emosta poikaseen tai jopa tunkeutua mätimunien sisään hedelmöityksen ja haudonnan aikana. Flavobakteerien leviäminen ja taudinaiheuttamisen mekanismit ovat olleet tiiviin tutkimuksen kohteena, ja nyt ensimmäiset kaupalliset rokotteet *F. psychrophilum* -tartuntoja vastaan ovat markkinoilla. Uusimmissa tutkimuksissa on selvitetty mahdollisuutta käyttää bakteereja tappavia viruksia, bakteriofageja, ehkäisemään kalojen flavobakteeritauteja. Suomessa flavobakteeritartunnat yleistyivät 1990-luvulla ja ovat merkittävimpiä tappioita aiheuttavia taudinaiheuttajia Suomen poikaskasvatuksessa.

Kylmän veden tauti

Aiheuttaja: Kylmän veden tauti on *Flavobacterium psychrophilum* -bakteerin aiheuttama yleistulehdus.

Esiintyminen: *F. psychrophilum* -bakteeri aiheuttaa ongelmia lähinnä lohikaloiden viljelyssä makeassa vedessä. Tautia esiintyy pikkupoikasilla starttiruokinnan yhteydessä, kun veden lämpötila on 4–12 °C. Tällöin puhutaan kirjolohen pikkupoikassyndroomasta (RTFS, Rainbow Trout Fry Syndrome). Isommilla poikasilla esiintyvää yleistulehdusta kutsutaan kylmän veden taudiksi, joskin tautia on todettu ja bakteerieristykseen tehty myös kesällä, aina 18 °C lämpötilaan sakkä. Suomessa *F. psychrophilum* -tartuntoja on todettu sekä pienillä että isommilla poikasilla.

Taudin kulku: Taudissa kalat ovat tummia, apaattisia ja niiden silmät pullistuvat. Vatsaontelossa todetaan nestettä ja suurentunut perna sekä verenvuotoja rasvassa ja elimissä. Isommilla poikasilla ihon pinnalla ja lihaksistossa, usein pyrstön tyvellä, nähdään myös tulehduspesäkkeitä, jotka puhkeavat isoiksi verta vuotaviksi haavaumiksi. Haavojen reunat näyttävät usein kellertäviltä. Kalat ovat monesti erittäin aneemisia. Kuolleisuus voi nousta 60 %:iin. Tauti voi pysyä pitkään piilevänä, mutta puhkeaa kun kaloja käsitellään tai muuten stressataan (Kuva 18).

Ennaltaehkäisy ja hoito: Tautia hoidetaan antibiooteilla, mutta kuolleisuus saattaa olla vaikeasti pysäytettävissä, jos tauti on edennyt pitkälle. Baktereiden määrää kalan pinnalla ja vedessä voidaan vähentää desinfioivilla kylvyillä (ks. luku 14). Tautiin on kehitetty rokote, jota on jo kaupallisesti saatavilla.

Flavobacterium columnare ja kolumnaaritauti

Aiheuttaja: *Flavobacterium columnare* on pitkä, hitaasti liukumalla liikkuva sauvabakteeri, joka aiheuttaa kolumnaaritaudiksi kutsuttua kidus- ja yleistulehdusta. Bakteeri voi säilyä hengissä vedessä useita kuukausia ja desinfioidussa järvivedessä jopa kaksi vuotta.

Esiintyminen: Kolumnaaritautia esiintyy maailmanlaajuisesti makean veden kalanviljelyssä. USA:ssa tauti on yleinen viljelyssä pilkkupiikkimonneissa, meillä tauti on yleinen sekä kirjolohen- että lohenviljelyssä. Tautia todetaan poikasilla yli 10 °C:n lämpötiloissa, yleisimmin lämpimän veden aikana (yli 18 °C). Altistavina tekijöinä ovat mm. veden huono laatu (runsaasti kiintoainetta) ja korkea lämpötila, sekä suuri kalatiheys.

Taudin kulku: Akuutissa taudissa kuolleisuus kohoaa äkillisesti korkeaksi. Toisin kuin kylmän veden taudissa oireita näkyy lähinnä vain kalan pinnalla. Kiduksilla todetaan usein syöpymiä, joissa bakteerien lisäksi toisinaan voi olla myös vesihometta. Kalojen leukaperät voivat olla tulehtuneet. Usein kaloilla todetaan myös ihohaavaumia, jotka alkuvaiheessa näyttävät harmailta vyöhykkeiltä, erityisesti evien tyvellä. Evät ovat tuolloin myös syöpyneet hapsuiksi. Myöhemmässä vaiheessa, ihon mentyä rikki, haavojen reunamat ovat kellertävät, myös leukaperissä ja kiduksilla. Tämä johtuu siitä, että haavoissa on runsaasti keltaista väriainetta sisältäviä flavobakteereja. Selkävän ympärillä esiintyy usein satulan muotoinen haavauma (= saddleback disease) (Kuva 19).



Kuva 18. *Flavobacterium psychrophilum* -bakteerin aiheuttama kylmän veden tauti ilmenee usein ihotulehduksina (Kuva A) tai pyrstön syöpymisinä (Kuva B). (Kuva A Eija Rimaila-Pärnänen, Evira; Kuva B Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).



Kuva 19. *Flavobacterium columnare* -bakteerin aiheuttama tyypillinen satulan muotoinen haavauma selkäevän ympärillä (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).

Taudin leviäminen: Kolumnaaritauti leviää helposti sairastuneiden ja erityisesti kuolleiden kalojen välityksellä, joista irtoaa bakteereita veteen suuria määriä. Taudista selvinneet kalat jäävät taudin kantajiksi, antibiootihoidosta huolimatta. Nämä kantajakalat ovat mahdollinen riski vasta kun veden lämpötila ylittää 20 °C. *F. columnare* -bakteeria on eristetty myös joki-vedestä ja kuolleista luonnonkaloista kalanviljelylaitosten yläpuolelta.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Tautia hoidetaan antibiooteilla. Yleensä hoito auttaa hyvin, jos se aloitetaan heti kun ensimmäiset oireet on havaittu. Pitkälle edennyt tauti saattaa olla vaikeasti pysäytettävissä. Bakteerien määrää kalan pinnalla ja vedessä voidaan vähentää desinfioivilla kylvyillä (ks. luku 14), mutta sisäiseen infektiin kylvetyksistä ei ole apua. Vaurioituneiden kidusten takia kalat ovat erittäin herkkiä kylvetyksineille. Koska *F. columnare* -bakteerin on havaittu erittyvän nopeammin – ja myös taudin tarttuvan tehokkaammin seuraavaan kalaan – kuolleista kuin elävistä kaloista, on kuolleitten kalojen päivittäinen poistaminen hyvin tärkeää taudin puhjettua. Taudin leviämistä hidastetaan hyvällä laitoshygienialla, kalojen hyvällä hoidolla ja välttämällä suuria kalatiheyksiä.

Muita bakteerisairauksia

Vesistöissä ja/tai kalojen pinnalla esiintyy myös monia muita bakteerilajeja. Usein niitä voidaan eristää kalasta myös tulehdusalueelta. Näitä bakteereja pidetään yleisesti nk. toissijaisina taudinaiheuttajina.

Tavallisimpia tulehdussairauksia kalanviljelylaitoksilla ovat evämätä ja läikkätauti. Tulehdusalueelta tavataan useimmiten *Aeromonas hydrophila* ja/tai *Pseudomonas*-suvun bakteereita. Vaurioita esiintyy tavallisesti vain yksittäisissä kaloissa, mutta ko. bakteerit saattavat aiheuttaa varsin suuria kuolleisuuksia tiheissä kalaparvissa tai huonoissa olosuhteissa.

Saaristomeren verkkoallaskasvattamoissa on todettu myös *Pseudomonas anguilliseptica* -bakteerin aiheuttavan lohien, meritaimenten, kirjolohien ja siikojen kuolleisuutta. Sairastuneet kalat ovat olleet yleensä jonkin muun tekijän heikentämiä. Viime vuosina *P. anguilliseptica* -tapauksia on jouduttu hoitamaan myös antibiooteilla.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Näiden bakteerien aiheuttamilta vahingoilta säästyään parhaiten, kun huolehditaan kalojen hyvästä kunnosta ja veden hyvästä laadusta. Lisäksi kannattaa välttää liiallista kasvatusitiheyttä, käsitellä kaloja varoen sekä pitää altaat puhtaina. Mikäli ongelmia esiintyy, täytyy sairastuneet kalat poistaa ja harventaa kalaparvea. Kalojen kylvettäminen kloramiinilla nopeuttaa yleensä paranemista. Vaikeissa tapauksissa voidaan joutua lääkitsemään kaloja antibiooteilla.

Kirjolohen kesäripuli – Rainbow trout gatsroenteritis RTGE

Aiheuttaja: Kirjolohen kesäripuli on lämpimän veden aikana esiintyvä suolistotulehdus. Taudin yhteydessä on todettu runsaasti pitkiä segmentoituneita lankamaisia bakteereja suolistossa, joita kutsutaan nimellä *Candidatus arthromitus*. Toistaiseksi bakteeria ei ole onnistuttu eristämään, koska siihen soveltuva bakteerin viljelymenetelmää ei ole vielä löydetty. Tästä johtuen bakteeria ei ole voitu tutkia perinteisillä menetelmillä ja siitä tiedetään vielä melko vähän.

Esiintyminen: Tauti on kuvattu ensimmäisen kerran Ranskassa 1992 ja tämän jälkeen useassa Euroopan maassa mm. Espanjassa, Italiassa, Kroatiassa ja Iso-Britanniassa. Näissä maissa tauti levisi nopeasti laajalle, ja siitä on tullut yksi taloudellisesti merkittävimmistä taudeista kirjolohenviljelyssä. Suomessa taudille tyypillisiä muutoksia ja lankamaisia bakteereja löydettiin ensimmäisen kerran kesällä 2010 merialueen kirjolohilaitokselta. Kyseessä oli hyvin lievä tartunta 2-vuotiaissa kaloissa, jotka sairastivat yhtäaikaisen *Pseudomonas anguilliseptica* -bakteerin aiheuttamaa tautia. Seuraavana vuonna kesäripulia todettiin sisävesialueella kirjolohen poikaslaitokselta, ja taudin aiheuttama kuolleisuus arvioitiin olleen n. 10 %.

Taudin kulku: Taudin on kuvattu alkaneen kuolleisuuden äkillisellä kohoamisella, jota yleensä on edeltänyt jokin stressiä aiheuttanut tapahtuma esim. käsittely tai kalojen siirto. Päivittäinen kuolleisuus on 0,5–1 % ja ajoittain 3–4 %, joka yleensä jatkuu 15–30 vuorokautta. Sairastuneiden kalojen ruokahalu vähenee ja ne ovat apaattisia, uivat laiskasti poistoputken lähellä tai makoilevat kyljellään pohjassa. Peräaukosta valuu kellertävää, limaista ulostetta, joka kerääntyy altaan pohjalle.

Taudin leviäminen: Taudin leviämistapa on epäselvää.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Tautia on hoidettu antibiooteilla vaihtelevalla menestyksellä. Myös suolan lisäystä rehuun on kokeiltu, mutta ei erityisen suurella menestyksellä. Ruokinnan lopettamisella taudin purkauksen alussa on saatu hyviä tuloksia. Ongelmalaitoksilla on ehdotettu ruokinnan vähentämistä tai jopa paastoa kesän loppupuolella, jolloin oletetaan että bakteeri on lisääntynyt laitoksella. Tällä menetelmällä ollaan vältetty antibioottien käytöstä, mikä joka tapauksessa tarjoaa vain hetkellisen avun tämän taudin hallinnassa. Taudin purkauksiin on yleensä liittynyt korkea veden lämpötila, yli 15 °C, stressi ja korkea tuotanto sekä nopea tuotantokierto eli annoskalatuotanto.

9. Loistaudit

Kalojen loiset ovat joko yksisoluisia alkueläimiä tai monisoluisia eliöitä. Loisia esiintyy sekä luonnonkaloissa että laitoskaloissa. Kalanviljelylaitosten tiheät kalaparvet ja toisinaan stressaavat hoitorutiinit luovat suotuisat olosuhteet etenkin alkueläinloisille, jotka lisääntyvät nopeasti jakaantumalla kahtia. Myös ne monisoluiset loiset, jotka lisääntyvät ilman väli-isäntiä, viihtyvät hyvin laitosoloissa.

Seuraavassa luetellaan loisten pääryhmät. Tarkemmin käsitellään vain ne loiset, joilla on tai voisi olla kalanviljelyn kannalta Suomessa laajempaa merkitystä. Ihmiseen voi kalojen loisista tarttua käytännössä vain lapamato (*Diphyllobothrium latum*), jonka voi saada hauesta, mateesta, ahvenesta ja kiiskestä, mikäli näiden lihaa tai mätiä syö raakana tai huonosti kypsennettynä. Lokkilapamato (*Diphyllobothrium dendriticum*) on saatu kokeellisesti tarttumaan myös ihmiseen, mutta tämä loinen poistuu kalasta yleensä perkeiden mukana.

Alkueläimet (Protozoa)

Siimaeläimet (Mastigophora)

Ichthyobodo necator

Hexamita -lajit

Ripsieläimet (Ciliophora)

Chilodonella-lajit

Ichthyophthirius multifiliis (valkopilkkutauti)

Apiosoma-tyyppi

Trichodina-tyyppi

Capriniana piscium

Itiöeläimet (Myxozoa)

Chloromyxum truttae (sappirakkoloinen)

Henneguya zschokkei (rakkoloisio)

Myxobolus cerebralis (kierretauti)

Tetracapsuloides bryosalmonae (loisperäinen munuaistauti, PKD)

Laakamadot (Platyhelminthes)

Kidusmadot (*Monogenea*)

Gyrodactylus salaris

Imumadot (*Digenea*)

Diplostomum-lajit (loiskaihi)

Ichthyocotylurus erraticus

Heisimadot (*Cestoidea*)

Eubothrium crassum

Triaenophorus nodulosus ja *Triaenophorus crassus* (haukimadot)

Diphyllobothrium dendriticum (lokkilapamato)

Sukkulamadot (Nematoda)

Anisakis simplex

Pseudoterranova decipiens

Väkäkärsämadot (*Acanthocephala*)

ei käytännön merkitystä kalanviljelylle

Äyriäiset (*Crustacea*)

Caligus lacustris (kalatäi)

Argulus foliaceus ja *Argulus coregoni* (kalatäit)

Ergasilus sieboldi (kidustäi)

Nivelmadot (*Annelida*)

Juotikkaat (*Hirudinea*)

Piscicola geometra (kalajuotikas)

Nilviäiset (*Mollusca*)

Simpukoiden glokidium-toukat

Alkueläimet

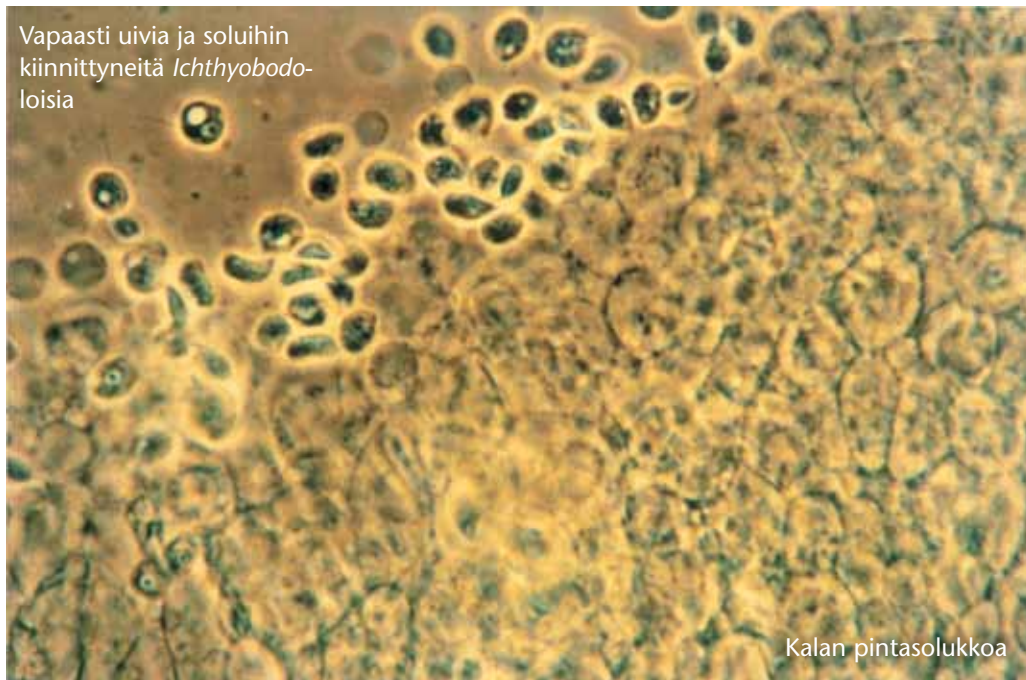
Alkueläimet ovat pienimpiä loisia, ja niitä voidaan yleensä nähdä vain valomikroskoopin avulla. Kaloista on löydetty lukuisia alkueläinloislajeja. Kalanviljelyä haittaavia lajeja on kuitenkin vain muutamia kymmeniä. Kalanviljelylaitoksissa yleisimmin tavattavat alkueläinloiset ovat iholla ja kiduksilla elävät ripsi- ja siimaeläimet. Ne ärsyttävät kidusten ja ihon pintaa aiheuttaen vaurioita ja lisääntyvää liman eritystä, mikä mm. vaikeuttaa hengitystä. Kalat hankaavat itseään altaan reunoihin ja pohjaan ja uivat levottomasti. Ihon rikkoutuminen avaa tien myös bakteeri- ja sienitartunnoille.

Aina hoitoa vaativat lajit (*Ichthyobodo necator*, *Chilodonella*, valkopiikkutauti)

Ichthyobodo necator (ent. *Costia necatrix*)

Ichthyobodo on pieni, vain noin 10 µm:n mittainen siimaeliö. Loinen erottuu hyvin 400-kertaisella suurennoksella, ja voimakkaassa tartunnassa loisten liike havaitaan hyvin jo 100-kertaisella suurennoksella. Juuri jakautuneessa solussa on yksi pitkä ja yksi lyhyt siima, mutta siimojen määrä kaksinkertaistuu ennen seuraavaa jakautumista. Vapaana ollessaan loinen liikkuu vilkkaasti siimojensa avulla, jolloin sen muoto vaihtelee päärynästä munuaiseen. Loinen voi olla myös soluun kiinnittyneenä, jolloin se näyttää usein pisanaromaisen muotoiselta (Kuva 20).

Kiduksilla ja iholla saattaa esiintyä joskus *Ichthyobodoa* muistuttavaa, mutta selvästi pienempää *Cryptobia*-tyyppistä siimaeliötä. Kokemusten mukaan nämä eivät kuitenkaan syö kalan soluja, vaan kidusten välissä olevaa bakteeri- ja levämassaa. Tartunta liittyykin yleensä veden huonoon laatuun ja kalojen heikkoon yleiskuntoon. Massaesiintyminen aiheuttaa kidusten lisäärsytystä. Meillä voimakkaita tartuntoja on todettu mm. kiertovedessä ja kalojen ruskuaispussi- ja starttivaiheessa sekä heikkokuntoisilla poikasilla ensimmäisenä talvena. Formaliinikylvytykset saattavat helpottaa tilannetta, mutta tärkeintä on parantaa veden laatua ja poikasten yleiskuntoa.



Kuva 20. *Ichthyobodo necator* eli *Costia*-loisen voimakas tartunta kalan iholla. Loiset ovat lähes saman kokoisia kuin kalan ihosolut. Valokuva otettu 400-kertaisesta suurennetusta näkökentästä (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

Esiintyminen: *Ichthyobodo* loisii makean veden kaloissa luonnossa ja kalanviljelylaitoksissa. Loinen pystyy elämään jopa alle 1 °C vedessä, mutta runsaimmin sitä tavataan keväällä, kun veden lämpötilan alkaa kohota. *Ichthyobodo*-loisia on tavattu myös meri- ja murtoveden kaloilla.

Vaikutukset kaloihin: *Ichthyobodo* elää kalojen kidusten, ihon ja evien pinnalla. Loinen syö sekä eläviä että kuolleita soluja, mikä vaurioittaa kalan ihoa ja aiheuttaa lisääntyvää liman eritystä ja ihon paksuuntumista. Voimakkaassa tartunnassa kalan iholle muodostuu harmaa ketto. Lievä tartunta ei sanottavasti haittaa isoa kalaa. Ensimmäisen kesän poikasille jo lievä tartunta aiheuttaa vakavia häiriöitä mm. nestetasapainon säätelyssä. Vaurioitunut iho on lisäksi altis bakteeri- ja sienitartunnoille. *Ichthyobodo* on ongelmana etenkin silloin, kun poikaset opettelevat syömään (ns. starttivaihe).

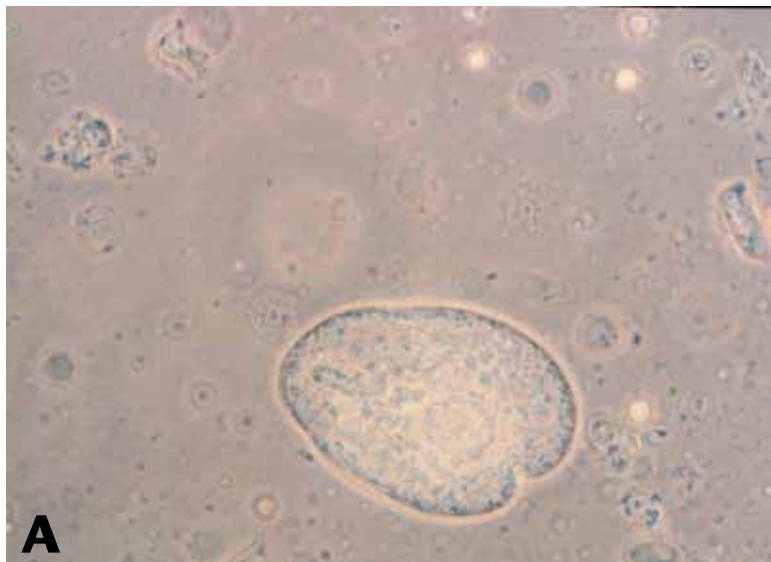
Leviäminen: *Ichthyobodo* leviää pääasiassa kosketustartuntana kalasta kalaan. Loinen pystyy elämään vain lyhyen aikaa kalan ulkopuolella. Tärkeä loisen reservi ovat yläpuolisen vesistön luonnonkalat.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Koska *Ichthyobodo*-loista esiintyy myös luonnonkaloissa, sen pääsyä kalanviljelylaitokseen on vaikea estää. *Ichthyobodo*-tartuntaa ehkäistään parhaiten pitämällä kalatiheydet riittävän alhaisina ja puhdistamalla altaat usein (kesällä vähintään kerran viikossa), poistamalla kuolleet ja kuolemaisillaan olevat kalat päivittäin ja huolehtimalla kalojen

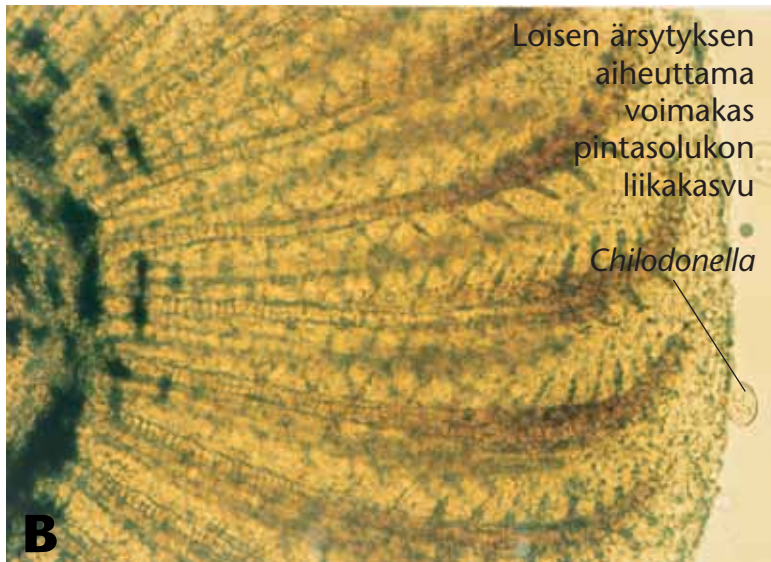
yleiskunnosta. Puhjetun loistartunnan hoitoon käytetään pääasiassa formaliinikylvetystä. Pienillä kaloilla jo yksittäisten loisten näkyminen mikroskoopin näkökentässä edellyttää kylvetystä (ks. luku 14).

Chilodonella

Chilodonella on *Ichthyobodo*-loiseen verrattuna iso, yleensä 40–70 µm. Loinen on muodoltaan soikea ja lehtimäisesti litistynyt. Alapuolella on kaksi ripsirivialuetta, joita loinen käyttää liikkumiseen (Kuva 21).



A



B

Kuva 21. *Chilodonella*-loinen (Kuva A) ja sen aiheuttama erittäin voimakas ihon pintasolukon liikakasvu (Kuva B). Kuva A on otettu 400- ja kuva B 100-kertaisesti suurennetusta näkökentästä (Kuvat Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

Esiintyminen: *Chilodonella* on yleinen makean veden kalojen loinen sekä luonnossa että viljelyillä kaloilla. Loista on tavattu meillä myös murtovedestä. Kirjallisuuden mukaan *Chilodonella* lisääntyy nopeasti niin viileässä (5–10 °C) kuin lämpimässäkin vedessä. Vaikka meillä on loista tavattu jopa alle 1 °C vedessä, voimakkaimmat tartunnat esiintyvät kuitenkin kesän kuumimpaan aikaan veden lämpötilan ollessa yli 15 °C.

Vaikutukset kaloihin: *Chilodonella* esiintyy iholla ja kiduksilla. Loiset liikkuvat pitkin kalan pintaa ja syövät soluja. Tämä ärsyttää ja vaurioittaa kalan ihoa ja lisää liman eritystä ja pintasolukon liikakasvua. Loiset, solumassa ja lima tukkivat helposti kidukset, ja kalat kuolevat hapen puutteeseen kidukset turvonneina, kiduskannet levällään (Kuva 20 B). Bakteerit ja sienet tarttuvat helposti vaurioituneeseen ihon kohtaan.

Leviäminen: *Chilodonella* leviää pääasiassa kosketustartuntana kalasta toiseen. Loinen leviää kalanviljelylaitokseen joko luonnon- tai viljelykalojen välityksellä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Taudin puhkeamista voidaan ehkäistä parhaiten huolehtimalla kalojen kunnosta sekä altaiden ja lammikoiden puhtaudesta. *Chilodonella*-tartunnan tehokkain hoitomuoto on suolakylpy. Hoito kannattaa aloittaa heti, jos mikroskooppitutkimuksessa loisia havaitaan kalojen kiduksilla (k. luku 14).



Kuva 22. Valkopilkkutautia aiheuttavia *Ichthyophthirius multifiliis* -loisia kalan evällä (Riitta Rahkonen ja Aimo Järvinen, RKTL).

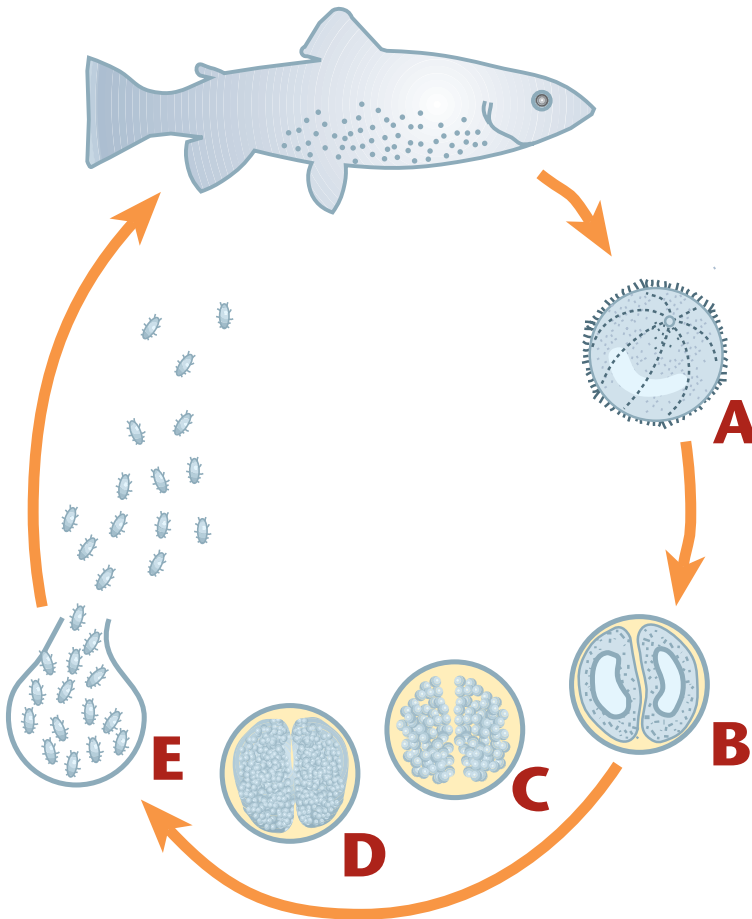
Ichthyophthirius multifiliis (ICH), valkopilkkutauti

Ichthyophthirius multifiliis aiheuttaa kaloille valkopilkkutaudin (Kuva 22). Sitä pidetään torjunnan kannalta hankalimpana vaarallisista kalojen yksisoluisista loisista. Loisen lisääntyminen on suotuisissa olosuhteissa erittäin nopeata. Loisen elämänsykliin kuuluvat seuraavat vaiheet (Kuva 23):

A. Pallomainen aikuinen loinen (Ø 0,5–1,0 mm) irrottautuu kalasta. Loisen ympärillä on säteittäisiä ripsinauhoja, ja sillä on kaareva, hevosenkengän muotoinen tuma.

B–E. Loinen painuu pohjalle, kotoituu ja alkaa jakautua. Siitä muodostuu 250–2 000 ripsellistä, soikeaa (n. 20 µm) uutta loista, ns. parveilijaa, jotka lopulta hajottavat kotelon. Parveilijat voivat elää vedessä 2–3 päivää.

Löytäessään kalan parveilija kaivautuu ihon alle ja alkaa kasvaa. Loisen näkyy paljaalla silmällä valkoisena pilkkuna. Kesän kuumimpaan aikaan loisen lisääntymiskierto kuluu aikaa vain noin viikko. Alle 2–3 °C:een lämpötilassa loinen ei pysty enää kotoitumaan.



Kuva 23. *Ichthyophthirius multifiliis* -loisen kierto luonnossa. Kirjainten selitykset tekstissä. Piirros on muokattu versio Bauerin ym. (1973) kirjasta.

Esiintyminen: *Ichthyophthirius multifiliis* on makean veden loinen, jota tavataan sekä luonnossa että kalanviljelylaitoksissa. Loisen aiheuttamaa valkopilkkutautia esiintyy vain lämpimän veden aikaan. Tauti on vaivana kalanviljelylaitoksissa etenkin maalammikoissa.

Vaikutukset kaloihin: Kalat hyppivät kohtisuoraan ylös vedenpinnan yläpuolelle yrittäessään päästä loisista eroon. Loinen pyörii kalan uloimman ihokerroksen alla ja syö irronneita soluja. Vaarallisin vaihe on kuitenkin se, kun loinen lähtee kalasta. Jäljelle jää avoin käytävä bakteereille ja sieni-itiöille. Valkopilkkutauti voi aiheuttaa muutaman päivän kuluessa suurta kuolleisuutta.

Leviäminen: *Ichthyophthirius multifiliis* leviää kalasta kalaan parveilijavaiheessa. Loiset voivat säilyä lepoasteella koteloituneina talven yli ja aiheuttaa taudin taas seuraavana kesänä. Loinen voi talvehtia myös sekä luonnon- että viljelykaloissa. Luonnossa loinen viihtyy etenkin särkikaloissa.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Niissä altaissa, jotka voidaan säännöllisesti puhdistaa, ei valkopilkkutaudista ole harmia. Puhjennutta tautia hoidetaan formaliini- tai formaliini-peretikka-happokylvetyksillä, jotka tappavat parveilijat (ks. luku 14). Kylvetykset tulee aloittaa heti, kun ensimmäisen valkoinen pilkku havaitaan. Kylvetyksistä toistetaan 1–3 kertaa viikossa, 4–6 viikon ajan, tai niin kauan kun loisia kaloissa esiintyy. Torjuntaa hankaloittaa se, että kaikki loiset eivät kehity samanaikaisesti. Tavallisesti altaassa on parveilevien loisten lisäksi myös kalassa aikuistuvia loisia, jotka ovat suojassa kylvetyksiltä kalan ihon alla. Kylvetyksellä ei myöskään tehoa koteloituneisiin loisiin. Maa-altaat, joissa tautia on esiintynyt, tulisi tyhjentää ja kalkita loisen kotelovaiheiden tuhoamiseksi pohjalietteestä.

Vain runsaana esiintyessään hoitoa vaativat lajit (*Apiosoma*-tyyppi, *Trichodina*-tyyppi)

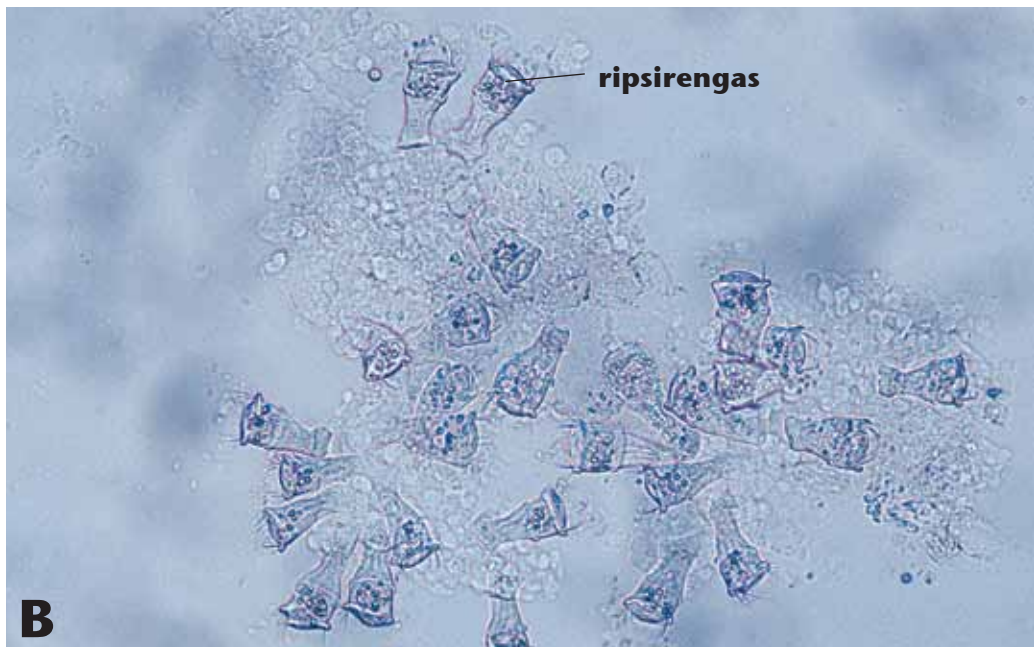
Apiosoma-tyyppi (*Riboscyphidia*, *Apiosoma*, *Epistylis*, *Ambiphrya*)

Apiosoma-tyypin loiset ovat 50–80 µm:n korkeita ja yleensä suppilo- tai sylinterimäisiä. Loisen yläosassa on kaulusmainen ripsirengas. *Apiosoma*-tyypin loiset voivat olla kokoon vetäytyneinä, mutta ripsikiehkura on yleensä kuitenkin erotettavissa. Loiset kiinnittyvät kalan pintaan jalkalevyllä mutta voivat myös irrottautua ja lähteä liikkeelle (Kuva 24).

Esiintyminen: *Apiosoma*-tyypin loiset ovat hyvin yleisiä kaloissa sekä luonnonvesissä että kalanviljelylaitoksissa. Loiset suosivat runsasravinteisia vesiä.

Vaikutukset kaloihin: *Apiosoma*-tyypin alkueläimiä esiintyy sekä kiduksilla että iholla. Kala on normaalisti näille loisille vain kiinnittymisalusta, ja loiset syövät vedestä bakteereja ja muita pieneliöitä. Voimakkaassa tartunnassa kalan liman erityks lisääntyä, jolloin kidusten ja ihon normaali toiminta vaikeutuu.

Leviäminen: Loiset leviävät kalasta kalaan kosketustartuntana.



Kuva 24. Apiosoma-tyyppiin kuuluvia, kalan pinnalta irronneita *Riboscyphidia*-loisia kuvattuna 400-kertaisella suurennoksella (Kuva A) ja 100-kertaisella suurennoksella kuvattu näkymä kalan ihon limanäytteestä, jossa runsaasti *Ambiphrya*-loisia (Kuva B). Huomaa, että loiset ovat huomattavasti suurempia kuin ihon pintasolut (Kuva A Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto; Kuva B Riitta Rahkonen, RKTL).

Ennaltaehkäisy ja hoito: Hyvä veden laatu, elinympäristön puhtaus ja kalojen hyvä kunto ehkäisevät parhaiten loisten liiallista lisääntymistä. Voimakkaan tartunnan hoidossa voidaan käyttää formaliinikylpyjä (ks. luku 14).

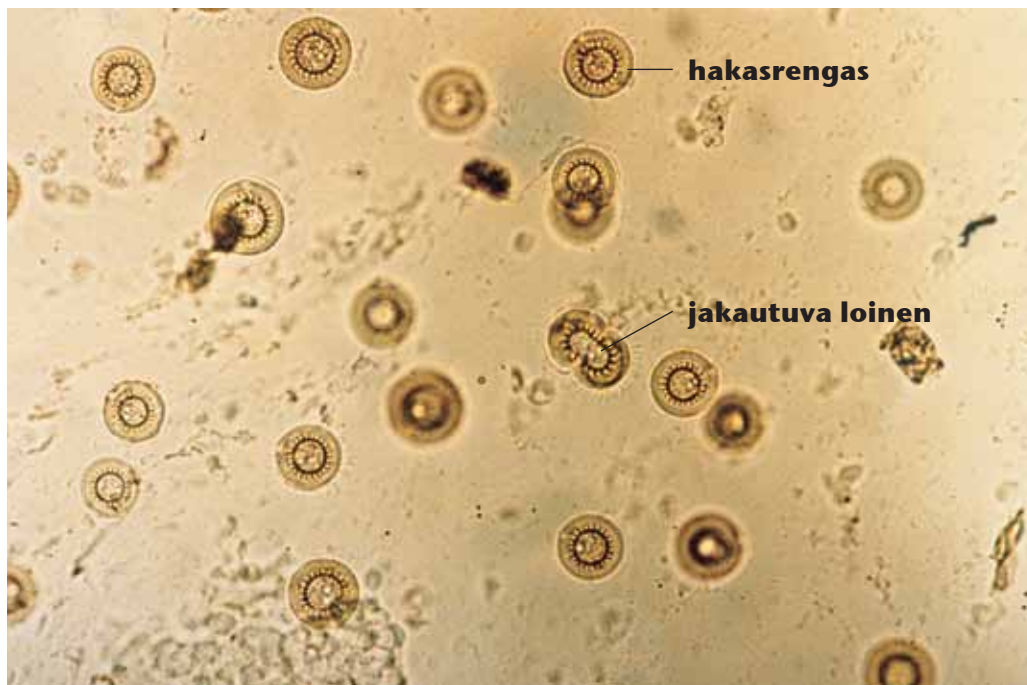
***Trichodina*-tyyppi (*Trichodina*, *Tripartiella*, *Trichodinella* ja *Paratrachodina*)**

Trichodina-tyypin ripsieläimet ovat päältä katsottuna pyöreitä ja sivulta puolipallonmuotoisia. Loisten halkaisija on 20–80 µm. *Trichodina*-tyypin alkueläimillä on alapuolellaan hakasrennas kiinnittymistä varten. Loiset liikkuvat yleensä vilkkaasti pitkin kalan pintaa (Kuva 25).

Esiintyminen: *Trichodina*-tyypin loisia elää yleisesti sekä makean- että meriveden kalojen kiduksilla ja iholla. *Paratrachodina*-lajia on tavattu kalojen virtsateistä.

Vaikutukset kaloihin: *Trichodina*-tyypin loiset syövät tavallisesti kalan pinnalta bakteereja ja sieniä sekä ohiajelehtivia hiukkasia, jolloin ne eivät juuri haittaa kalaa. Voimakkaassa tartunnassa loiset alkavat syödä kalan pinnan soluja. Mekaaninen ärsytys vaurioittaa kalan ihoa ja lisää liman eritystä.

Leviäminen: Loiset leviävät helposti tiheässä kalaparvessa, koska ne pystyvät uimaan vedessä lyhyitä matkoja. *Trichodina*-loisten reservinä toimivat sekä luonnon- että viljelykalat.



Kuva 25. 100-kertaisella suurennoksella kuvattu näkymä kalan iholimanäytteestä, jossa runsaasti *Trichodina*-tyypin loisia. Loiset ovat selvästi suurempia kuin ihon solut (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

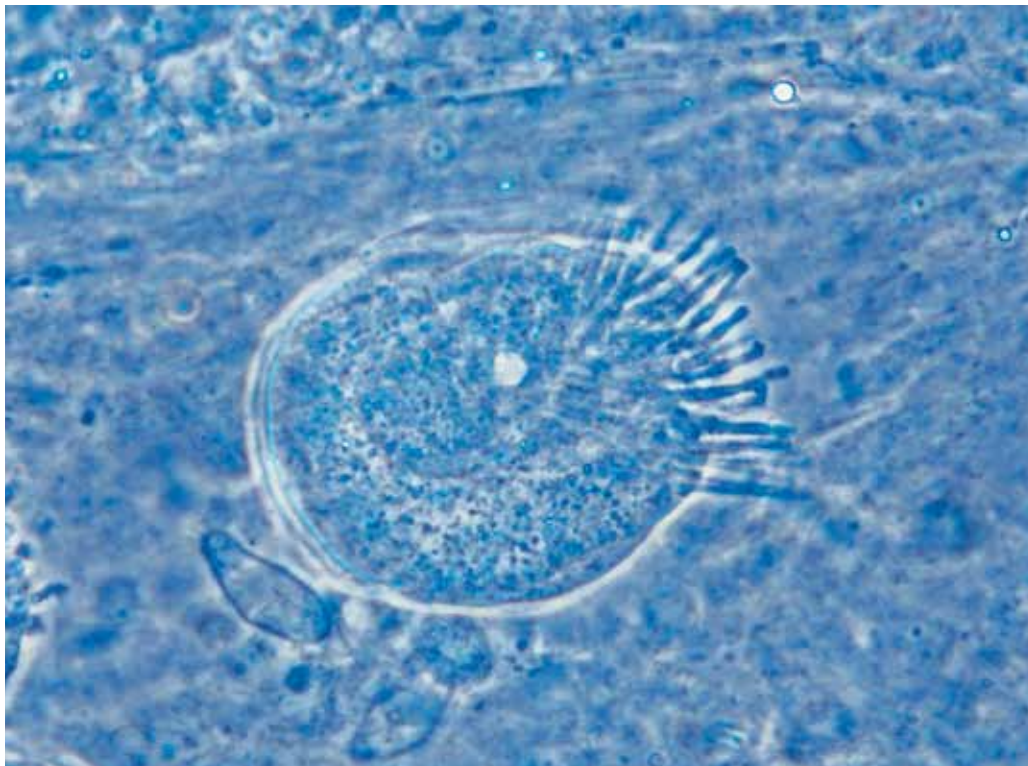
Ennaltaehkäisy ja hoito: Hyvä veden laatu, hyvä laitoshygienia ja kalojen hyvä hoito ehkäisevät *Trichodina*-tyypin loisten massaesiintymisen tehokkaimmin. Formaliinikylpyjä käytetään voimakkaan tartunnan hoidossa (ks. luku 14).

Harvoin hoitoa vaativa laji, *Capriniana piscium*

Capriniana (ent. *Trichophrya*)

Capriniana-alkueläin on yleensä soikea tai päärynänmuotoinen ja 40–100 µm:n mittainen. Loisella on jäykkiä sauvamaisia ulokkeita toisessa tai molemmissa päissä. Täysin sauvattomiltakin näyttäviä yksilöitä esiintyy yleisesti, koska loinen pystyy vetämään sauvat sisäänsä. Sauvojen avulla *Capriniana* poimii ruokaa vedestä. *Capriniana* lisääntyy silmikoimalla, ja muodostuvalla yksilöllä on poikittaisia ripsinauhoja ympärillään. Uusi yksilö ui vapaana jonkin aikaa, ja kiinnittyy sitten kalan kiduksille. Ripsinauhat häviävät ja loiselle muodostuvat tyypilliset ulokkeet. Loiset liikkuvat vain hyvin vähän (Kuva 26).

Esiintyminen: *Capriniana*-loiset ovat hyvin yleisiä makean veden kalojen kiduksilla. Loiset suosivat reheviä vesisiä.



Kuva 26. *Capriniana*-loinen kalan kiduslimassa kuvattuna 400-kertaisesti suurennetusta näkökentästä (Kuva Riitta Rahkonen, RKTL).

Vaikutukset kaloihin: *Capriniana* elää kiduksiin kiinnittyneenä, mutta syö veden mukana kulkeutuvia partikkeleja. Voimakas tartunta saattaa aiheuttaa lisääntyvää liman eritystä ja siten vaikeuttaa hengitystä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Puhdas, vähäravinteinen vesi pitää loisen lisääntymisen kurissa. Voimakkaan tartunnan hoidossa voidaan käyttää mm. formaliinikylpyjä, mutta minkään kylvetysaineen teho ei kokemusten mukaan ole kovin hyvä.

Muita alkueläimiä: *Hexamita*-siimaeliö

Hexamita on pieni (7–12 µm x 3–6 µm) päärynän muotoinen suolistossa elävä siimaeliö. Loisella on kuusi lyhyttä siimaa yläpäässä ja kaksi pitkää alapäässä, joiden avulla se liikkuu vilkkaasti.

Esiintyminen: Loista tavataan ympäri vuoden sekä makeassa että murtovedessä lohikalojen, mutta myös esim. mateen suolistossa (varsinkin suolen alkuosassa) ja sappirakossa.

Vaikutukset kaloihin: *Hexamita*-loista pidetään ns. toissijaisena taudinaiheuttajana, eli loisen liiallinen lisääntyminen on yhteydessä johonkin kalan vastustuskykyä alentavaan sairauteen tai ympäristötekijään. *Hexamita*-tartunnasta kärsivät kalat syövät huonosti ja laihtuvat.

Loisen tunnistus: *Hexamita*-loisia löytää parhaiten ottamalla näyte objektilasille (peitinlasi päälle) suolen alkuosan sisällöstä ja tutkimalla sitä 400-kertaisella suurennoksella.

Leviäminen: *Hexamita*-loiset joutuvat kalan ulosteen mukana veteen ja muodostavat lepoasteita, jotka sopivissa olosuhteissa tartuttavat muita kaloja. Todennäköisesti leviämistä tapahtuu myös ilman lepovaihetta kalasta kalaan. Loinen voi levitä myös tuoreen kalarehun mukana viljelykaloihin.

Ennaltaehkäisy ja hoito: *Hexamita*-loisen liiallista lisääntymistä voidaan estää parhaiten pitämällä kalojen yleiskunto hyvänä. Tartunnasta kärsiviä kaloja voidaan hoitaa rehuun sekoitettavalla lääkkeellä, jota saa eläinlääkärin kautta.

Itiöeläimet

Itiöeläimet ovat monisoluisia loisia, jotka muodostavat itiöitä. Itiöiden avulla nämä loiset hankkivat uusia isäntiä. Useimpien lajien elämänsykli on epäsuora, ne tarvitsevat kaksi paikallista isäntää. Pääisäntä on selkärangaton pohjaeläin (harvasukasmato tai sammaleläin) ja väli-isäntä on kala. Itiöeläimet loisivat yleensä kalojen kiduksilla, iholla ja evillä kysteissä, mutta myös sisäelimissä tai esim. tukirangassa.

Sappirakkoloinen *Chloromyxum truttae*

Esiintyminen: *Chloromyxum*-itiöeläintä esiintyy joillakin laitoksilla erityisesti taimenen mutta myös lohien sappirakossa. Loista on löydetty myös muutamien järvien sииoista.

Vaikutukset kaloihin: Kalanviljelylaitoksilla ensimmäiset loisen kehitysvaiheet havaitaan syksyllä 2-kesäisillä poikasilla ja valmiita itiöitä seuraavana keväänä. Voimakkaassa tartunnassa sapessa on lukematon määrä *Chloromyxum*-loisen itiöitä. Toisinaan koko sappirakko on paisunut ja väriltään tumman keltainen. Aina sappirakon ulkonäkö ei poikkea normaalista, vaikka loisia olisi paljonkin. Loinen ei näytä aiheuttavan kaloille haittaa laitoksissa eikä luonnossa.

Loisen tunnistus: *Chloromyxum*-itiöeläimen löytää parhaiten ottamalla sappinestettä objektilasille (peitinlasi päälle) ja tutkimalla sitä 400-kertaisella suurennoksella. Valmiit itiöt ovat pyöreitä ja kooltaan noin 8µm. Itiön sisällä näkyy kaksi paria ns. polaarikapseleita.

Rakkoloisio *Henneguya zschokkei*

Esiintyminen: *Henneguya zschokkei* on itiöeläin, jota esiintyy yleisesti itiöpesäkkeissä lohikalajien lihaksissa, enimmäkseen siialla ja muikulla, sekä sisävesissä että rannikolla. Pesäke on täynnä maitomaista nestettä, jossa on suuri määrä itiöitä. Itiöpesäkkeet alentavat kalan kauppaa-arvoa ja ovat siten haitallisia esimerkiksi kasvatettaessa siikaa ruokakalaksi kassilaitoksissa. (Kuva 27).

Vaikutukset kaloihin: Suuri määrä itiöpesäkkeitä syrjäyttää lihaskudosta, mikä heikentää kalaa. Puhjenneet pesäkkeet avaavat tien bakteeri- ja sienitartunnoille.

Loisen tunnistus: *Henneguya zschokkei* -loisen tunnistaa parhaiten maitomaista nestettä sisältävistä itiöpesäkkeistä (2 mm – 2 cm) kalan lihaksessa. Neste on itiömassaa. Itiöt ovat soikeita, noin 10 µm pitkiä, ja niillä on kaksi pitkää jäykkää uloketta.

Leviäminen: *Henneguya zschokkei* -loisen elämänkierron pääisäntä on harvasukasmato, jossa muodostuu suvullisesti aktinospoori-itiöitä. On tärkeää, että loisittuja kaloja ei heitetä takaisin veteen, jossa ne jatkavat tartunnan levittämistä alueen harvasukasmatoihin. Harvasukasmadot toimivat myös loisen ”varastona”, jolloin loisen on mahdollista säilyä esim. verkkokassikasvattamon ympäristössä, vaikka kalat vaihdettaisiin säännöllisesti loisettomiin tai kasseja pidettäisiin tyhjillään jonkin aikaa.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Kasseihin siirrettävien siikojen tulisi olla vapaita rakkoloisista. Muovi- tai lasikuitualtaissa kasvatetuissa siianpoikasissa rakkoloision esiintymisriski on hyvin



Kuva 27. *Henneguya zschokkei* -itiöeläinloisia sisältävä pesäke siian lihaksessa (Kuva Riitta Rahkonen, RKTL).

pieni. Luonnonravintolammikossa kasvatetulla siialla *Henneguya zschokkei* -loisen esiintymisen todennäköisyys on suurempi, mutta tartuntoja ei ole raportoitu Suomesta. Hoitokeinoa ei ole.

Kierretauti

Myxobolus (ent. *Myxosoma*) *cerebralis* on itiöeläin, joka aiheuttaa lohikalojen kierretautia.

Esiintyminen: Kierretautia esiintyy Euroopassa ja USA:ssa lohikalojen viljelmillä sekä myös luonnon kirjolohissa USA:ssa. Tautia on tavattu Suomea lukuun ottamatta muista Pohjoismaista. Tauti vaivaa yleensä vain maa-altaissa viljeltyjä kaloja.

Taudin kulku: *Myxobolus cerebralis* -itiöt vapautuvat kalan kuoleman jälkeen veteen. Lammikon pohjalla elävät *Tubifex*-harvasukasmadot syövät itiöitä, ja madoissa muodostuu aktinospoori-itiöitä. Terveet kalat saavat loisia joko syömällä infektoituneita harvasukasmatoja tai madoista vapautuvia aktinospooreja. Tartunnan saaneille kaloille kehittyy tumma pyrstö tai tummia laikkuja kylkeen ja ne alkavat uida spiraalia 1–1,5 kuukauden kuluttua tartunnasta. Tyypillisten *Myxobolus*-itiöiden muodostuminen kalan rustokudokseen kestää 3–4 kuukautta. Itiöpesäkkeet tuhoavat rustokudosta, ja taudille tyypillisiä oireita ovat erilaiset selkärangan epämuodostumat, pienet kiduskannet ja vääntyneet kidusten rusto-osat. Kierretaudin aiheuttama kuolleisuus on voimakkainta maa-altaissa alle vuoden ikäisillä poikasilla, joilla tukiranka ei ole vielä ehtinyt luutua. Vuotta vanhemmat kalat eivät saa yleensä vakavia oireita, koska itiöpesäkkeitä voi muodostua vain vähän tukirangan luutumisen vuoksi.

Leviäminen: Tauti leviää muihin laitoksiin pääasiassa itiöitä kantavien kalojen mukana. Itiöt vapautuvat kuolleen kalan rustoja luukudoksesta ja kulkeutuvat *Tubifex*-matoihin.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Taudin ennaltaehkäisyssä tulisi laitokseen tuotavien kalojen olla vapaita itiöistä. Tauti vodaan torjua mikäli maa-altaat voidaan korvata helposti puhdistettavilla muovi- tai betonialtailla. Mikäli tämä ei ole mahdollista, kalat tulisi siirtää maa-altaisiin vasta yli vuoden vanhoina. Tämä toimenpide estää vakavat tappiot, mutta kaloista voi tulla taudinkantajia, mikäli kierretaudin aiheuttaja on pesiytynyt lammikkoon. Puhjenneeseen tautiin ei ole olemassa hoitokeinoa.



Kuva 28. PKD-tautia sairastavan kalan munuainen laajenee voimakkaasti. (Kuva Pia Vennerström, Evira).

PKD eli loisperäinen munuaistauti

Aiheuttaja: PKD-tautia aiheuttaa itiöeläimiin kuuluva loinen, *Tetracapsuloides bryosalmonae*. Useat makean veden sammaleläinlajit toimivat loisen pääisäntänä.

Esiintyminen: PKD vaivaa etenkin kirjolohen mutta myös muiden lohikalojen viljelyä Euroopassa ja USA:ssa. Tautia on todettu kaikista Pohjoismaista ja useasti myös Suomesta Ahvenanmaalta, ulkomailta tuoduissa kirjolohenpoikasissa. Sisämaasta tautia ei ole todettu. PKD-tautia on tavattu myös luonnonkaloilla, erityisesti taimenilla, mutta myös mm. hauella ja harjuksella makeassa ja murtovedessä, ei kuitenkaan Suomesta.

Taudin kulku: Tauti puhkeaa ensimmäisen kesän kaloissa useimmiten pian maalammikkoon siirtämisen jälkeen. Kalat tummuvat, ovat anemisia ja vatsa turpoaa jonkin verran. Menetykset ovat yleensä jatkuvia ja vähäisiä, mutta olosuhteiden muututtua huonommiksi, esim. lämpötilan nousu tai antibioottiruokinta, kuolleisuus saattaa nousta rajusti. Kuolleessa kalassa havaitaan munuaisen, pernan ja joskus maksankin turpoaminen ja kalpeus (Kuva 28). Sairastuneen kalan munuaisessa ja pernassa esiintyy amebamaisia, nk. PKX-soluja, jotka varmistettiin itiöeläimen kehitysvaiheiksi vasta 1990-luvun lopulla DNA-tutkimusten avulla. PKX-solut tuhoavat munuaisen verta muodostavaa kudosta, mistä on seurauksena anemia. Kalat, jotka selviävät taudista, ovat vastustuskykyisiä uusiville tartunnoille.

Leviäminen: Tauti leviää muihin laitoksiin pääsääntöisesti PKX-soluja kantavien kalojen mukana. Loisen levinneisyysalue näyttäisi olevan yhteydessä pääisännän eli sammaleläinten levinneisyysalueeseen, joka saattaa laajeta yhä pohjoisemmaksi ilmaston lämpenemisen myötä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Koska loisen ekologiaa ei tunneta vielä kovin hyvin, ei taudin ennaltaehkäisyyn ole tiedossa luotettavia keinoja. PKD-rokote on tutkimusasteella, mutta sitä ei ole vielä kaupallisesti saatavilla. Niissä laitoksissa, joissa PKD:tä on esiintynyt, on taudin puhkeaminen voitu yleensä välttää siirtämällä poikaset maa-altaaseen vasta loppukesällä. Pohjaveden käytöllä ja läpivirtauksen lisäämisellä voidaan vähentää tartuntapainetta.

Laakamadot ja muut madot sekä äyriäiset ja nilviäiset

Monogeenilla, heisimadoilla, imumadoilla ja juotikkailla sama yksilö tuottaa sekä naaraan että koiraan sukutuotteita, mutta ne pyrkivät silti ristisiitokseen eli kaksi yksilöä hedelmöittää toisensa. Väkäkärsämadodoilla, sukkulamadoilla ja äyriäisillä naaras ja koiras ovat eri yksilöissä. Osalla loisista on monivaiheinen elämänkierto. Pääisännässään loinen tuottaa munia, joista vapautuvat toukat käyvät läpi kehitysvaiheita yhdessä tai kahdessa väli-isännässä. Toukat kulkeutuvat viimein yleensä ruuan mukana pääisäntään. Seuraavassa esitellään muutamia loislajeja, joilla on tavalla tai toisella merkitystä kalanviljelylle.

Monogeenit eli kidusmadot: *Gyrodactylus salaris*

Useimmat monogeenit ovat alle yhden mm:n mittaisia matoja, jotka näkyvät hyvin stereomikroskoopin 10–40-kertaisella suurennoksella. Viljelylaitoksissa tavataan lohikaloissa pääasiassa *Gyrodactylus*-lajeja ja särkikaloissa *Dactylogyrus*-lajeja. Monogeenit kiinnittyvät kalan



Kuva 29. *Gyrodactylus salaris* -monogeeniä runsaasti lohien evällä (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

pintaan erityisellä kiinnittymiselimellä, jossa on koukkuja. *Gyrodactylus*-lajeilla on kaksi isoa ankkurimaista koukkuja ja kehässä niiden ympärillä pieniä koukkuja. Lajit erotetaan toisistaan koukkujen koon ja muodon perusteella. Madon etuosassa on imukuppi ravinnon ottoa varten. *Gyrodactylus*-suvun monogeenit synnyttävät kerrallaan yhden täysin kehittyneen loisyksilön, ja lisääntyminen voi olla hyvin nopeata. Yhdessä yksilössä saattaa näkyä jopa kolme sukupolvea sisäkkäin. *Dactylogyrus*-lajit laskevat veteen munia, joista vapautuvat ripselliset toukat hakeutuvat kalojen kiduksille. Suomen kalanviljelylle merkittävin laji on pääasiassa lohella mutta myös kirjjohella esiintyvä *Gyrodactylus salaris* (Kuva 29).

Esiintyminen: Monogeenit ovat hyvin isäntäspesifejä, eli tietty laji loisi vain yhdessä tai muutamassa lähisukuisessa kalalajissa. *Gyrodactylus salaris* on lohien loinen mutta kykenee elämään ja lisääntymään myös kirjjohien pinnalla. Loinen voi lyhytaikaisesti elää myös monien muiden lohikalorien pinnalla. Loista tavataan luontaisesti Itämereen laskevissa vesistöissä, myös Suomessa, eikä se yleensä aiheuta tautia tai kuolleisuutta. Loisen kulkeutuminen Norjaan 1970-luvulla on sen sijaan aiheuttanut suurta lohien jokipoikasten kuolleisuutta yli 40 joessa, mikä on romahduttanut myös saaliit. Syynä on se, että Norjan lohella, joka vaeltaa Atlantille, ei ole vastustuskykyä tämän uuden loisen liiallisen lisääntymistä kohtaan. Vastaava lohikannan romahdus tapahtui 1990-luvulla Venäjällä Vienanmereen laskevassa Kierettijoessa, johon loinen tuli Ääniseltä siirrettyjen lohienpoikasten mukana.

Vaikutukset kaloihin: *G. salaris* kiinnittyy koukuillaan kalan evien ja ihon pintaan. Madon vapaa osa etsii kiinnittymispaikkansa ympäriltä soluja ja limaa ravinnokseen. Monogeenit

voivat myös liikkua pitkin kalan pintaa kuten mittarimadot. Sekä kiinnittyminen että ravinnon otto häiritsevät ihon ja kidusten normaalia toimintaa. Lievä tartunta ei juuri haittaa kalaa, mutta voimakkaassa tartunnassa mekaaninen ärsytys lisää liman eritystä, ja rikkoutunut iho on altis tulehduksille ja sienitartunnoille. Norjan kokemusten mukaan kuolleisuus voi olla suurta.

Loisen tunnistus: *Gyrodactylus*-monogeeniä voi nähdä varmimmin tutkimalla kalan rintaeviä stereomikroskoopin 10–40-kertaisella suurennuksella. Lohen *G. salaris* -loisia voi myös näkyä ihon limanäytteissä sekä voimakkaissa tartunnoissa kiduksilla. Lajintunnistus tehdään loisen rakenteellisten erojen perustella tai molekyylibiologisin menetelmin.

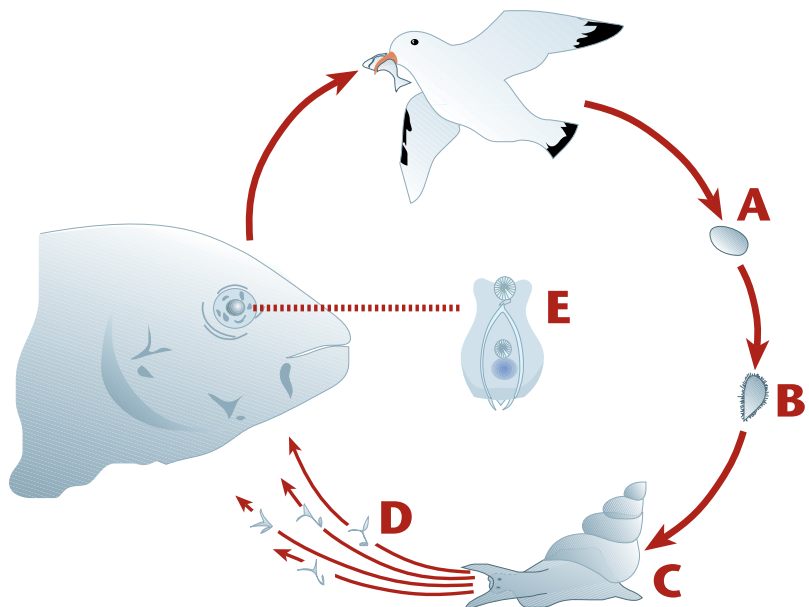
Leviäminen: *Gyrodactylus*-lajit siirtyvät tiheissä kalaparvissa kalasta kalaan. Kalanviljelylaitokseen nämä loiset leviävät pääasiassa tuotavien kalaerien mukana. Esimerkiksi Norjaan *G. salaris* levisi Ruotsista tuotujen lohenoikasten mukana.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Monogeenien lisääntyminen nopeutuu veden lämpötilan kohotessa. Suomessa lohien *G. salaris* kuitenkin lisääntyy nopeimmin viileän veden aikaan keväällä ja syksyllä. Kokonaan näistä loisista on mahdotonta päästä eroon, jos luonnonkalat toimivat loisten reservinä. Voimakkaan tartunnan hoidossa käytetään formaliinikylvetyksiä. Norjan jokia on puhdistettu Rotenon-myrkyllä, jonka tarkoituksena on tappaa kaikki kalat ja sen myötä myös loiset. Nykyisin Rotenonin käyttö on kielletty EU:ssa ja myös Norjassa.

Imumadot

Diplostomum, loiskaihin aiheuttaja

Diplostomum-imumadoilla on monivaiheinen elämäntyyppi: Lokin ulosteiden mukana kulkeutuu veteen muna (A), josta vapautuu ripsellinen toukka (B). Toukka tunkeutuu kotiloon



Kuva 30. *Diplostomum*-imumadon kierto luonnossa. Kirjainten selitykset tekstissä. Piirros on muokattu versio Bauerin ym. (1973) kirjasta.

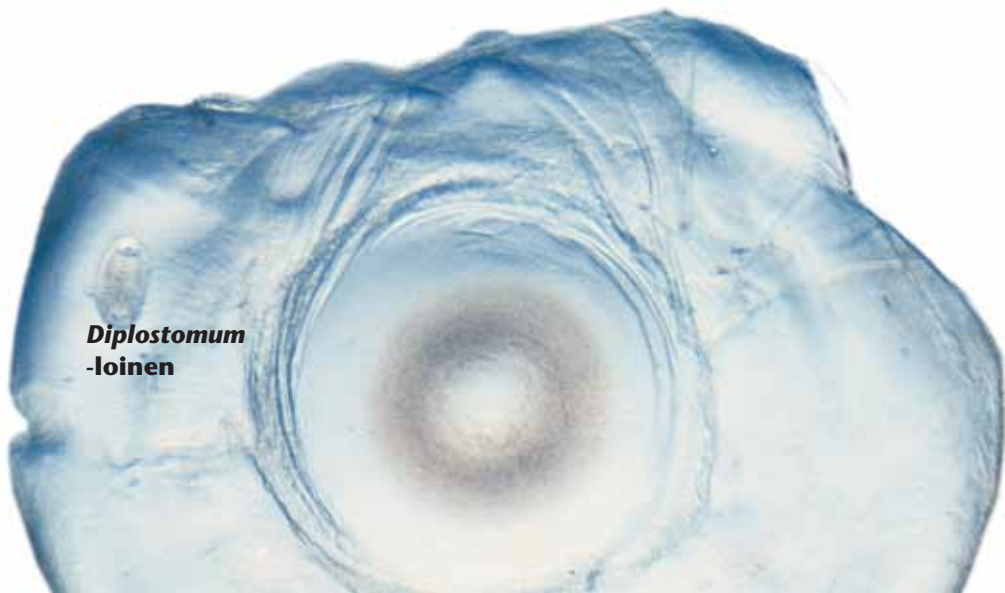
(C), ja muutamien kehitysvaiheiden jälkeen kotilosta vapautuu lämpiminä alku- tai keskikesän päivinä suuri määrä hännällisiä kerkariatoukkia, jopa 60 000 yksilöä vuorokaudessa (D). Parin vuorokauden kuluessa toukan on löydettävä kalaisäntä, johon se tunkeutuu ihon läpi ja vaeltaa kohti silmää. Silmässä kerkariasta kehittyy metakerkariatoukka (E). Lokki syö loisitun kalan, ja loinen kehittyy lokin suolessa munia tuottavaksi aikuiseksi (Kuva 30).

Esiintyminen: *Diplostomum*-loiset ovat hyvin yleisiä luonnonvesissä, joten loisen toukkia saattaa kulkeutua yläpuolisesta vesistöstä laitokseen. Laitosolosuhteissa loisista on haittaa lähinnä maalammikoissa, joissa elää kotiloita.

Vaikutukset kaloihin: Toukkien tunkeutumisvaihe on vaarallinen pikkukaloille. Loiset aiheuttavat verenvuotoja ja tukkivat hiussuonia. Loisia voi olla kalan silmissä niin paljon, että kalan näkökyky heikkenee. Tämä vaikeuttaa mm. kalan ruuan etsimistä ja kasvu hidastuu. Kalat voivat sokeutua kokonaan (esim. maa-altaiden emokalat), jolloin silmien linssit ovat valkoiset.

Loisen tunnistus: Irrota kalan silmä ja kaiva linssi esiin. Metakerkariatoukat linssin sisällä ovat noin 0,5 mm:n pituisia, soikeita, lehtimäisiä ja läpikuultavan vaaleita ja näkyvät hyvin 10–40-kertaisella suurennoksella (Kuva 31).

Ennaltaehkäisy ja hoito: *Diplostomum*-loisten esiintymistä voidaan vähentää mm. estämällä lokkien pääsy allasalueelle sekä kuivaamalla ja kalkitsemalla maa-altaat kerran vuodessa kotiloiden tuhoamiseksi. Toukkien pääsy tuloveden mukana laitokselle voidaan ehkäistä esim. johtamalla vesi järvestä tai joesta mahdollisimman syvältä. Syvässä vedessä on vähän kasvillisuutta ja samalla myös kotiloita. Verkkoaltaat tulisi sijoittaa mahdollisimman etäälle rannan kasvillisuusvyöhykkeestä. Itse loiskaihin hoitoon ei ole olemassa tehokkaita lääkkeitä.



Kuva 31. *Diplostomum-imumato* tutkimusta varten rikutussa kalan silmän linssissä (Kuva Riitta Rahkonen, RKTL).



Kuva 32. *Ichthyocotylurus erraticus* -imumadon toukkakystat kekona siian sydämen pinnalla (Kuva Riitta Rahkonen ja Viljo Nylund, RKTL).

***Ichthyocotylurus erraticus*, kystat sydämen pinnalla**

Lohikalojen sydämen pinnalla saattaa esiintyä vaihtelevia määriä halkaisijaltaan noin 1 mm:n mittaisia, vaaleita kystia. Siialla ja muikulla nämä kystat saattavat muodostaa valkoisen keon sydämen pinnalle. Esimerkiksi taimenella ja nieriällä kystat painautuvat tiukasti kammion lihakseen, mutta siialla ja muikulla kystakeko on vain löyhästi kiinni sydämessä. Kystan sisällä on *Ichthyocotylurus*-imumadon metakerkariatoukka, jonka elämänkierto on *Diplostomum*-loisen kaltainen. Silmän sijasta toukat elävät lohikalojen sydämen pinnalla (Kuva 32).

Esiintyminen: *Ichthyocotylurus*-loiset ovat hyvin yleisiä luonnonvesissä, joten loisen toukkia saattaa kulkeutua yläpuolisesta vesistöstä laitokseen. Laitosolosuhteissa loisista on haittaa lähinnä maalamikoissa, joissa elää kotiloita.

Vaikutukset kaloihin: *Ichthyocotylurus*-loisten on todettu aiheuttavan Suomessa ainakin taimenella ja nieriällä paikallista sydänlihaksen tulehdusta (epikardiitti) loiskystan ympärillä.

Tulehduksen voimakkuus vaihtelee loismäärien mukaan. Tulehduksen vaikutuksesta kalojen kuntoon tai kuolleisuuteen ei ole tietoa.

Loisen tunnistus: Loisen tunnistaa parhaiten kystien perusteella. Kystan keskiosa on valkoinen (loinen sisällä) ja reunaosa läpikuultavampi.

Ennaltaehkäisy ja hoito: *Ichthyocotylurus*-loisten esiintymistä voidaan vähentää samoin keinoin kuin *Diplostomum*-loista.

Heisimadot

Eubothrium crassum

Eubothrium-heisimatoja tavataan yleisesti lohikalojen suolessa. Madot ovat kookkaita, useita kymmeniä senttimetrejä pitkiä, ja niiden pää on usein kiinnittyneenä umpisuolialueelle. Madot saattavat täyttää koko suolen heti umpilisäkkeiden takaa. Kalat saavat matojen toukkia sekä planktonruuan (1. väli-isäntä) mukana sekä syömällä loisittuja pikkukaloja, joiden mahassa saattaa lisäksi olla loisittuja planktoneita. Norjan lohikasvattamoissa on todettu voimakkaan *Eubothrium*-tartunnan heikentävän kalojen kasvua. Tartunta voidaan hoitaa matolääkkeillä, mutta Suomessa tähän ei ole ollut tarvetta.

Haukimadot *Triaenophorus nodulosus* ja *Triaenophorus crassus*

Haukimadoilla on monivaiheinen elämäntyyppi. Pääisäntänä on hauki, jonka suolessa mato tuottaa munia. Munat vapautuvat veteen keväällä. Munista vapautuvat ripselliset toukat kul-



Kuva 33. *Triaenophorus nodulosus* -haukimadon toukkia mateen maksassa. Kaksi toukkaa on vedetty kystasta esille maksan pinnalle (Kuva Viljo Nylund, RKTL).

keutuvat planktonäyriäisiin, jotka toimivat loisen ensimmäisenä väli-isäntänä. Toisena väli-isäntänä voi olla esim. lohikala, ahven, kiiski tai made, joissa loisen toukkavaihe kystittyy maksaan (*T. nodulosus*) (Kuva 33) tai siialla ja muikulla lihakseen (*T. crassus*) (Kuva 34). Kun hauki syö loisitun kalan, toukasta kehittyy sen suolessa aikuinen, munia tuottava loisyksilö, jonka pituus on jopa yli 30 cm.

Esiintyminen: *T. nodulosus* on erittäin yleinen Suomen luonnonkaloissa, mutta kalanviljelylaitoksilla sitä esiintyy vain satunnaisesti. *T. nodulosus* -haukimadon toukka aiheuttaa huomattavaa vahinkoa taimenen viljelylaitoksissa Keski-Euroopassa ja Venäjällä, mutta Suomessa tämä haukimato ei ole aiheuttanut ongelmia. *T. crassus* -loisen esiintymisalue on pohjoisempi verrattuna *T. nodulosus* -lajiin. Kirjallisuustietoja loisen haitallisuudesta lohikalujen viljelylle on Venäjältä, jossa loinen on vaikeuttanut kassikasvatusta Volgajoessa. *T. crassus* -loista esiintyy koko Suomessa, mutta loisen määrissä on suuria järvikohtaisia vaihteluja. Loisia on tavattu myös viljelyllä kirjolohella erityisesti merialueella.

Vaikutukset kaloihin: Runsaana esiintyessään *T. nodulosus* -kystat syrjäyttävät maksakudosta, mikä johtaa mm. kasvun heikkenemiseen. *T. crassus* -loisen toukan vaeltelu kalan sisällä ennen kulkeutumista lihaksistoon voi tappaa etenkin kalanpoikasia. Toukkien esiintyminen esim. siian lihassa laskee kalojen myyntiarvoa.

Loisen tunnistus: *T. nodulosus* -mato voidaan tunnistaa seuraavalla tavalla: Riko maksassa oleva kysta ja vedä esille mato (yleensä 2–7 cm). Aseta mato objektilasin päälle vesitippaan



Kuva 34. Tyypillisiä sukulanmuotoisia *Triaenophorus crassus* -haukimadon toukkakystia siian selkälihaksesta, selkäevän tyvellä. Hammaslankamainen toukka on vedetty kystasta esiin lihaksen pinnalle (Kuva Riitta Rahkonen ja Viljo Nylund, RKTL).

ja paina toinen lasi päälle. Mikroskoopilla voi helposti havaita neljä lentävän lokin muotoista koukkua madon etupäässä. *T. crassus* -loisen toukat esiintyvät usein lihaskudoksessa selkävän tyvellä. Toukkien ympärillä on lähes aina sukkulanmuotoinen kysta, jossa loinen on laskoksilla. *T. crassus* tutkitaan kuten *T. nodulosus*. Koukut madon päässä ovat jyrkemmät *T. crassus* -lajilla.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Loistartuntaa voidaan kontrolloida vähentämällä vedenottamon haukikantaa tai siirtämällä kalanpoikaset kasseihin vasta heinäkuun lopulla, jolloin infektoituneiden planktonäyriäisten osuus on enää vähäinen. Haukimatorakkuloiden aiheuttamiin maksa- tai lihasvaurioihin ei ole olemassa hoitokeinoja.

Lokkilapamato, *Diphyllbothrium dendriticum*

Lokkilapamadon pääisäntänä ovat lokit, joiden suolessa tapahtuu munien tuotanto. Munista vapautuvat toukat kulkeutuvat ensimmäiseen väli-isäntään, planktonäyriäiseen. Toisena väli-isäntänä voivat olla useimmat lohikalat ja mm. kolmipiikki tai made. Toukat voivat koteloitua mahalaukun pinnalle (siika, Kuva 35) tai tunkeutua vatsaontelon elimiin: maksaan, sydämeen, pernaan, suoliston pinnalle (muut lohikalat). Loiset päätyvät pääisäntäänsä lокkien napattua loisitun kalan.

Esiintyminen: Lokkilapamato on yleinen pohjoisella pallonpuoliskolla. Suomessa loista esiintyy murto- ja sisävesialueella luonnonkaloissa. Järvikohtaiset erot loisten määrissä ovat kuitenkin suuria. Loisesta voi olla haittaa kalanviljelylle etenkin niillä alueilla, joiden luonnonkaloissa on voimakas lokkilapamatotartunta. Kasseissa kasvatettavat poikaset saavat loisia syömällä vedessä uivia planktonäyriäisiä. Raportoituja kuolleisuuksia on vain yhdeltä sisämaan poikaslaitokselta.



Kuva 35. Lokkilapamadon, *Diphyllbothrium dendriticum*, kystat siian ruokatorven ja mahalaukun pinnalla (Kuva Riitta Rahkonen ja Aimo Järvinen, RKTL).

Vaikutukset kaloihin: Mahalaukun pinnalle koteloituvat toukat eivät ilmeisesti juurikaan haittaa kalaa. Sen sijaan eri elimiin tunkeutuvat ja koteloituvat toukat voivat aiheuttaa vakavia taudinoreita ja kuolleisuutta.

Loisen tunnistus: Repimällä kystan varovasti auki saadaan esille liidunvalkoinen, voimakkaasti poimuttunut mato (0,5–4,0 cm). Maksassa esiintyvät kystat voi sekoittaa haukimadon vastaviiniin. Lökkilapamadon päässä ovat kuitenkin imu-uurteet eikä koukkuja kuten haukimadolla.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Lökkilapamadon toukan pääsyä kasseihin tai viljelylaitoksiin planktonäyriäisten mukana on mahdotonta estää. Loisen lisääntymistä luonnossa voidaan hillitä, mikäli esim. lohen, taimenen ja siian loisittuja suolia ei jätetä perattaessa lökkien ja tiirojen syötäviksi. Hoitokeinoa loistartunnasta kärsiville kaloille ei ole.

Sukkulamadot

Anisakis simplex ja *Pseudoterranova decipiens*

Kaksi kaloissa loisivaa sukkulamatolajia voivat tarttua myös ihmiseen ja aiheuttaa anisakiaasitautin. Kyseisiä loisia ei ole koskaan todettu viljellyistä kaloista Suomessa, ja myös havainnot luonnonvaraisista kaloista ovat harvinaisia. Tämä johtunee siitä, että niiden pääisäntinä toimivat meressä elävät nisäkkäät kuten valaat ja hylkeet.

Pseudoterranova decipiens -loisen, jota myös kutsutaan turskamadoksi, on raportoitu lisääntyneen eteläisellä Itämerellä elävissä turskissa, ja myös niiden aiheuttamat tartunnat ihmiseen ovat lisääntyneet viime vuosina. Syynä tähän uskotaan olevan Itämeren lisääntynyt hyljekanta.

Anisakis simplex -loisen on viime vuosina havaittu lisääntyneen luonnonvaraisissa Atlantin lohikannoissa. Loinen aiheuttaa niille Red Vent Syndrome (RVS) -taudin. Kalan vatsapuolen ihoon syntyy verekkäitä haavaumia, joista löytyy runsaasti vastaontelon seinämään koteloituneita *Anisakis simplex* -toukkia. Tämä on johtanut merialueelta kalastettujen kalojen pakastuspakkoon. Toistaiseksi pakastuspakko ei koske viljeltyjä lohikaloja. Lisäksi on huolestuttavaa, että vuonna 2012 norjalaiset tutkijat löysivät ensimmäisen kerran viljellyistä Atlantin lohista *Anisakis simplex* -sukkulamatoja. Kyseessä olivat teuraslinjalla hylätyt huonosti kasvaneet ja huonokuntoiset kalat.

Näistä kahdesta loisesta vain *Anisakis simplex* pystyy tunkeutumaan ihmisen ruuansulatuskanavan limakalvon läpi ja vaeltamaan eri puolille elimistöä. *Pseudoterranova* sen sijaan voi aiheuttaa yliherkkyysoireita ihmisissä, jotka ovat altistuneet loisille aikaisemmin.

Äyriäiset

Äyriäisten laajasta ryhmästä on osa omaksunut loisivan elintavan kaloissa. Toukat kuoriutuvat munista keväällä, ja siirtyvät loisimaan kaloihin joko suoraan (*Argulus*) tai vapaana elävien toukkavaiheiden jälkeen. Suomessa merkityksellisimmät äyriäissuvut kalanviljelylle ovat *Argulus*, *Caligus* ja *Ergasilus*.

Caligus-kalatäi

Suomessa esiintyvä *Caligus lacustris* on munapusseineen 7–8 mm pitkä, litteähkö loinen. Sekä naaras että koiras ovat kalojen loisia. Naaraan munapussit ovat pitkät (n. 5 mm) ja kapeat (Kuva 36).

Esiintyminen: *Caligus*-äyriäiset ovat yleisiä loisia Suomessa Selkämeren ja Suomenlahden rannikkovesien luonnonkaloilla ja myös kirjolohilaitoksilla.

Vaikutukset kaloihin: *Caligus* vaeltaa pitkin kalan ihoa ja kiduksia ja imee kärsämäisellä suullaan kalan kudosteita ja verta. Voimakas loistartunta häiritsee kaloja, jolloin liman erityys lisääntyy voimakkaasti ja pintasolukko paksuuntuu, mikä näkyy kirjolohilla valkoisena ”turkkina” selkäpuolella ja päässä. Ihon pinnan rikkoutuminen altistaa kalat bakteeri- ja sienitartunnoille. Kalat ovat rauhattomia ja hyppivät ilmaan päästäkseen loisista eroon. Kuolleisuutta ei kuitenkaan juuri esiinny. Norjan, Skotlannin ja Kanadan lohilaitoksilla esiintyy hankalampaa lohitäitä, *Lepeophtheirus salmonis*, joka voi aiheuttaa suurta kuolleisuutta.

Ennaltaehkäisy ja hoito: *Caligus*-loisia esiintyy yleisesti rannikon luonnonkaloissa, joten kassikasvattamot eivät voi käytännössä ehkäistä loisten pääsyä laitokseensa. Tehokas veden virtaus voi hillitä loisten massaesiintymistä. Loiset häviävät kaloista vesien viilennyttyä. Silti *Caligus*-äyriäisiä on häädetty Suomessa myös emamektiinibentsoaattia sisältävällä rehulla, jota saa reseptillä hoitavalta eläinlääkäriltä. Kalatäit kehittävät nopeasti vastustuskykyä



Kuva 36. Alkoholiin säilöttyjä *Caligus*-äyriäisiä. Loisten koko pitkinen munapusseineen on 8–7 mm (Kuva Riitta Rahkonen, RKTL ja Antti Koli).

emamektiinibentsoaatille, mikäli sitä käytetään toistuvasti. Kalatäit siirtyvät myös vedenvirtausten mukana pitkiäkin matkoja ja saattavat viedä lääkkeen vastustuskyvyn laitokselta toiselle. Näistä syistä täilääkkeitä ei saa käyttää vain varmuuden vuoksi, vaan ainoastaan mikäli täiden määrän lisääntyminen vaikuttaa kalojen terveyteen. Lisäksi laitoksen kaikki kalat tulisi hoitaa yhtäaikaisesti sekä myös muut läheisyydessä olevat kalanviljelylaitokset esim. samalla lahdella tai järvessä lähekkäin olevat laitokset (ks. luku 16).

Argulus-kalatäit

Argulus foliaceus ja *A. coregoni* ovat lähisukuisia lajeja, joita kutsutaan kalatäiksi. Kalatäit ovat täysikasvuuisina 5–10 mm:n mittaisia, vihertävänharmaita, litteitä loisia. Ne kiinnittyvät kalan pintaan vatsapuolen piikeillään ja imukupeillaan, mutta voivat myös irrottautua ja uida vapaana vedessä. Loiset lisääntyvät laskemalla munat vesikasvillisuuteen. Lämpimänä kesänä saattaa kehittyä monta loissukupolvea (Kuva 37).

Esiintyminen: Kalatäi on yleinen loinen ympäri maailmaa sekä luonnon- että viljelykaloilla. Suomessa kalatäistä on ollut ongelmaa sekä sisä- että rannikkovesien luonnonkaloille ja kalanviljelylle. Kalatäi suosii seisovaa, rehevöitynyttä vettä, missä happipitoisuus on alentunut.

Leviäminen: Aikuiset kalatäit pystyvät uimaan kalasta toiseen ja säilyvät hengissä useita päiviä, jopa viikkoja kalan ulkopuolella. Suomen oloissa kalatäit talvehtivat useimmiten munina altaan pohjakivissä ja kuoriutuvat seuraavana kesänä. Siten jo alkukesästä voidaan havaita kalojen pinnalla pieniä, noin 1 mm:n mittaisia kalatäitä.

Vaikutukset kaloihin: Kalatäi vaeltaa pitkin kalan pintaa ja imee pistävällä kärsällään ravinnoksi verta, kudostenesteitä ja soluja. Imiessään *Argulus* erittää kalaan myrkyllistä ainetta, joka ehkäisee veren hyytymisen. Pienet poikaset saattavat kuolla erittyneeseen myrkkyyn. Kalatäin vaurioittama iho altistuu herkästi bakteeri- ja sienitartunnoille.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Hyvä veden virtaus ja vesikasvillisuuden vähäys ehkäisevät kalatäin liiallista lisääntymistä. Lammikoihin voi asettaa esim. oksia tai muita kiinteitä alustoja, joille naaras voi laskea munansa. Alustat poistetaan säännöllisin väliajoin ja annetaan kuivua. Maa-



Kuva 37. Voimakas kalatäitartunta (*Argulus coregoni*) siian iholla (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

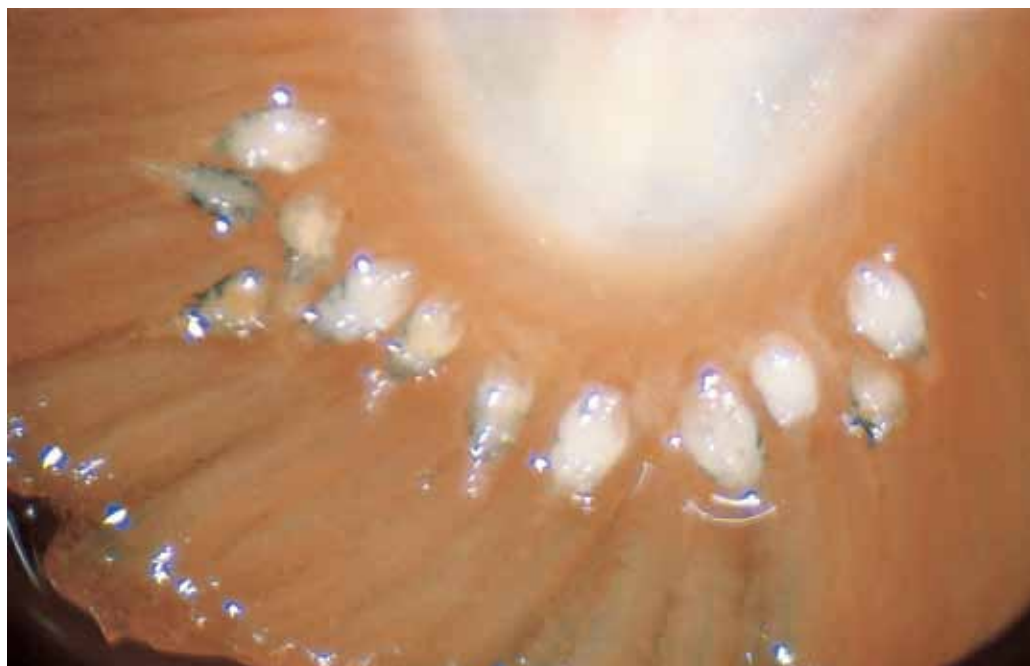
altaan täydellinen kuivattaminen tappaa munat vuorokaudessa, mutta käytännössä allasta ei saada yleensä riittävän kuivaksi. Muutamissa tapauksissa voimakkaan kalatäitartunnan aiheuttama kuolleisuus on loppunut, kun kalat on siirretty puhtaaseen lammikkoon tai kun kalat on siirretty väliaikaisiin altaisiin alkuperäisen lammikon tyhjennyksen ja kalkituksen ajaksi. Kirjallisuuden mukaan kalatäitartunnalta voidaan välttyä siirtämällä kalat maalammikkoon vasta sen jälkeen, kun talvehtineista munista kuoriutuneet loiset ovat kuolleet, eli vasta sitten kun veden lämpötila on ollut 4–5 päivää vähintään 14 °C. Voimakkaan tartunnan vaivaamat kalat voidaan lääkittää emamektiinibentsoaattia sisältävällä rehulla (ks. *Caligus*-loisen hoito ja luku 16).

Ergasilus sieboldi eli kidustäi

Ergasilus eli kidustäi on 1–2 mm:n mittainen, kalojen kiduksilla elävä loinen. Kidustäi kiinnittyy kalaan kynsimäiseksi muotoutuneella ensimmäisellä raajaparilla. Vain naaraat kiinnittyvät kalaan ja elävät kiduksilla noin vuoden. Munapusseissa olevista munista alkaa vapautua toukkia toukokuun alusta lähtien. Loiset näkyvät kiduksilla valkoisina pilkkuina (Kuva 38).

Esiintyminen: Kidustäi on yleinen loinen sisä- ja murtoveden kalojen kiduksilla. Lämpimän veden aikaan loiset kehittyvät nopeasti. Massaesiintymiset luonnonvesissä ajoittuvat heinä-elokuuhun, mutta kalanviljelylaitoksissa loista esiintyy vain satunnaisesti.

Vaikutukset kaloihin: Kidustäistä on haittaa vasta suurina määrinä. Loiset syövät kidusten kudosta ja verta ja vaurioittavat kidusta kiinnittymiskohdassaan. Voimakas tartunta vaikeut-



Kuva 38. *Ergasilus*-äyriäisiä eli kidustäitä kalan kiduksella (Kuva Riitta Rahkonen ja Aimo Järvinen, RKTL).

taa kidusten toimintaa, mikä voi hidastaa kalojen kasvua ja heikentää kuntoa. Suomesta on raportoitu vain yksi tapaus, jossa *Ergasilus*-tartunnalla oli taloudellista merkitystä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Toukkien pääsyn estäminen veden mukana laitokselle on hankalaa. Jos kiduksilla loisivien aikuisvaiheiden määrä lisääntyy hyvin suureksi ja alkaa häiritä kalojen hyvinvointia, voidaan hoitona käyttää eläinlääkärin määräämää emamektiinibentsoattia sisältävää rehua (ks. *Caligus*-loisen hoito ja luku 16).

Juotikkaat

Kalajuotikas, *Piscicola geometra*

Kalajuotikas on 1–3 cm pitkä, matomainen eläin, jolla on imukuppi kummassakin päässä. Kalajuotikas voi elää vapaana vesikasvillisuuden suojassa tai loisia kaloissa. Kalajuotikas lisääntyy laskemalla munia kasvillisuuteen. Munista vapautuu pieniä matoja, jotka kiinnittyvät kalan pintaan (Kuva 39).

Esiintyminen: Kalajuotikas on hyvin yleinen loinen Suomen vesistöissä, mutta ei yleensä aiheuta harmia kalanviljelylle.

Vaikutukset kaloihin: Juotikkaat imevät verta kaloista. Voimakas tartunta aiheuttaa anemiaa etenkin poikasille. Imukohdat ovat lisäksi alttiita tulehduksille. Juotikkaat voivat toimia myös veressä elävien loisten (siimaeliöiden) levittäjinä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Kalajuotikkaiden lisääntymistä voidaan vaikeuttaa poistamalla maa-altaista vesikasvillisuutta. Kalajuotikkaiden esiintymistä voidaan jonkin verran vähentää formaliinikylyin.



Kuva 39. Kalajuotikas hauen iholla (Kuva Pekka Vuorinen, RKTL).

Nilviäiset

Jotkut simpukkalajit (mm. järvisimpukka ja jokihelmsimpukka) viettävät osan toukkavaiheestaan kalojen kiduksilla, evillä tai iholla. Kalat kehittävät ohuen kystan, alle 0,5 mm kokoisen, kolmion muotoisen glokidium-toukan ympärille. Toukan kehitysvaihe kalassa kestää muutamia viikkoja. Pieni simpukka kaivautuu lopulta ulos kystasta ja elää vapaana vedessä.

Vaikutukset kaloihin: Kalat kestävät suuriakin määriä kystittyneitä toukkia. Vaarallisin vaihe on toukkien irrottautuminen kalasta, jolloin voi esiintyä verenvuotoja. Syntyneet haavat herkistävät kalan bakteeri- ja sienitartunnoille.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Simpukoiden vähentäminen tai hävittäminen vedenottamosta ehkäisee glokidium-toukkien aiheuttamat vahingot. Jokihelmsimpukka on meillä kuitenkin rauhoitettu eläin. Ongelmia on Suomessa esiintynyt vain paikallisesti, ja joskus on jouduttu siirtämään simpukoita yläpuolisesta vesistöstä muuhun vesistöön.

10. Sienitaudit

Vesihome

Vesihome-taudissa kalan pinnalla kasvaa vaaleata pumpulimaista sienikasvustoa (Kuva 40). Vesihomeen aiheuttajana voi olla monta vedessä elävää sienilajia, joko yksittäisinä tai seka-kasvustona. Tällaisia sieniä ovat *Achlya*, *Aphanomyces*, *Leptolegnia*, *Leptomitus*, *Pythiopsis* ja *Saprolegnia*. Tavallisimmat vesihomeen aiheuttajat ovat *Saprolegnia*-sukuun kuuluvat lajit. *Saprolegnia*-sienen elinkierto on monimutkainen, ja siihen kuuluu useita vaiheita, joissa sieni voi lisääntyä sekä suvullisesti että suvuttomasti. Suvuton lisääntyminen on yleisempää, jolloin sienirihma tuottaa siimallisia primäärisiä parveiluitiöitä. Nämä asettuvat sienirihman lähelle ja muodostavat lepoitiön. Tämä lepoitiö voi kasvattaa uutta sienirihmaa tai muodostaa sekundäärisiä parveiluitiöitä, joita pidetään pääasiallisena homesienen leviämistapana. Ne voivat elää vapaina useita päiviä tai asettua lepoitiöksi, joka selviytyy pitkiä aikoja hyvinkin keuhkoissa oloissa. Itiöiden ansiosta vesihomesienet ovat tehokkaita leviämään paikasta toiseen. Vesihome ei tartu ihmiseen.

Esiintyminen: *Saprolegnia*-itiöt ovat yleisiä makeassa vedessä ja myös terveiden kalojen pinnalla. Murtovedessä on myös todettu vesihometartuntoja. Vesihometta esiintyy kaikkina vuodenaikoina, mutta tautia esiintyy yleisimmin veden lämpötilan muuttuessa keväällä ja syksyllä.



Kuva 40. Pitkälle edennyt vesihometartunta sairastava lohi (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

Taudin kulku: Jos kalan vastustuskyky heikkenee jonkun taudin, ihovaurion tai ulkoisen häiriötekijän seurauksena, kalan pinnalla olevat itiöt tunkeutuvat kalan ihoon ja alkavat kasvattaa ohuita rihmoja ihon sisälle ja pinnalle. Myös smolttiutuminen ja kutu altistavat kalaa vesihometartunnalle. Vesihometta pidetäänkin useimmiten sekundaarisena eli toissijaisena tautina. Joidenkin *Saprolegnia*-kantojen on epäilty olevan niin aggressiivisia, että ne pystyvät sinällään aiheuttamaan tautia. Vesihometartunnan saanut kala kuolee lopulta nestetasapainon häiriöön, koska ruumiinnesteet pääsevät vuotamaan vaurioituneesta ihosta. Vesihometartuu helposti myös kuolleisiin mätijyviin, joista sienirihmat leviävät elävään mätiin.

Leviäminen: *Saprolegnia*-itiöitä esiintyy yleisesti vedessä, vesikasvien pinnalla, kaloissa ym. Kaloihin ja mätiin syntyvät sienikasvustot kylvävät tehokkaasti itiöitä veteen.

Ennaltaehkäisy ja hoito: Vesihomeelta säästytään parhaiten pitämällä kalan elinympäristö puhtaana, välttämällä ylitieheitä parvia ja käsittelemällä kaloja hellävaraisesti. Tärkeätä on vähentää sieni-itiöiden määrää poistamalla oireelliset kalat altaista ja haudonta-aseteilta kuolleet ja homeiset mätijyvät. Näkyviin homekasvustoihin kylvetysaineet tehoavat huonosti. Sairaot kalat kannattaa poistaa, koska ne kuolevat joka tapauksessa ennemmin tai myöhemmin. Malakiittivihreäoksalaattia on perinteisesti käytetty vesihometartunnan hoitoon, mutta sen käyttö ei ole ollut Suomessa sallittua tuotantoeläimille 1.10.2001 lähtien.

Ichthyophonus hoferi

Ichthyophonus esiintyy kalassa tavallisesti koteloituneina lepovaiheen itiöpesäkkeinä. Itiöt ovat pyöreitä tai soikeita (10–250 µm). Itiöpesäke lähettää ympäröivään kudokseen uusia itiöitä, jotka jakaantuvat ja koteloituvat.

Esiintyminen: *Ichthyophonus*-tartuntaa esiintyy luonnonkaloissa enemmän meri- kuin ma-keassa vedessä. Sienitauti on aiheuttanut vakavia epidemioita mm. Atlantin sillikannoille Amerikan itärannikolla. Itämeressä *Ichthyophonus*-sientä on todettu turskassa. Suomessa *Ichthyophonus*-tartuntaa ei ole tiettävästi esiintynyt.

Taudin kulku: Kala saa tartunnan syömällä sienien saastuttamaa ravintoa (kaloja tai äyriäisiä). Taudin oireet ovat erilaisia eri kalalajeilla. Sillillä itiöpesäkkeitä muodostuu ihon alaiseen lihaskerrokseen, jolloin iho muuttuu karkeaksi. Lohikaloilla taas mm. maksaan, pernaan ja munuaisiin muodostuu valkeita pesäkkeitä, jotka syrjäyttävät näiden kudoksia. Itiöpesäkkeiden muodostuminen aivoihin aiheuttaa hallitsemattomia, keinoja uintiliikkeitä.

Ennaltaehkäisy ja hoito: *Ichthyophonus*-sienen leviäminen laitokselle ehkäistään parhaiten välttämällä merikalan käyttämistä tuorerehuna. Höyrysterilointi tuhoaa sieni-itiöt kalasta.

Mikäli tautia on laitoksella todettu, on parasta tyhjentää ja desinfioida saastuneet altaat. Sairaot kalat tulee hävittää asianmukaisesti.

Muut sienitaudit

Uimarakon sienitulehdukset

Tavallisimpia uimarakosta todetuista sienistä ovat *Phoma*-, *Verticillium*-, *Phialophora*- ja *Paecilomyces*-suvun sienet. Nämä sienet ovat makean veden lajeja, mutta tauti kehittyy hitaasti, joten ongelma voi ilmetä vasta kalojen merelle siirron jälkeen. Suomessa tautia on esiintynyt myös lohien poikaskasvatuksessa kalojen ensimmäisen talven aikana. Pahimmissa tapauksissa allaskohtainen kuolleisuus on vaihdellut 5–10 %:iin. Suurinta kuolleisuus on näissä tapauksissa ollut huhti-toukokuussa.

Tartunta tapahtuu todennäköisimmin ruokatorven ja uimarakon välillä olevan tiehyen (*ductus pneumaticus*) kautta. Kalalla on vaikeuksia säädellä uimarakon täyttymisastetta, ja se ui kyljellään tai jopa selällään. Uimarakossa todetaan vaaleata ”juustoutumaa”. Usein koko uimarakko on tuhoutunut ja sienirihmasto on tunkeutunut ympäriin kudoksiin.

EUS – Epitsoottinen ulseratiivinen syndrooma (epizootic ulcerative syndrome)

EUS-taudin aiheuttaa *Aphanomyces invadans* -leväsieni. Taudin aiheuttamia joukkokuolemia on todettu trooppisilla vesialueilla sekä viljelyssä että luonnonvaraisissa kaloissa, viileän veden aikaan (18–22 °C). EUS-tautia on todettu sekä makeassa että murtovedessä (Australia, Aasia, USAn itärannikko ja Afrikka). Tauti on todettu yli 50 kalalajissa mukaan lukien kirjolohi sekä joukko myös EU:n alueella esiintyviä kalalajeja. EUS-tautiin sairastuneen kalan ruokahalu heikkenee, sen väri tummenee ja ihossa nähdään punaisia pisteitä tai laajempia haavaumia, jotka myöhemmin kuolioituvat (pala irtoaa). Diagnoosi tehdään kalan oireiden sekä sienieristyksen avulla. Itse sieni tunnistetaan molekyylibiologisin menetelmin. Taudin pelätään leviävän EU:n alueelle lähinnä koristekalakaupan kautta.

Exophiala salmonis

Exophiala salmonis -sieni aiheuttaa merivedessä lohikalojen yleistulehduksen. Infektoituneessa kalassa todetaan vaaleita pesäkemäisiä muodostumia munuaisen takaosassa, mikä erehdyttävästi muistuttaa bakteeriperäistä munuaistautia (BKD). Sieni voi myös levitä muihin sisäelimiin. Sienen on epäilty leviävän lähinnä saastuneen ruuan mukana. Suomesta tautia ei ole todettu.

11. Kalatautiin leviämisen ehkäiseminen

Tärkeimmät kalatautiin levittäjät ovat **kalat**, **mäti** ja **vesi**. Muita mahdollisia taudin lähteitä ovat tuore tai pakastettu rehukala, viljelyssä käytettävä kalusto ja työvälineet sekä ihmiset ja eläimet.

Kalatautiin leviämisen ehkäisyssä on oleellista, että omavalvonta toimii:

- Laitoksessa on siistiä ja hyvä järjestys.
- Kasvatusaltaat ja muut tilat ovat puhtaita (ks. luku 18).
- Toiminta on jaettu erillisiin yksiköihin, esim. ikäluokat erillään, altailla omat päivittäiset välineet, eri halleissa omat välineet ja kalusto.
- Sisäinen kala- ja mätiliikenne on huolellisesti suunniteltu ja toteutettu.
- Ulkoinen kala- ja mätiliikenne on huolellisesti suunniteltu ja toteutettu.
- Kaikesta toiminnasta, veden laadusta, kuolleisuudesta, hoidoista ym. pidetään tarkkaa kirjanpitoa.

Kalat

Tautien ennaltaehkäisyssä on erittäin tärkeää seurata jatkuvasti kalojen kuntoa ja käyttäytymistä sekä veden laatua. Mitä aikaisemmassa vaiheessa tauti tunnistetaan, sitä parempi on hoidon tulos.

Liian tiheät kalaparvet edistävät tautien puhkeamista. Tiheässä parvessa kalat vahingoittuvat helposti, stressaantuvat, veden laatu ja kalojen vastustuskyky heikkenevät. Vaurioituneeseen ihon kohtaan iskevät herkästi loiset, bakteerit, virukset ja sienet. Kalojen siirtely laitosalueella paikasta toiseen on aina riskialtista ja sitä tulisi välttää.

Elävän kalan tuominen laitokselle luonnonvesistä tai toisilta laitoksilta voi sisältää suuren tautiriskin. Emokalalaitoksille (P0-luokka, ks. luku 21) on elävien kalojen tuonti kielletty. Mikäli kaloissa on jokin virus- tai bakteeritauti, ne pysyvät taudinkantajina ja siten myös levittäjinä rokotuksista ja antibiootihoidosta huolimatta. Tiedyt loistaudit, kuten esim. kierretauti ja PKD, eivät lähde kaloista kylvettämällä, koska loiset ovat kalan sisällä eikä kalan pinnalla.

Tuodut kalat pitää sijoittaa erilleen (esim. eristysosastoon) laitoksen muista kaloista tutkimusten ja seurannan ajaksi. Tutkimuksissa voidaan nykyään käyttää sentinellikala-altistusta, jonka vuoksi arvokkaita luonnonkaloja ei tarvitse tappaa. Sentinellikaloina käytetään kalataudeille herkkiä sijaislajeja kuten nieriää ja kirjolohta. Sijaiskalat sijoitetaan karanteenitiloissa erilliseen tutkittavien kalojen alapuolelle sijoitettavaan altaaseen, jonne poistovesi johdetaan. Sentinellikaloja altistetaan poistovedelle 60 vrk:n ajan. Veden lämpötilan tulee olla alle 14 °C. Altistuksen jälkeen sentinellikalat tutkitaan tautien varalta. Myös uusia kaloja on seurattava erityisen huolellisesti ja otettava näytteet heti, mikäli poikkeavuutta ilmenee.

Selvästi sairaita kaloja ei saa istuttaa luonnonvesiin tai myydä toisille laitoksille. Luonnonkalojen pääsy laitokselle tulisi estää kaikin mahdollisin keinoin. Laitosten ylä-

puoliseen vesistöön tehtävät kalaistutukset ovat tautien torjunnan kannalta hyvin tärkeässä asemassa. Istuttavien tahojen kanssa tulisi luoda istutustoiminnalle pelisäännöt tautiriskien minimoimiseksi.

Kuolleiden kalojen hävittäminen

Kuolleet tai kuolemaisillaan olevat kalat ovat pahimpia tautien levittäjiä. Kuolleiden kalojen keräily ja hävitys tulee suunnitella huolella. Kuolleiden kalojen keräämisessä käytetyt välineet ja astiat on pestävä ja desinfiotava asianmukaisesti (Kuva 41). Kalajätteen hävittämisestä määrää maa- ja metsätalousministeriön päätös eläinjätteen käsittelystä sekä jätelainsäädäntö. Joillakin laitoksilla kuolleet kalat kerätään erilliseen säiliöön, johon lisätään esim. muurahaishappoa. Kalojen pilkkominen tai jauhatus nopeuttaa hajoamista. Jäte kuljetetaan kaatopaikalle tai joissakin tapauksissa se voidaan käyttää maanparannusaineena. Toinen käytössä oleva tapa on kerätä kalat esim. molok-syväkeräilysäiliöön, josta ne kuljetetaan kaatopaikalle. Eri kunnissa uuden jätelain soveltaminen on eri vaiheessa, ja useissa kunnissa ei biojätettä saa viedä enää kaatopaikalle. **Kalajätteen asianmukaisesta hävittämisestä tulee siten sopia kunnan eläinlääkärin ja jäteviranomaisten kanssa.**



Kuva 41. RKTL:n Taivalkosken viljelylaitoksella kehitetty kuolleiden kalojen keräämiseen tarkoitettu kärry (Kuva Matti Karjalainen, RKTL).

Mäti

Turvallisinta on tuoda kaikki laitoksella tarvittava kalamateriaali mätinä. Huolellinen desinfiointi (ks. luku 13) tappaa mädin pinnan haitalliset pieneliöt, joten varminta on desinfioida kaikki laitokselle otettava ja laitokselta luovutettava mäti. IPN -virustaudin ja BKD -bakteeritaudin aiheuttajat elävät mädin sisällä, joten desinfektio ei niihin tehoa. Varmin tapa varmistua mädin terveydestä on tutkia emokalat.

Mädistä tai ovarionesteestä voidaan tutkia viruksia ja bakteereita, mutta emokalan elinten, esim. munuainen ja perna, tutkiminen on luotettavampaa. Vaikka emokaloista ei jotakin tautia todettaisikaan, se ei anna täyttä varmuutta, ettei syntyvissä poikasissa esiintyisi ko. tautia. Emokalojen tutkiminen on kuitenkin tällä hetkellä luotettavin menetelmä varmistua mädin tautivapaudesta.

Mahdollisuuksien mukaan muualta tuotu mäti tulisi hautoa ja poikasten alkuvaihe kasvattaa erillään laitoksen muista kaloista. Syntyviä poikasia on hyvä vielä tutkituttaa tautien varalta.

Vesi

Tarttuvien kalatautiin aiheuttajat kykenevät yleensä säilyttämään tartuntakykynsä vedessä jonkin aikaa. Meriveden mukana kulkeutuvien taudinaiheuttajien pääsyä rannikon verkkoallaskasvattamoihin ja merivettä käyttäviin laitoksiin on mahdotonta torjua. Merilaitosten tilannetta tulisikin erityisesti seurata. Sisämaassa tärkeiden emokala- ja poikastuotantolaitosten yläpuolinen vesistö tulee pyrkiä säilyttämään vapaana vakavista kalataudeista. Ihanteellinen tilanne olisi, jos yläpuolisessa vesistössä ei olisi kalanviljelylaitoksia eikä sinne istutettaisi tai päästettäisi laitokselta tai alapuolisesta vesistöstä nousemaan kaloja. Kalojen kuljetuksessa käytetty vesi sisältää myös ilmeisen tautiriskin.

Rehu

Turvallisinta on ruokkia kaloja tehdasvalmisteisilla kuivarehuilla. Merikalaa tai näiden perkuujätteitä ei suositella käytettäväksi kalojen rehuna lainkaan. Pakastaminen ei riitä tappamaan taudinaiheuttajia; esim. IPN -virus säilyy pakastetussa kalassa jopa vuosia. Bakteeritkin kestävät pakastusta, joskin lyhyemmän ajan. Pehmeärehun valmistuksessa voidaan käyttää happosäilöttyä kalaa. Tutkimuksissa on todettu, että happokäsittely tappaa varsin tehokkaasti bakteerit, mutta ainakin IPN-virus säilyttää elinkykynsä vuosia. Suomen sisävesistä saataavaa kalaa voidaan pitää vielä suhteellisen turvallisena, mutta ei täysin riskittömänä rehuna virus- ja bakteeritautien suhteen. Turvallisimpia alueita ovat vesistöjen latva-alueet. Loisten takia rehuksia on syytä pitää pakasteessa ainakin muutamia päiviä, bakteereja ja viruksia pakastus ei tuhoa.

Altaat, kalusto, työvälineet

Kosteissa, likaisissa ja limaisissa altaissa ja välineissä saattavat taudinaiheuttajat säilyä hengissä pitkiäkin aikoja. Ilman huolellista pesua ja desinfiointia on hyvin todennäköistä, että taudinaiheuttajia kulkeutuu kaluston ja välineiden mukana sekä laitoksen sisällä että laitosten välillä. Välineiden lainaamisesta laitosten kesken tulisi luopua kokonaan. Laitoskontaktien yhteydessä on kunnollinen desinfiointi välttämätöntä. Laitoksessa jokaisella altaalla ja lam-

mikolla tulee olla omat harjat, haavit, liipit, ym. usein tarvittavat välineet (Kuva 47). Välttämättömät yhteiset välineet on aina pestävä ja desinfiointava lammikosta tai altaasta toiseen siirryttäessä. Likainen allas siirtää taudinaiheuttajat uuteen parveen. Maa- ja betonialtaat ovat tautien suhteen ongelmallisia niiden puhdistuksen vaikeuden takia. Pohjalietteessä eräiden taudinaiheuttajien lepomuodot säilyvät talven yli ja aiheuttavat taudin taas seuraavana kesänä. Maa-allas tulee desinfioida tyhjennyksen yhteydessä esim. sammuttamattomalla kalkilla (ks. luku 18). Kassikasvatuspaikkojen kesannoinnista on saatu hyviä kokemuksia mm. Norjassa. Mädin kuljetukseen soveltuvat parhaiten kertakäyttöastiat. Jos tähän ei ole resursseja, muoviset ja styroksiset kuljetusastiat tulee pestä ja desinfioida erittäin huolellisesti.

Ihmiset

Ihmiset voivat kuljettaa taudinaiheuttajia varsinkin jalkineissaan. Vierailijat eivät saa koskettaa vettä, kaloja, rehua, työvälineitä, ym. Lammikkoalueella on vältettävä turhaa liikkumista ja veden koskettamista. Ulkopuolisten vierailijoiden käynti laitosalueella tulee olla valvottua. Kannattaa harkita, onko hautomo- ja poikashalliin tutustuminen yleensä tarpeellista.

Hautomo- ja pikkupoikashallin ulkopuolella tulee olla astia, jossa kengät desinfioidaan halliin mentäessä ja sieltä poistuttaessa. Desinfiointava liuosta sisältävän maton kautta kävely vähentää taudinaiheuttajien määrää, mutta ei takaa jalkineiden puhtautta. Laitoksella tulisi olla muutama pari ylimääräisiä kumisaappaita tai kenkien päälle laitettavia tukevia suojuksia, joita vierailijat voivat käyttää. Hyväksi todettuja kankaisia, kumipohjaisia ja pestäviä jalkine suojuksia toimittaa mm. Bicapa-Björnkläder (Ruotsi). Turvallisinta olisi kierrättää vieraita lammikkoalueella autolla.

Kun vieraillaan muilla laitoksilla on pidettävä huoli, että työntekijät eivät kuljeta tauteja mennessään tai tuo niitä asusteissaan tullessaan omalle laitokselle. Vierailulla on hyvä käyttää kokonaan eri vaatteita ja jalkineita kuin työpaikalla.

Eläimet

Muutkin eläimet kuin kalat voivat levittää tauteja laitokseen ja laitoksen sisällä. Lokit, varikset ja kalasääsket ruokailevat mielellään kalanviljelylaitoksissa. Nokassa, jaloissa ja ulosteissa voi kulkeutua taudinaiheuttajia pitkienkin matkojen takaa. Pienet nisäkkäät, kuten villiminkit, saukot, supikoirat ja koirat, voivat siirtää kalatauteja lammikosta toiseen.

On vaikeata suojautua täysin eläimiltä, mutta seuraavat menetelmät ainakin vähentävät riskiä saada tauti eläinten välityksellä:

- Sijoitetaan mahdollisimman suuri osa altaista sisätiloihin.
- Sijoitetaan ulkoaltaat pienelle alueelle lähelle rakennuksia, jolloin villit eläimet eivät uskalla tulla niille. Pystyt altaiden reunat vaikeuttavat eläinten pääsyä niihin.
- Poistetaan kuolleet kalat altaista mahdollisimman nopeasti.
- Suojataan tulo- ja poistovesitys hyvin.
- Lökkilangoilla tai -verkoilla vaikeutetaan lintujen pääsyä ottamaan kaloja altaasta.
- Aidataan laitosalue tai ainakin allasalue. Käytetään tarvittaessa karja- ja hevostaloudes-ta tuttua sähköpaimenta estämään saukkojen pääsyä laitosalueelle.

12. Mädin kylvetys vesihomeen torjumiseksi

Haudottavan mädin joukossa oleviin kuolleisiin mätijyviin tarttuu helposti Saprolegnia-sieni eli vesihome. Sienirihmat muodostavat runsaasti uusia sieni-itiöitä, jotka voivat tarttua myös elävään mätiin. Tärkeätä olisi siten kerätä kuolleet mätijyvät mahdollisimman usein pois. Mädin laatuun voidaan vaikuttaa myös mm. lypsy- ja hedelmöitysmenetelmiä sekä lypsyajoitusta optimoimalla. Kokemusten mukaan väljästi haudottava mäti homehtuu vähemmän kuin paksuna kerroksena oleva mäti.

Usein pelkkä kuolleiden mätijyvien kerääminen ei riitä, tai se ei ole edes mahdollista, ja mätiä joudutaan kylvettämään sienitartunnan eliminoimiseksi. Aikaisemmin vesihomeen ennaltaehkäisyssä käytetyn malakiittivihreäoksalaatin käyttö ei ole ollut sallittua Suomessa 1.10.2001 lähtien.

Formaliini (30 %)

Malakiittivihreän käytön kieltämisen jälkeen hautomotoiminnassa jouduttiin etsimään korvaavia käsittelykemikaaleja vesihomeen torjumiseksi. Riista ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelylaitoksilla päädyttiin formaliinin käyttöön, joka oikein annosteltuna torjuu vesihomeen tehokkaasti ja turvallisesti. Seuraavassa kerrotaan muutama käsittelymenetelmä, joita voi soveltaa eri olosuhteissa. Valittavaa menetelmää testattaessa suositellaan käytettäväksi formaliinin sekoitettua väriainetta (karamelliväri), jotta nähdään liuksen leviäminen mädin sekaan. Formaliini soveltuu sekä lohipekalojen että siian mädin kylvetykseen.

Huomio työturvallisuus, ilmanvaihto ja oikea suojaus, kun käsittelet formaliinia!

Kiertovesimenetelmä

Haudontavettä kierrätetään haudontayksiköiden läpi kylvetyksen ajan. Formaliini (30 %) annostellaan lappoletkulla tai annostelupumpulla kiertovesisäiliöön 20 minuutin ajan. Kemiikaalin kylvetyksaikainen 1:2 500-pitoisuus lasketaan kokonaisvesimassan mukaan. Kylvetys kestää noin 30 minuuttia, jonka jälkeen kierto vaihdetaan vettä noin tunnin ajan. Kylpy toistetaan kolmesti viikossa esim. ma–ke–pe. Mikäli vesihomeongelma ei ole jatkuva, voidaan kylvetyskertoja vähentää 1–2 kertaa viikossa varsinkin silmäpistevaiheen jälkeen, kun mäti on puhdistettu.

Menetelmä estää tehokkaasti vesihomeen kasvamisen mädin pinnalle ja on turvallinen tällä pitoisuudella myös mädille. Kylvetykset tulee lopettaa hyvissä ajoin ennen mädin kuoriutumista.

Läpivirtauskylvetys

Formaliini annostellaan lappoletkulla tai annostelupumpulla kaukalon tuloveteen niin että pitoisuudeksi tulee 1:2 500 kokonaisvesimäärään nähden. Annostelu toistetaan 2–3 kertaa viikossa olosuhteet ja vesihomeen tartuntauhka huomioiden. Siian mädille läpivirtauskylvetys

voidaan antaa jopa 7 kertaa viikossa pitoisuudella 1:2 000. Tällöin kannattaa käyttää ajastettua pumpputoimintaa.

Menetelmä toimii, mutta ei estä kokonaan vesihomeen muodostumista. Lisäksi menetelmä edellyttää kuolleiden mätijyvien nyppimistä alkuhaudonnan aikana. Siian mäti muuttuu formaliinikäsittelyssä liukkaaksi ja seurauksena voi olla, että kuolleet mätijyvät eivät enää nouse pintaan vaan sekoittuvat elävän mädin joukkoon. Tämä voi hankaloittaa mädin puhdistamista.

Lyhyt kylpy

Haudontakaukalon tulovesitys seisautetaan kylvetyksen ajaksi. Formaliinin pitoisuus lasketaan 1:2 500 kokonaisvesimäärään nähden. Tarvittava formaliinimäärä sekoitetaan pariin litraan vettä ja kaadetaan varovasti ja tasaisesti jakaen mätiäsettien päälle. Tulovesitys laitetaan päälle ½–1 tunnin päästä. Annostelu toistetaan 2–3 kertaa viikossa olosuhteet ja vesihomeen tartuntauhka huomioiden.

Menetelmä on tehokkaampi kuin läpivirtauskylvytys, mutta paljon työläämpi. Tällä menetelmällä annettiin koemielessä myös pitkäkestoisia kylvetyksiä (2–3 vrk) haudontajakson alussa. Kokeessa ei havaittu lisääntyneitä kuolleisuutta.

Vetyperoksidi (H₂O₂)

Kirjallisuuden mukaan myös vetyperoksidia voidaan käyttää vesihomeen ennaltaehkäisyyn.

Annostus: 500–1 000 mg/litra.

Vaikutusaika: 15 minuutin kylpy.

13. Mädin desinfiointi

Mädin desinfiointin tarkoitus on varmistaa, että myynti- tai siirtotilanteessa mädin pinnalla ei ole kalataudin aiheuttajia, jotka myöhemmin johtaisivat siirretyn mätierän tai muiden kalojen sairastumiseen.

Mädin desinfiointi tulee tehdä jodoforiliuoksella, jonka vapaan jodin pitoisuus on vähintään 100 mg/litra. Tämän pitoisuuden katsotaan olevan mädille turvallinen ja samalla riittävän tehokas tuhoamaan taudinaiheuttajia. Muun kuin silmäpisteasteisen mädin desinfiointiliuokset tulee tehdä fysiologiseen suolaliuokseen, jolloin jodin imeytyminen mädin sisään estyy. Desinfiointiliuoksen pH on säädettävä neutraaliksi (6,8), jotta jodoforien myrkyllisyys ei lisääntyisi. Tavallisimmin tähän käytetään natriumhydroksidia (NaOH) yhdessä kaliumdivetyfosfaatin kanssa (KH₂PO₄). Asianmukainen desinfiointitila varmistaa hyvän lopputuloksen (Kuvat 42, 43).

Vastalypsetyn mädin desinfiointi on tehtävä erittäin huolellisesti, koska väärin tai vääränä ajankohtana tehtynä se voi johtaa suuriin tappioihin. Harjuksen mätiä ei suositella desinfiointavaksi vastalypsetynä, vaan vasta silmäpisteasteella juuri ennen kuoriutumista.

Eri kehitysvaiheissa oleva mäti desinfioidaan seuraavalla tavalla:

Vastalypsetty mäti:

- Mädin annetaan turvota vähintään ½ -tuntia, useimmilla lajeilla 2–24 tuntia hedelmöityksen jälkeen.
- Siirretään vastahedelmöitetty mäti fysiologiseen suolaliuokseen (90 g/10 l vettä). Mädin annetaan olla liuoksessa muutama minuutti.
- Liuotetaan puskuriaineet erilliseen fysiologiseen suolaliuokseen. Kemikaalit liuotetaan kokonaan ennen mädin kylvetystä.
- Lisätään jodofori.
- Mäti upotetaan liuokseen 10–15 minuutin ajaksi ja sekoita varovasti 2–3 minuutin välein koko desinfiointiajan.
- Huuhdellaan mäti useita kertoja fysiologisella suolaliuoksella.
- Imeytetään käytetty jodoforiliuos maahan tai inaktivoidaan se natriumtiosulfaatilla (ks. luku 18).

Silmäpiste asteella oleva mäti:

- Kuolleet mätijyvät poistetaan silmäpisteasteisesta mädistä.
- Liuotetaan puskuriaineet puhtaaseen veteen. Kemikaalit liuotetaan kokonaan ennen mädin kylvetystä.
- Lisätään jodofori.
- Mäti upotetaan liuokseen 10–15 minuutin ajaksi ja sekoita varovasti 2–3 minuutin välein koko desinfiointiajan.
- Huuhdellaan mäti useita kertoja puhtaalla vedellä.
- Imeytetään käytetty jodoforiliuos maahan tai inaktivoi se natriumtiosulfaatilla (ks. luku 18).

Mädin desinfiointiin voidaan käyttää apteekista saatavaa puskuroimatonta jodoforia (Betadine), joka puskuroidaan seuraavan ohjeen mukaisesti. Desinfiointiliuoksen valmistuksessa

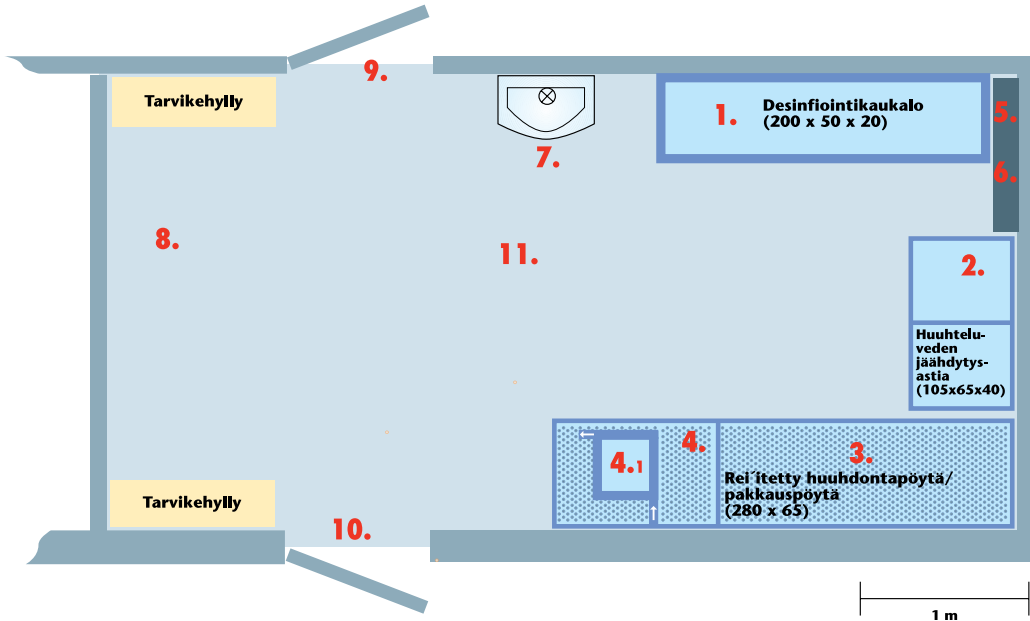
tarvittavat puskurointiaineet voi punnituttaa valmiiksi annospusseihin apteekissa. Jodoforin mittaaminen on helpointa tehdä mittalasilla tai desilitran mitalla:

Kylvettävä mätimäärä	Vettä tai fysiologista suolaliuosta	Väkevä jodofori	Puskurointiaineet	
			kaliumfosfaatti	natriumhydroksidi
1–2 l	10 l	100 ml	68 g	9,5 g
10–20 l	100 l	1 000 ml	680 g	95,0 g

Nykyisin on saatavilla myös valmiiksi puskuroitua jodoforiliuosta tuotemerkillä Buffodine. Maahantuojat: BIOFONTE OY, PL 98, 02201 Espoo. Puhelin (09) 439 3680. Tuotteen mukana tulee suomenkielinen käyttöohje. Lisäksi tuotteella on oma käyttöturvallisuustiedote.

Mädin desinfiointijärjestelmän muistilista (Eskelinen & Forsman 1996):

- | | |
|--|--|
| Desinfioi vain hyväksi todettua mätää | <ul style="list-style-type: none"> • optimaalinen lypsyaika • oikeat lypsy- ja hedelmöitystekniikat |
| Desinfioi paisunutta mätää | <ul style="list-style-type: none"> • huono mäti ei desinfioidulla parane • mäti paisuu parissa tunnissa • useimmilla lajeilla käytännöllisin ja turvallisin desinfiointiaika eloonjäämisen kannalta on 2–24 tuntia hedelmöityksestä • jos paisuntaolosuhteet ovat huonot tai lisäävät tautiriskiä, lyhyin mahdollinen aika on usein optimaalisin |
| Desinfiointiaineen väkevyys | <ul style="list-style-type: none"> • käytä vain hyvänlaatuista jodoforia, tarkista parasta ennen leimaus • 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 • desinfiointijärjestelmän työtavat • desinfiointijärjestelmän jälkeen mäti siirretään puhtaaseen veteen tai tulevaan kasvatuspaikkaan |
| Ennen desinfiointia silmäpisteasteinen mäti on puhdistettava | <ul style="list-style-type: none"> • eloperäinen aine heikentää desinfiointiaineen tehoa • desinfiointiaineen tehon heikkeneminen vaarantaa tarkoituksen toteutumisen |



1. Desinfiointikaukalo: Vetoisuus on noin 100 l desinfiointinestettä. Kerralla voidaan desinfioda noin 20 l (neljä asetta) mätiä. Yläpuolella on poistomuri, joka imee desinfiointiaineen höyryt ulos. Kaukalo on vaipallinen ja vaipan sisällä kulkee lämpötilaa tasaava jäähdytysvesi. Käytetty desinfiointineste neutraloidaan natriumtiosulfaatilla ja johdetaan viemäriin.
2. Huuhteluveden jäädytysastia: Desinfioidun mädin huuhtelussa käytetty pohjavesi jäädytetään jääpalojen avulla lähelle +0 C. Astiassa oleva väliseinä on vedenpitävä. Kun toisen puolen vettä käytetään, voidaan toiselle puolelle ottaa vettä jäähtymään.
3. Mäti huuhdotaan desinfiointin jälkeen ritilälevyllä päällystetyllä huuhtontapöydällä. Huuhteluvesi valuu rei'itetyn pinnan läpi alapuolella olevaa kourua myöten viemäriin.
4. Pakkauspöytä: Mäti pakataan styrokolaatikoihin pakkauspöydällä, jonka pinnalla on rei'itetty ritilälevy.
- 4.1. Vaipallinen pakkausasetti: Styrokolaatikon mätirasia asetetaan vaipalliseen, matalaan asettiin, joka pitää pakattavan mädin viileänä. Vaipan sisällä kiertää viileä, lämpötilaa tasaava jäähdytysvesi.
5. Pohja- ja jäähdytysvettä tuovat putkistot ja venttiilit.
6. Pöytien alla kulkevat viemäriputkistot, joita pitkin käytetty vesi kulkeutuu latitiakaivojen kautta viemäriin.
7. Pesupiste käsille ja työvälineille.
8. Varastointi- ja työtila.
9. Mäti tuodaan hautomosta. Asiakkailta pääsy kielletty!
10. Mäti toimitetaan ulos vain tätä kautta. Asiakkaille tarkoitettu sisäänkäynti.
11. Helposti puhtaana pidettävästä materiaalista rakennettu tila. Valmistusmateriaaleina ovat betoni, kaakeli ja metallirakenteet.

Kuva 42. Pohjapiirros toimivasta mädin desinfiointitilasta ja varustelusta. RKTL, Taivalkosken riistan ja kalantutkimus.



Kuva 43. Mädin desinfiointi käynnissä. Jodoforiliuos värjää desinfioitavan mädin tumman ruskeaksi (Kuva Matti Karjalainen, RCTL).

14. Kalojen kylvetykset

Yleistä

Lois- ja bakteeritartunnan ennaltaehkäisyssä on kalojen elinympäristön puhtauteen kiinnitettävä erityistä huomiota. Altaaseen kerääntyvään levään ja kalanjätteisiin pesiytyy herkästi taudinaiheuttajia. Ruuanjätteet ja kalojen ulosteet kuluttavat vedestä happea. Myös liiallinen kalatiheys altistaa kalat helposti taudeille.

Veden laatu vaikuttaa kylvetyksaineiden tehoon. Mikäli vedessä on runsaasti humusta ym. eloperäistä ainetta, vähentää se kylvyn tehoa. Hapan, kalkkiköyhä vesi taas lisää monien kemikaalien myrkyllisyyttä.

Kaikki yleisesti käytetyt kemikaalit ovat jossain määrin myrkyllisiä kaloille. Kylvetyks aiheuttaa aina stressiä kaloille, jotka jo muutenkin ovat lois- tai bakteeritartunnan heikentämiä. Kylvetyksaineet voivat mm. hidastaa kalojen kasvua, vaurioittaa kiduksia tai muuten heikentää kaloja, jolloin ne ovat alttiimpia sairastumaan myöhemminkin.

Kalojen kylvetyks täytyisi suorittaa vasta olosuhteiden huolellisen arvioinnin jälkeen ja kun taudinaiheuttaja on selvitetty. **Kylvetyksistä ei saa muodostua säännöllisin väliajoin toistuvia, rutiinimaisia toimenpiteitä.**

Huolehdi, että altaan vesi vaihtuu tehokkaasti. Suuntaa tulovesiputki siten, että tuleva vesimassa auttaa myös altaiden itsepuhdistuvuutta ja huuhtelee kertyvän kiintoaineen tehokkaasti viemäriin.

Kylvetyksen suorittajan tulisi noudattaa seuraavia tärkeimpiä sääntöjä jokaisen kylvetyksen yhteydessä:

- Kylvetä vain silloin, kun on **todellinen tarve**. Kylpy olisi hyvä suorittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, so. ennen kuin kaikki kalat ovat saaneet tartunnan tai kaloja on alkanut kuolla.
- Kylvetä, mikäli mahdollista, **puhtaassa altaassa**. Puhdista allas hyvissä ajoin ennen kylvetystä, jotta vesi olisi hyvälaatuista ja kalat ehtisivät palautua puhdistuksen aiheuttamasta häiriöstä.
- Suorita kylvetyks vuorokauden **viileimpänä** ajankohtana.
- Paastota kaloja ennen kylvetystä, mielellään edellisestä iltapäivästä lähtien. Aivan pienille kaloille paasto voi olla lyhyempi. Älä koskaan kylvetä alle neljä tuntia sitten ruokittuja kaloja. Kala, jonka maha on tyhjä, kuluttaa vähemmän happea ja kestää näin kylvetyksen paremmin.
- **Varmista kylvetyksaineen pitoisuus**. Testaa liuos erikseen muutamalla kalalla varsinkin, jos käytät uutta kemikaalia tai pitoisuutta.
- **Valvo aina kylvetystä**. Keskeytä heti, mikäli kalat esim. näyttävät kärsivän hapen puutteesta.
- Seuraa veden happipitoisuutta ja käytä **hapetusta** aina kun se on mahdollista.
- Toista käsittely vain, mikäli se on aivan välttämätöntä. Hoitojen välillä tulee kuitenkin olla **vähintään 30** tuntia.
- Kirjaa ylös suoritettut toimenpiteet ja hoidon tulos.
- **Käytä asianmukaista suojaruustusta**. Esimerkiksi formaliniä käytettäessä suojakäsineet sekä A-luokan suodattimella varustettu koko- tai puolinaamari ja suojalasit ovat välttämättömät.

Kylvetystavat

Lyhyt kylpy

Veden määrää altaassa lasketaan ennalta määritellylle korkeudelle, jolloin tiedetään vesimassan tilavuus, ja virtaus pysäytetään. Kemikaali lisätään veteen ja annetaan vaikuttaa yleensä 15–60 minuuttia, jonka jälkeen altaaseen juoksetetaan normaali vesimäärä. Kylvyn aikana on aina vaarana hapen puute.

Soveltuvuus: Lyhyt kylvytys soveltuu isoille kalamäärille altaisiin ja lammikoihin, joissa veden virtaus voidaan katkaista. Verkkoaltaissa voidaan myös käyttää lyhyttä kylpyä. Allas voidaan ympäröidä pressulla tai vastaavalla. Kemikaali lisätään veteen ja annetaan vaikuttaa tarvittavan ajan. Kun pressu poistetaan, pääsee vesi vaihtumaan. Ongelmana on kuitenkin kemikaalin joutuminen ympäröivään veteen, jolloin laimeneminen riippuu mm. virtaus- ja tuuliolosuhteista. Nykyään on saatavilla siirrettäviä, muovisia, verkkoaltaan reunaan kiinnitettäviä kylvytsaltaita. Kalat siirretään verkkoa nostamalla ilmastettuun altaaseen, johon on tehty tarvittava kemikaaliliuos. Kylvetyksen päätyttyä kalat siirretään takaisin kassiin.

Huuhtelukylpy

Pieni määrä suhteellisen väkevää kemikaalia lisätään tuloveteen lyhyen ajan, jolloin aine huuhtoutuu veden mukana altaan läpi. Kemikaalin pitoisuus on hieman korkeampi kuin lyhyessä kylvyssä. Menetelmän etuna on hapen puutteen ja kalojen käsittelyn välttäminen. Kemikaali saattaa levitä epätasaisesti altaaseen, eli toisiin kohtiin kerääntyy kemikaalia liikaa, ja toisiin liian vähän.

Soveltuvuus: Menetelmä on käyttökelpoinen maa-aitaille, mutta usein käytetään myös huuhtelukylvyn ja lyhyen kylvyn välimuotoa. Huuhtelukylpy sopii myös betonoiduille uoma-aitaille, joissa veden virtaus on voimakasta.

Kastaminen

Kalat siirretään tavallisesti 30–60 sekunniksi väkevään kemikaaliliuokseen. Kaloille aiheutuu ylimääräistä häiriötä, kun niitä joudutaan pyydystämään ja siirtämään. Menetelmää käytetään pienille kalamäärille, esim. yksittäisille emokaloille.

Kalojen siveleminen kemikaalilla

Kalojen, varsinkin emokalojen ihovaurioita, tulehdusalueita ja vesihometartuntaa voidaan hoitaa myös sivelemällä kemikaalia kalan pintaan.

Kylvetysaineet

Yhteenvedo yleisimmistä kylvetyskemikaaleista ja pitoisuuksista:

Aine	Pitoisuus	Aika	Kalan ikä	Torjuntakohteet
Formaliini 30 %	1:6000–1:8000	huuhtelu –15 min	vk–3 kk	kaikki muut paitsi <i>Chilodonella</i>
	1:4000–1:5000	15–30 min	3 kk–emot	kaikki muut paitsi <i>Chilodonella</i>
	1:20 000–40 000	huuhtelu	3 kk–emot	valkopilkkutauti
Formaliini 30 % + PAA12:20	1:20 000–40 000 1:125 000–1:100 000	huuhtelu	3 kk–emot	valkopilkkutauti
Merisuola	1–1,5 %	huuhtelu –20 min	vk–3 kk	<i>Chilodonella</i>
	2–2,5 %	10–15 min	3 kk–emot	<i>Chilodonella</i>
Bentsalkonium- kloridi	1–2 mg/l aktiivista ainetta	30–60 min	vk–emot	kidus-, iho- ja evätu- lehdukset
Kloramiini T	1–2 mg/l aktiivista klooria	20–40 min	vk–emot	kidus-, iho- ja evätu- lehdukset
Vetyperoksidi	50–100 mg/l aktiivista vetyperoksidia	30–60 min	vk–emot	sienitaudit, kidus-, iho- ja evätulehdukset

Formaliini

Teho: Formaliini on erittäin tehokas alkueläinten (paitsi *Chilodonella*) häätämiseen. Voimakas kylpy tappaa myös monogeneeneja, äyriäisiä ja juotikkaita.

Annostus: Starttaaville kaloille on syytä käyttää laimeaa pitoisuutta ja myös isoille kaloille, jos veden lämpötila on korkea: 1:6 000–1:8 000 = 253–211 ml/1 000 l vettä. Kylvetysaika on 15–30 minuuttia. Altaan mukaan kylpy voidaan suorittaa myös huuhtelukylpynä. Yli 5 cm:n poikaset alkavat jo kestää voimakkaampia pitoisuuksia: 1:4 000–1:5 000 = 317–253 ml/1 000 l vettä. Kylvetysaika on 15–30 minuuttia. Lammikoissa, joissa vesi vaihtuu hitaasti, voidaan käyttää myös pitkää kylpyä: 1:20 000–1:25 000 eli 63–51 ml/1 000 l vettä 24 tuntia. Monogeenien, äyriäisten ja juotikkaiden häätäminen voi vaatia suurempia pitoisuuksia: 1:2 000 eli 633 ml/1 000 l, 15–30 min, mutta tämä pitoisuus alkaa olla jo kalojen kestokyvyn rajoilla.

Malli pitoisuustaulukosta. Laadi vastaava omalle laitokselle sopivaksi:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	1:6 000 30 % form., ml	1:5 000 30 % form., ml	1:4 000 30 % form., ml
1 m ²	10	100	21	25	32
	20	200	42	50	63
4 m ²	10	400	84	101	127
	20	800	169	203	253
50 m ²	20	10 000	2111	2533	3167
	30	15 000	3167	3800	4750

Haittavaikutuksia: Formaliini sitoo happea, joten vettä täytyy hapettaa kylvetyksen ajan varsinkin korkeissa lämpötiloissa. Formaliinin myrkyllisyys vaihtelee kalalajin ja lämpötilan mukaan. Älä käytä formaliniin kaloille, joiden kidukset ovat huonossa kunnossa. Formaliini aiheuttaa kidusepiteelin irtoamista, mistä on seurauksena häiriöitä vesi- ja ionitasapainossa sekä happoemästatapainossa. Yli 6 kk:n säilytys alhaisessa lämpötilassa lisää formaliniin muuttumista kaloille erittäin myrkylliseksi paraformaldehydiksi, joka näkyy valkoisena sakkana astian pohjalla.

Ihmisillä formaldehydiä sisältävä formalinihöyry ärsyttää hengitysteitä ja allergisoi, joten hengityssuojainta tulee aina käyttää. Formaliini on 1. asteen myrky, joten sitä käytettäessä on noudatettava tarkasti annettuja turvallisuusohjeita. Toimita käyttökelpoton, paraformaldehydiksi muuttunut liuos ongelmajätteiden käsittelylaitokselle.

Formaliini + Peretikkahappo (PAA) 12:20

Teho: Aiemmin valkopilkkutautia hoidettiin tehokkaasti malakiittivihreällä yksin tai yhdessä formaliniin kanssa. Lokakuun 2001 alusta lähtien malakiittivihreän käyttö tuotantoeläimille ei ole ollut sallittua Suomessa, koska malakiittivihreä saattaa aiheuttaa syöpää ja muutoksia perimään. Vuosina 2001–02 Suomessa tehtiin kylvetykskoikeita malakiittivihreän korvaavan hoidon löytämiseksi. Kokeissa neljällä kalanviljelylaitoksella testattiin formaliniin, kloramiini-T:n, vetyperoksidin, kaliumpermanganaatin ja peretikkahapon (PAA12:20) (kokeissa käytettiin Per Aqua ja Desirox-nimisiä tuotteita, jotka molemmat sisältävät peretikkahappoa 13 %, etikkahappoa 20 % ja vetyperoksidia 20 %) tehoa valkopilkkutautia vastaan. Formaliini osoittautui tehokkaimmaksi joko yksinään annettuna tai yhdessä PAA12:20 kanssa. Kylpy kohdistuu parveilijoihin, jotka kuolevat melko herkästi. Hoito on aloitettava heti, kun ensimmäinen valkopilkkuloinen kaloissa havaitaan. Maa-altaat, joissa tautia on esiintynyt, tulisi tyhjentää ja kalkita loisten koteloasteiden tuhoamiseksi pohjalietteestä.

Annostus: Ennen kylvetystä tarvittava formaliniinimäärä (1:20 000–40 000, ks. annostusohjeet edellä) ja PAA12:20 (1:125 000–1:100 000) -määrä voidaan sekoittaa erillisessä astiassa tai tankissa pieneen vesimäärän. Altaan kokonaisvesimäärä on tunnettava, ja laskettava tarvittava kemikaalimäärä sen mukaan. Esimerkiksi PAA12:20-pitoisuuteen 1:100 000 tarvitaan ko. kemikaalia 10 ml/1000 litraa vettä.

Kylvetyksen voi suorittaa ns. huuhtelukylpynä, jolloin liuosta juoksetetaan maa-altaaseen noin tunnin ajan. Kylvetyksen teho on kuitenkin parempi, mikäli veden määrää voidaan vähentää ja virtaus pysäyttää 30–60 minuutiksi. Kylvetykset toistetaan 1–3 kertaa viikossa 4–6 viikon ajan, tai niin kauan kuin pilkkuja kaloissa havaitaan.

Haittavaikutuksia: Ks. formaliini edellä. Korkeissa lämpötiloissa on varottava PAA12:20 yliannostusta, koska myrkyllisyys lisääntyy 12 °C:n yläpuolella. Yliannostus aiheuttaa kidusvaurioita.

Suola

Teho: Suola on erittäin tehokas *Chilodonellan* häätämiseen. Muiden alkueläinten, monogeenien ja äyriäisten aiheuttama tartunta lievenee, mutta ei yleensä kokonaan häviä voimakkaallakaan suolakylpyllä.

Annostus: Voimakas suolakylpy 2–2,5 % (20–25 kg/1 000 l) 10–15 min. Heikko suolakylpy 1–1,5 % (10–15 kg/1 000 l) 15–20 min. Kastaminen 3 % (3 kg/100 l). Heikkoa suolakylpyä

käytetään pienille kaloille ja voimakasta isoille kaloille. Suolaa käytetään myös osmoregulaatiokyvyn parantamiseen stressin, esim. kuljetuksen aikana. Suositeltava pitoisuus kuljetuksissa on 0,3 %, eli 3 kg/1 000 l vettä.

Jotta suola vaikuttaisi tehokkaasti, on se liuotettava mahdollisimman nopeasti:

- A. Suolan voi liuottaa erillisessä astiassa esim. lämpimään veteen, joka jäähtyneenä kaadetaan altaaseen.
- B. Suola kaadetaan altaaseen ja liuotetaan sekoittamalla varovasti harjalla. Tätä menetelmää voidaan käyttää kuitenkin vain 1-v tai vanhemmille kaloille. Liuotuksen täytyisi tapahtua suhteellisen nopeasti, jotta mahdollisimman paljon suolasta jäisi altaaseen varsinaisen kylvyn ajaksi.

Malli pitoisuustaulukosta. Laadi vastaava omalle laitokselle sopivaksi:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	1 % suolaa, kg	2 % suolaa, kg
1 m ²	10	100	1,0	2,0
	20	200	2,0	4,0
4 m ²	10	400	4,0	8,0
	20	800	8,0	16,0
50 m ²	20	10 000	100,0	200,0
	30	15 000	150,0	300,0

Haittavaikutuksia: Kerran tai kahdesti viikossa toistuvien voimakkaiden suolakylpyjen on todettu mm. hidastavan taimenien kasvua.

Vetyperoksidi

Teho: Vetyperoksidia voidaan käyttää vesihomeen ja myös bakteeriperäisten kidus-, ihoja evätlehdusten torjunnassa. Vetyperoksidi on todettu yhdeksi vaihtoehdoksi malakiittivihreän tilalle.

Annostus: Aktiivista vetyperoksidia 50–100 mg/litra. Esimerkiksi 50 %:sta kaupallista liuosta 100–200 mg/litra (100–200 ml/1 000 l), eli 1:10 000–1:5 000 laimennos 30–60 minuuttia. Muutoin sama menettelytapa kuin formaliinikylvyksissä.

Malli pitoisuustaulukosta. Laadi vastaava omalle laitokselle sopivaksi:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus litraa	50 mg/litra 50 %:sta liuosta, ml	100 mg/litra 50 %:sta liuosta, ml
4 m ²	10	400	40	80
	20	800	80	160
50 m ²	20	10 000	1 000	2 000
	30	15 000	1 500	3 000

Haittavaikutuksia: Vetyperoksidi on ympäristöystävällinen aine, joka hajoaa vedeksi ja hapeksi. Korkeissa lämpötiloissa on varottava yliannostusta, koska myrkyllisyys lisääntyy 12 °C:n yläpuolella. Yliannostus aiheuttaa kydusvaurioita.

Bentsalkoniumkloridi

Teho: Soveltuu hyvin ulkoisten bakteeritartuntojen hoitoon (iho, evät, kidukset). Bentsalkoniumkloridia (esim. Fluka) on saatavilla kemikaalitukkujen välittämänä kiinteässä (kiteinen), paakkumaisessa muodossa. Valmisteen pitoisuus on käyttöturvallisuustiedotteen mukaan n. 100 %.

Annostus: Aktiivista bentsalkoniumkloridia 1–2 mg/litra. Valmistetaan ensin 10 %:n kantaliuos liuottamalla kiteistä, 100 %:n valmistetta 100 g yhteen litraan lämmintä vettä ja sekoitetaan hyvin. Valmista 10 %:sta kantaliuosta käytetään kylvetyksessä 10–20 ml/1 000 l vettä. Kylvetyksaika on 30–60 minuuttia.

Malli pitoisuustaulukosta. Laadi vastaava omalle laitokselle sopivaksi:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	1 mg/l 10 %:sta kantaliuosta, ml	2 mg/l 10 %:sta kantaliuosta, ml
4 m ²	10	400	4	8
	20	800	8	16
10 m ²	20	2 000	20	40
	30	3 000	30	60
50 m ²	20	10 000	100	200
	30	15 000	150	300

Haittavaikutuksia: Bentsalkoniumkloridit huonontavat kalojen hapen saantia. Muuten suositeltu pitoisuus on todettu turvalliseksi kaloille.

Kloramiini T

Teho: Käytetään pääasiassa bakteeriperäisten kidus- ja evätulehdusten hoidossa. Lääkelaitoksen lääkevalmisteluettelon mukaan kloramiinia voidaan käyttää vain poikasille.

Annostus: Kloramiini T sisältää 24 % aktiivista klooria. Kylpyyn tarvitaan 1–2 mg/litra aktiivista klooria sisältävä liuos, eli 4–8 g kloramiinia/1 000 litraa vettä 20–40 min. pH:n kohoaminen 7,5 tai yli sekä kova vesi vaativat kaksinkertaisia pitoisuuksia (8–16 g/1 000 l).

Malli pitoisuustaulukosta. Laadi vastaava omalle laitokselle sopivaksi:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	1 mg/l Kloramiini T, g	2 mg/l Kloramiini T, g
4 m ²	10	400	1,6	3,2
	20	800	3,2	6,4
10 m ²	20	2 000	8	16
	30	3 000	12	24
50 m ²	20	10 000	40	80
	30	15 000	60	120

Haittavaikutuksia: Kloramiinin sisältämä kloori on hyvin myrkyllistä kaloille, joten suositeltuja pitoisuuksia tulee noudattaa tarkasti. Ihmisille jauhepöly on hengitettynä vaarallista, sekä jauhe ja liuokset iholle haitallisia.

Kylvetysaineiden ja kemikaalien toimittajia:

Suola:	Rauta- ja maatalouskaupat
Formaliini:	Kemikaalitukut, esim. Bang & Bonsomer Group Oy
Peretikkahappo (PAA) 12:20	Kemikaalitukut, esim. Solvay Chemicals Finland Oy
Vetyperoksidi:	Kemikaalitukut, esim. Algol Oy
Bentsalkoniumkloridi:	Kemikaalitukut, esim. Tamro Oyj
Kloramiini T:	Kemikaalitukut, esim. Tamro Oyj

15. Kalojen rokottaminen

Suomessa rokotetaan lohikaloja vibriosia, paisetautia (furunkuloosi) ja yersinioosia vastaan sekä jonkin verran myös flavobakteereja vastaan. Eniten rokotetaan ruokakalaksi kasvatettavaa kirjo-lohta ja muita lajeja (siika, nieriä, taimen), mutta jonkin verran myös istutuksiin menevää taimenta ja lohta.

Suurin osa mereen jatkokasvatukseen siirrettävistä kaloista on nykyään rokotettu öljypohjaisella kaksoisrokotteella vibriosia ja paisetautia vastaan sekä *Yersinia*-rokotteella. Raportoidut vibriosisi- ja paisetautitapaukset ovat selvästi vähentyneet lisääntyneen rokotuksen myötä, ja kalanviljelyssä käytettävien antibioottien määrä on myös laskenut huomattavasti. Uusien *Yersinia*-kantojen leviäminen merialueelle 2006–10 nosti antibioottien kulutusta hetkellisesti, mutta tehokkaan rokotteen ansiosta antibioottien käyttömäärät ovat jälleen laskeneet.

Rokotuksen periaatteet

Rokotuksessa kalan elimistöön laitetaan tiettyjä vaarattomiksi tehtyjä tautia aiheuttavia bakteereja (kehitteillä myös virus- ja loisrokotteita). Nämä ns. antigeenit saavat aikaan kalan puolustusjärjestelmän aktivoitumisen ilman, että niistä on tautivaaraa rokotettaville kaloille. Rokotus opettaa kalan hankittua eli spesifistä puolustusjärjestelmää tunnistamaan nopeasti ko. bakteerin. Kun sama bakteeri seuraavan kerran tunkeutuu elimistöön, pystyy kalan puolustusjärjestelmä eliminoimaan taudinaiheuttajan ennen kuin se ehtii aiheuttaa tautia (ks. luku 1). Rokotteita saa vain eläinlääkäri määräämällä reseptillä.

Rokotteiden koostumus

Rokotteet sisältävät osia tautia aiheuttavista bakteerista tai tapettuja bakteereja (antigeenit) sekä pohja-aineita (adjuvantti). Öljypohjainen adjuvantti tehostaa puolustusreaktiota aiheuttamalla paikallisen ärsytyksen pistokohtaan. Näin puolustusjärjestelmän tekijöitä, mm. makrofageja eli syöjäsoluja, saadaan enemmän paikalle ja reaktiosta tulee tehokkaampi. Pelkästään antigeenia sisältävän rokotteen ei ole osoitettu antavan tarpeeksi hyvää suojaa taudinaiheuttajia vastaan kaloilla. Öljypohjainen rokote myös säilyy kalan vatsaontelossa pitkään, mikä edesauttaa vasteen syntymistä.

Rokotettaessa on aina noudatettava valmistajan antamia säilytys- ja käyttöohjeita. Suositeltua rokoteannosta tai rokoteliuoksen pitoisuutta ei saa muuttaa. Rokotevalmistaja ei vastaa käyttövirheistä johtuvista vahingoista. Rokote säilytetään yleensä jääkaapissa, mutta rokote ei saa jäätyä. Avattu rokotepullo tai -pussi on käytettävä saman päivän aikana. Ennen kuin ruvetaan rokottamaan, tulisi kiinnittää huomiota rokotteen ulkonäköön. Tarkastus on hyvä tehdä myös siinä vaiheessa, kun tilattu rokote saapuu kalanviljelylaitokselle. Vesiliukoisessa rokotteessa on usein pieni määrä sakkaa pohjalla. Öljypohjainen rokote on valkoista tai vaalean kellertävää. Osa rokotteista saostuu kahteen kerrokseen, jos ne ovat seisseet paikoillaan pitkään. Pohjassa olevan sakan takia rokotetta on ravistettava hyvin ennen käyttöä.

Jos rokotteessa on poikkeavuuksia esim. värissä tai liuoksessa on tummaa saostumaa ym., ota välittömästi yhteyttä rokotemyyjään. Tarkista viimeinen käyttöpäivämäärä -merkinnästä, että rokote ei ole vanhaa, ja kirjaa käytetyn rokotteen eränumero.

Rokotusmenetelmät

Yleisin rokotusmenetelmä on pistorokotus. Kaikissa rokotusmenetelmissä kaloja paastotetaan 1–2 vrk ennen ja jälkeen rokottamisen.

Pistorokotus

Pistorokotus soveltuu sekä vesi- että öljypohjaisille rokotteille. Nykyään kuitenkin lähes kaikki pistorokotukset tehdään öljypohjaisilla rokotteilla. Ennen rokotusta kalat nukutetaan (ks. luku 17). Rokote pistetään kalan vatsaonteloon vatsaevien etupuolelle, keskilinjasta hieman oikealle (Kuva 44). Neulan on oltava sen pituinen, että se juuri läpäisee vatsaontelon seinämän, mutta ei pistä sisäelimiin. Pistorokotuksen voi antaa sekä käsin että koneellisesti.

Koneelliset rokotukset ovat yleistyneet maassamme ja nykyään suurimmilla toimijoilla on käytössä jo ns. uuden sukupolven rokotuskone. Rokotuskone mittaa jokaisen kalan erikseen, pistää oikeaan kohtaan ja vielä lajittelee kalat pistämisen jälkeen (Kuva 45). Kone myös tunnistaa, jos kala on ohjattu koneeseen väärin päin, eikä pistä kalaa selkään vaan palautta kalan rokottamattomien altaaseen. Nykyiset koneet eivät pysty rokottamaan kuin yli 10-grammaisia kaloja; toisaalta pistorokotuksessa kalan tulisi olla vähintään 15 g:n painoinen.

Kun kaloja rokotetaan, on tärkeää säilyttää pullo/pussi huoneenlämpöisenä sekä ravistaa sitä välillä. Kylmä öljypohjainen rokote on jäykkää eikä se välttämättä kulkeudu kunnolla kalaan. Rokoteastian voi esim. asettaa lämminvesipullojen kanssa styroksilaatikkoon tai vastaavaan. Letkussa, jota pitkin rokote kulkeutuu kalaan, ei saa olla ilmakuplia. Pienikin ilmakupla saattaa tukkia neulan. Neula on vaihdettava riittävän usein. Tylsä neula repii ihoa pistokohdassa, mikä voi aiheuttaa paikallisen tulehduksen. Uusimmissa rokotuskoneissa on



Kuva 44. Rokote pistetään kalan vatsaonteloon vatsaevien etupuolelle, kalan keskilinjasta hieman oikealle. Ohjaimet rokotuspysyissä suojaavat rokottajaa harhapistoilta (Kuva Lars- Gustaf Lönnström, Åbo Akademi).



Kuva 45. Nuketettuja siikoja ohjataan rokotuskoneeseen (A), joka myös lajittelee kalat rokotuksen jälkeen (B) (Kuvat Harri Orenius, Aqua Care Oy).

säädettävä lämpökaappi rokotteille. Lisäksi ne puhdistavat neulan jokaisen pistön jälkeen ja ilmoittavat milloin neula tulisi vaihtaa.

Öljypohjaiset rokotteet antavat parhaimman suojan paisetautia vastaan. Vesiliukoiset rokotteet antavat pistettynä hyvän suojan vibrioosia vastaan, mutta kenttäkokemusten perusteella paras suoja saadaan, kun kalat saavat immersiorokotteen (upotusrokotus) ja myöhemmin tehosteeksi pistorokotteen öljypohjaisella rokotteella. Vesiliukoinen upottamalla annettu *Yersinia*-rokote antaa hyvän suojan yersinioosia vastaan yhdelle kasvukaudelle ja usein myös toiselle kasvukaudelle merensiirron jälkeen. Suomen markkinoille kaivataan öljypohjaista kolmoisrokotetta, jossa olisi paisetaudin ja vibrioosin lisäksi suoja myös yersinioosia vastaan.

Upotusrokotus

Upotusrokotus soveltuu vain vesiliukoisille rokotteille. Kalat nostetaan altaasta haavilla ja kastetaan erillisessä astiassa olevaan laimennettuun rokoteliuokseen. Rokote laimennetaan valmistajan ohjeen mukaisesti. Kasto aika on yleensä 30–60 sekuntia. Upotuksen jälkeen kalat siirretään toiseen altaaseen, jossa on hapekasta ja puhdasta vettä.

Suun kautta annettava rokotus (oraalirokotus)

Ravinnon mukana annettavia rokotteita on kehitteillä, mutta niitä ei ole vielä laajassa tuotannossa.

Rokotuksen optimointi

Kalan koko

Kalan ikä ja koko vaikuttavat rokotuksen tehoon. Ikä, jolloin puolustusjärjestelmä on kehittynyt täydelliseksi, vaihtelee paljon kalalajien välillä. Lohella on todettu merkkejä puolustusreaktiosta jo 1 g:n painoisella poikasella, mutta jos rokotuksella halutaan saada aikaan hyvä suoja, tulisi painon olla vähintään 5 g. Kokemusten mukaan pistorokotuksessa kalan koko tulisi olla vähintään 15 g sekä käsin että koneella rokotettaessa.

Lämpötila

Kala on vaihtolämpöinen eläin, jonka fysiologiset toiminnot hidastuvat, kun ympäristön lämpötila laskee selvästi alle optimilämpötilan. Näin käy myös puolustusjärjestelmälle. Jos kala rokotetaan alhaisissa lämpötiloissa, vastustuskyvyn kehittyminen kestää kertyvistä astepäivistä riippuen 3–4 kuukautta. Lämpötilan ollessa yli 8 °C, vasteen kehittyminen kestää 4–6 viikkoa veden lämpötilasta ja rokotustavasta riippuen. Kalaa ei saa rokottaa, jos veden lämpötila nousee yli 15 °C:n eikä pakkassäällä. Pakkasella on vaarana, että kalojen kidukset jäätyvät, kun ne nostetaan vedestä. Veteen muodostuu herkästi jäähilettä, mikä saattaa myös vaurioittaa kiduksia.

Muita tärkeitä huomioitavia asioita

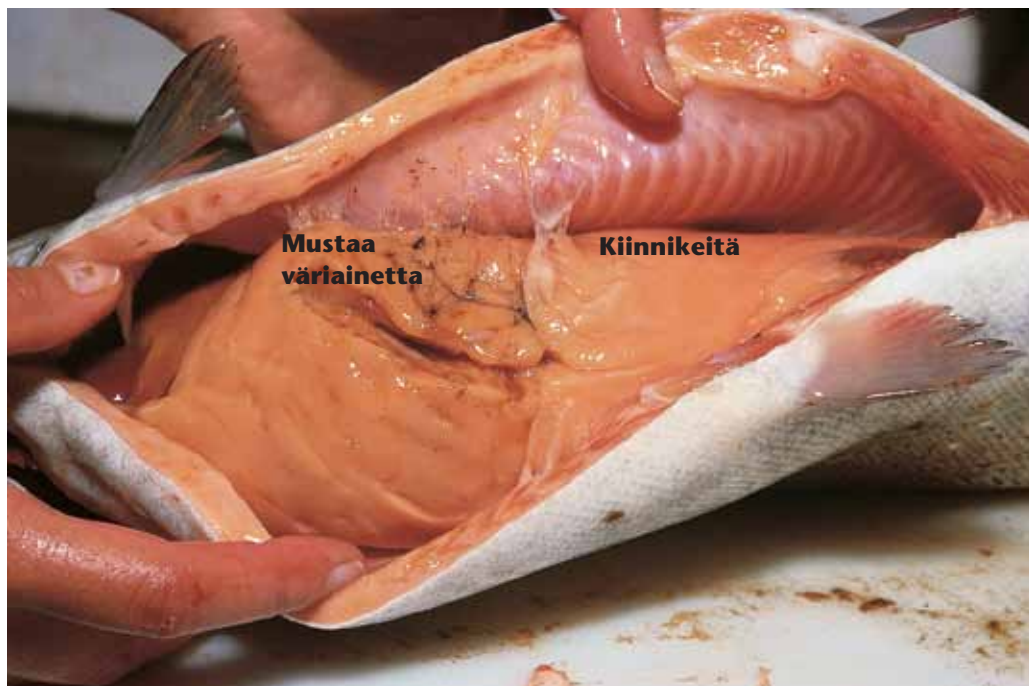
Rokotuksen onnistumiseksi on huomioitava myös muita seikkoja:

- Kalan elinkaaren aikana on vaiheita, jolloin kalan puolustusjärjestelmä on hormonaalisista syistä säästöliekillä. Näitä syitä ovat mm. smolttiutuminen ja sukukypsyminen, jotka aiheuttavat hormonaalista stressiä kaloille. Tällöin rokotusta tulisi välttää.
- Kaikenlainen stressi nostaa kalan kortisolitasoa ja häiritsee puolustusjärjestelmän mekanismeja. Tämä tulisi huomioida varsinkin rokotuksen jälkeen, jolloin kala muodostaa vastetta rokotettua tautia vastaan. Kalojen on saatava olla rauhassa, kunnes riittävä suoja on kehittynyt.
- Tietyillä lääkeaineilla on myös todettu olevan vaikutusta puolustusjärjestelmään. Esim. tetrasykliinin on todettu hidastavan puolustusvasteen muodostumista.
- Sairaita kaloja ei pidä rokottaa, koska rokotuksen aiheuttama rasitus saattaa pahentaa tilannetta entisestään. Myös piilevät tartunnat saattavat puhjeta taudiksi. Rokotuksen teho heikkenee myös, jos kalat sairastuvat sinä aikana, jolloin vaste kehittyy.
- Raskasmetallit, orgaaniset liuottimet ja tuholaismyrkyt voivat heikentää kalan puolustusjärjestelmää, kuten myös C- ja E-vitamiinin puutokset.
- Mikäli rokottaja pistää rokotetta vahingossa itseensä, voi seurauksena olla paikallinen kudosarsytys, haava- tai yleisinfektio tai pahimmillaan allerginen reaktio. Toistuvat rokotusvahingot saattavat johtaa herkistymisen myötä voimakkaampiin allergisiin reaktioihin (esim. anafylaktinen shokki). Jos pistät öljypohjaista rokotetta vahingossa itseesi, käänny heti lähimmän ensiapuaseman puoleen. Rokotteen mukana seuraa tarkempia ohjeita. Harhapistoja voi ehkäistä asentamalla rokotuspistooliin ohjaimet, joiden väliin kala asetetaan (Kuva 44).

Rokotus suojaa kalaa jopa yli kaksi vuotta

Öljypohjainen rokote antaa kalalle suojan tautia vastaan vähintään kahdeksi vuodeksi. Käytännössä tämä tarkoittaa, että suoja kestää kalan elämän loppuun saakka, mikäli puhutaan ruokakalasta. Toisinaan rokotus ei kuitenkaan anna täydellistä suojaa tautia vastaan. Useimmin se johtuu siitä, että jotain on tehty väärin: kalojen joukossa on huonokuntoisia kaloja tai taudinkantajia, kaloissa on lääkkeitä, tai muut laitoksen stressitekijät, kuten hapen puute, muu käsittely jne., vaikuttavat rokotteen tehoon. Myös kalayksilöiden välillä on eroja vastustuskyvyn kehittämisessä. Tavallisesti parvi reagoi rokotukseen siten, että pieni osa kaloista kehittää huonon suojan ja pieni osa taas hyvän suojan. Suurin osa parvesta saa kohtalaisen hyvän vastustuskyvyn, jolloin koko parven suoja on riittävä.

Vibriooisia aiheuttavaa bakteeria esiintyy yleisesti merialueellamme. Jos rokotetussa kalaparvessa on kaloja, jotka eivät syystä tai toisesta ole muodostaneet hyvää suojaa rokotettua tautia vastaan, ne todennäköisesti sairastuvat vibrioosiin. Seurauksena voi olla, että koko parvi sairastuu kohonneen tartuntapaineen takia. Tämän takia on pyrittävä säilyttämään rokotettujen kalojen elinolosuhteet mahdollisimman hyvinä. Jos tauti puhkeaa rokotetussa parvessa, se ei yleensä aiheuta yhtä suurta kuolleisuutta kuin rokottamattomassa parvessa. Tällöin yksi hoitokuuri yleensä riittää taudin torjumiseksi.



Kuva 46. Rokote saattaa aiheuttaa kalan vatsaontelossa tulehduksen, erityisesti jos rokotetaan taimenia. Tästä on seurauksena kiinnikkeet kalan sisäelinpaketin ja vatsaontelon seinämien välillä. Rokotuskohtaan saattaa kertyä myös mustaa väriainetta (Kuva Vesa Myllyls, Evira).

Pistorokotusten aiheuttamat sivureaktiot

Pistettävät rokotteet aiheuttavat eriasteisia tulehdusreaktiota rokotuskohtaan, johon useimmiten jää pysyvä muutos. Vatsaonteloon pistetyn rokotteen aiheuttamat muutokset poistuvat yleensä perkausjätteiden mukana.

Öljypohjaisilla rokotteilla tulehdusreaktio voi olla voimakas. Nämä muutokset näkyvät kiinnikkeinä vatsaontelon seinämän sekä suolipaketin rasvan ja elinten välillä. Myös tummaa väriainetta (pigmenttiä) voi esiintyä lähinnä elinten pinnoilla tai rasvassa, joskus myös vatsaontelon seinämissä (Kuva 46). Kalalajien välillä on kuitenkin eroa reaktion voimakkuudessa: kirjolohilla, joita ylivoimaisesti eniten Suomessa rokotetaan, näitä muutoksia ei juuri havaita. Muutokset luokitellaan niiden laajuuden mukaan kolmeen ryhmään:

1. Rokotuskohtassa on hentoja kiinnikkeitä, jotka irtoavat kalaa avattaessa. Perkaaja ei yleensä huomaa kiinnikkeitä.
2. Kiinnikkeitä on laajemmalla alueella (vatsaontelon etuosassa lähinnä umpisuolten alueella sekä maksan ja vatsalaukun takaosassa) ja sisäelimet ovat kiinnittyneet toisiinsa. Myös tummaa väriainetta saattaa olla näkyvissä. Perkaaja huomaa muutokset, mutta niistä ei jää jälkiä perattuun kalaan.
3. Kiinnikkeet ovat laajalla alueella, ja sisäelimet ovat tiukasti kiinni vatsaontelon seinämissä jättäen jälkiä perattuun kalaan. Myös tummaa väriainetta saattaa olla runsaasti, ja jälkiä jää perattuun kalaan.

Kun pistorokotetaan on vaarana, että toisinaan neula joko pistetään liian syvälle tai väärään kohtaan, jolloin se osuu sisäelimiin ja vaurioittaa niitä. Pernaan tai umpisuolten välissä olevan haiman alueelle pistetty rokote aiheuttaa voimakkaan tulehdusreaktion ja kala sairastuu. Likaiset ja tylpät neulat aiheuttavat myös tulehduksia rokotuskohtaan. Nämä ongelmat ovat poistuneet käytettäessä uusia rokotuskoneita. Flavobakteeri- ja IPN-tartunnan on epäilty lisäävän rokotuksen aiheuttamia sivureaktioita.

16. Kalojen lääkitseminen

Bakteeritautien hoidossa joudutaan joskus turvautumaan antibiootteihin. Suomessa kaloille yleisimmin käytetyt antibiootit ovat oksitetrasykliini ja sulfa-trimetopriimi. Lisäksi kalataiden häätöön on Suomessa markkinoilla emamektiinibentsoattia sisältävä valmiste.

Eläimille saa antibiootteja ja emamektiinibentsoattia määrätä vain eläinlääkäri. Jos antibiootti sekoitetaan rehuun tehtaalla, eläinlääkäri toimittaa lääkemääräyksen rehutehtaalle. Jos antibiootin sekoitus tehdään kalanviljelylaitoksessa, saadaan lääke reseptillä apteekista. Eläinlääkäri ei saa määrätä lääkkeitä tai lääkerehua, ellei hän ole itse todennut tautia hoidettavissa eläimissä tai muulla luotettavalla tavalla selvittänyt taudinsyytä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että laitoksen on lähetettävä näytteet tutkittavaksi kalatautiagnostiikkaan erikoistuneeseen laboratorioon, jotta taudin syyt voidaan luotettavasti selvittää.

Varsinkin lämpimän veden aikaan joudutaan kalojen antibioottihoito aloittamaan usein jo ennen kuin bakteeritutkimuksen tulos on selvillä. Ennen lääkekuurin antamista on kuitenkin aina otettava näyte sairaista kaloista bakteriologista tutkimusta ja antibiootiherkkyysmäärittystä varten. Mikäli laitoksella on aikaisemmin todettu resistenttejä bakteerikantoja, kannattaa laitoksen olla yhteydessä hoitavaan eläinlääkäriin jo hyvissä ajoin ennen kuin infektiota laitoksella todetaan, jotta eläinlääkäri ehtisi hankkia tarvittavat erityisluvut ajoissa eikä hoito viivästyisi.

Rehun mukana annettavien lääkkeiden annostus perustuu tiettyyn annostasoon kalan elopainoa (kg) ja vuorokautta kohti. Reseptiä antava eläinlääkäri tarvitsee tiedot seuraavista asioista:

- lääkittävän kalan määrä (kg) ja kalalaji
- rehu, jota kalat syövät ja raekoko
- kalojen syömän rehun määrä (% kalojen painosta /vrk)
- lääkittävän kalaparven tunnistetiedot ja keskipaino
- tietoa laitoksella mahdollisesti aikaisemmin esiintyneistä lääkeresistenssi ongelmista tai muista tehoon liittyneistä ongelmista

Kaloille saa syöttää myös normaalia rehua lääkerehun lisäksi. Tällöin vuorokaudessa syötettävä lääkerehumäärä jaetaan eläinlääkäriin ohjeen mukaan 2–3 annokseen, eikä syötetä kaikkea esim. aamuruokinnan yhteydessä. Mikäli lääkerehu sekoitetaan itse, on erittäin tärkeätä noudattaa annettuja sekoitusohjeita, jotta rehussa on oikea määrä antibiootteja. Liian laimea lääkerehu ei paranna ja toisaalta myös yliannostusta tulee välttää, koska esim. sulfa-trimetopriimilla hoitoon tarvittava annostus on melko lähellä tasoa, joka on kalalle myrkyllinen. Oksitetrasykliinin yliannostuksen on todettu aiheuttavan selkärangan epämuodostumia.

Usein kalat näyttävät paranevan jo lääkekuurin aikana. Mikäli sairastuneessa kalaparvessa ei havaita selviä paranemisen merkkejä 2-3 vuorokautta lääkehoidon alkamisen jälkeen, on syytä keskustella hoitavan eläinlääkäriin kanssa mahdollisen lääkkeen vaihdon tarpeesta. Lääkerehun syöttöä ei saa kuitenkaan lopettaa kesken, vaikka oireet häviäisivät, vaan koko kuuri on syötettävä loppuun. Muuten on vaarana antibiootteja kestävien (resistenttien) bakteerikantojen synty.

Lääkerehun sekoittaminen. Lääkeyliherkkyyden välttämiseksi sekä rehun tasaisen lääkepitoisuuden varmistamiseksi on suositeltavaa, että kalojen lääkintään käytettävät valmistet sekoitettaisiin rehutehtailla. Mikäli lääkerehu kuitenkin sekoitetaan kalanviljelylaitoksella, tulee se tehdä seuraavalla tavalla:

- Sekoittamiseen käytetään puhdasta betonimyllyä.
- Käytettävä rehu ja oikea määrä lääkevalmistetta kaadetaan kuivaan myllyyn.
- Mylly käynnistetään ja siirrytään turvalliselle etäisyydelle, ettei pölyävää lääkeainetta joudu hengitysteihin tai iholle. Hengityssuojainta sekä suojavaatetusta tulisi aina käyttää.
- Noin 2 minuutin kuluttua, kun lääke on tasaisesti sekoittunut rehuun, kaadetaan 0,5–1 % kala- tai kasviöljyä myllyyn ja sekoitusta jatketaan noin 3 minuuttia.
- On tärkeää noudattaa yllämainittua aineiden sekoitusjärjestystä.

Laskuesimerkki lääkerehun sekoitussuhteista, jos lääkittävän kalan määrä on 500 kg:

- kalojen syömän rehun määrä /vrk: (0,5 % painosta) = $0,005 \times 500 = 2,5$ kg/ vrk
- käytettävän antibiootin annostus (vaikuttavaa ainetta/hoidettava kalamäärä): oksitetrasykliini 75 mg/ kg kalaa = $0,000075 \text{ kg} \times 500 \text{ kg} = 0,0375 \text{ kg} = 37,5 \text{ g}/500 \text{ kg kalaa /vrk}$
- esimerkkivalmisteessa on 200 mg puhdasta oksitetrasykliiniä/ g valmistetta
- tarvittava määrä valmistetta/ vrk: $37,5 \text{ g}/0,2 \text{ g} = 187,5 \text{ g}$
- esim. 7 vrk. kuuriin tarvitaan: $187,5 \text{ g} \times 7 = 1,3 \text{ kg}$ valmistetta, joka sekoitetaan 17,5 kg kalarehua

Antibiooteilla lääkityllä kalalla on tietty varoaika, ennen kuin sitä saa luovuttaa elintarvikkeeksi. Varoaika on yleensä 500 astevuorokautta, mutta saattaa olla valmistekohtainen ja sen ilmoittaa lääkkeen määräävä eläinlääkäri. Varoaikojen noudattaminen on välttämätöntä, ettei kulutukseen menevässä kalassa esiintyisi haitallisia lääkejäämiä. Evira seuraa lääkejäämiä teurastetusta kalasta, eikä vuoteen 2012 mennessä antibioottijäämiä ole todettu suomalaisesta teuraskalasta. Käytetyistä lääkkeistä on pidettävä kirjaa, ja hoidetut altaat tulee merkitä selvästi varoikoineen (ks. luku 22).

Mikäli vedenlämpötila on 15 °C hoidon aikana, lasketaan varoaika seuraavasti:

$$15 \times n = 500 \text{ astevuorokautta}$$

$$n = \text{jäämien häviämiseen tarvittava määrä vuorokausia (tässä esimerkissä se on 33 vrk)}$$

17. Kalojen nukuttaminen

Kaloja joudutaan nukuttamaan mm. merkinnän, rokotuksen ja lypsyn yhteydessä. Aina ei tarvita kalan täydellistä nukuttamista. Usein riittää kalan rauhoittaminen niin, ettei se pyristele vastaan (esim. lypsyn yhteydessä). Kuhunkin tilanteeseen sopiva pitoisuus on hyvä hakea käytännössä. Suurimmat kuolleisuudet nukutuksen yhteydessä syntyvät, kun käytetään työskentelyrytmiin liian väkevää nukutusaineliuosta tai otetaan liian paljon kaloja kerrallaan nukutettavaksi. Nukutusaineen pitoisuus on optimaalinen, kun kalat kääntyvät kyljelleen 1–3 minuutissa.

Elintarviketurvallisuusviraston tuotantoeläimille hyväksymät nukutusaineet kalojen kohdalla ovat trikaiinimetäänisulfonaatti, kauppanimeltään MS-222, sekä bentsokaiini. Lääkelaitoksen lääkevalmisteluettelon (14.12.1999) mukaan MS-222:ta saa 1.6.2000 lähtien ostaa vain Lääkelaitoksen erityisluvalla. Valmistaja suosittelee kahden viikon varoaikaa elintarvikkeeksi menevälle kalalle.

Puskuroimaton MS-222 -liuos on hapan ja ärsyttää kalaa. Neutraaliksi puskuroidun (ruokasooda, NaHCO₃) liuoksen käyttö on siten suositeltavaa. Bentsokaiini on MS-222:sta selvästi halvempi mutta huonoliukoisempi aine, ja sitä käytetään yleisesti varsinkin kalanpoikasten nukutuksessa.

Kaloja nukutettaessa on syytä käyttää nukutusveden ilmastusta tai lievää hapetusta. Hapen ylikyllästys saattaa kuitenkin aiheuttaa kidusvaurioita nukutetulla kalalla. Jos käytät erillistä heräämisallasta, muista huolehtia, ettei myöskään siinä tule hapen puutetta.

Nukutusaineen pitoisuudet:

MS-222 nukutusainetta 85–100 mg/litra. Kun kaloja merkitään, on niiden oltava täysin rauhallisia. Merkinnässä käytetty pitoisuus on 140 mg/litra.

MS-222 -jauheesta kannattaa tehdä varastoliuos, josta nukutusaineliuos laimennetaan (ks. alla oleva taulukko). Tee varastoliuos aina puhtaaseen, humusvapaaseen veteen, jolloin vältät puskurina käytettävän ruokasoodan sakkautumisen epäpuhtauksien kanssa. Varastoliuos tehdään liuottamalla **20 g MS-222 ja 20 g ruokasoodaa litraan vettä** (2 %:n liuos). Säilyy tummassa pullossa 1–2 vuotta. Kemikaalia tuo maahan nykyään Tamro Oyj (erityisluvalliset).

Bentsokaiinia 40 mg/litra. Varastoliuos tehdään liuottamalla 100 g bentsokaiinia litraan absoluuttista etanolia (10 %:n liuos). Absoluuttista etanolia saa vain eläinlääkäriin määräyksellä apteekkiin, joten varastoliuos kannattaa teettää jo apteekissa. Säilyy tummassa pullossa ainakin vuoden. Varastoliuoksen lisääminen nukutusveteen on tehtävä hitaasti vettä koko ajan sekoittaen. Näin varmistetaan bentsokaiinin kunnollinen liukeneminen veteen.

Lohikalojen nukutukseen käytettävät ohjeelliset pitoisuudet ovat seuraavat:

Bentsokaiini 40 mg/l	MS-222 85 mg/l	MS-222 100 mg/l	MS-222 140 mg/l
Varastoliuosta 4 ml/10 litraa	Varastoliuosta 43 ml/10 litraa	Varastoliuosta 50 ml/10 litraa	Varastoliuosta 70 ml/10 litraa

Huomioitavaa: Koska nukutusaine imeytyy ihoon, on suojakäsineiden käyttäminen välttämätöntä. Käyttäessäsi hapetusta kalojen nukutuksessa välttä pitkäaikaista ja jatkuvaa työskentelyä nukutusaineliuosta sisältävän hapetettavan astian tai altaan välittömässä läheisyydessä (yläpuolella). On viitteitä siitä, että nukutusainetta haihtuu ilmaan liukenevan hapen välityksellä. Tämän on arveltu aiheuttavan pitkäaikaisessa altistuksessa limakalvojen ja ihon ärsytystä sekä herkistymistä aineelle.

18. Laitoshygieneia ja desinfiointi

Päivittäinen puhtaanapito ja desinfiointia edeltävä pesu

Tautien tehokas torjunta kalanviljelylaitoksella edellyttää hyvää yleistä siisteyttä ja järjestystä. **Helposti likaantuvia kohteita on pestävä usein, jotta lika ei ehdi pinttyä.** Pintojen puhdistus tapahtuu joko mekaanisesti harjaamalla käyttäen emäksistä pesuainetta tai painepesurilla 60-asteisella vedellä ja/tai emäksisellä pesuaineella (Kuva 47).

Puhdistusaineiden emäksisten aineosasten tehtävä on valkuaisaineiden (proteiinit) liuottaminen sekä rasvojen emulgoiminen ja saippuoiminen. Veden suolat (kalsium, magnesium, rauta ja mangaani) voivat muodostaa pinnoille vaikealiukoisia yhdisteitä, jotka estävät desinfiointia ja tarjoavat pieneliöille kiinnittymismahdollisuuden. Happamalla puhdistusaineilla voi irrottaa vaikealiukoisia yhdisteitä. Puhdistusaineiden fosfaatit ovat emäksisiä ja lisäksi pehmentävät vettä. Tensidit vähentävät pintajännitystä ja kykenevät tunkeutumaan pinnan huokosiin ja pystyvät myös emulgoimaan rasvoja. Puhdistusaineiden emäkset ja tensidit pystyvät jossain määrin vähentämään taudinaiheuttajia vaikuttamalla pieneliöiden pintarakenteen rasvoihin ja valkuaisaineisiin.

Hyvä hygienia ei vaadi jokapäiväistä pintojen desinfiointia, vaan kuolleiden kalojen hävittämistä, pintojen puhdistamista ja välineistä huolehtimista.



Kuva 47. Tautien hallinnan kannalta oleellista on laitosten siisteys ja hyvä järjestys sekä allaskohtaiset välineet (Kuva Matti Karjalainen, RKTL).

Desinfiointi on tarpeen etenkin seuraavissa tilanteissa:

- Välineitä ja kalustoa siirtyä laitoksesta ulos.
- Välineitä ja kalustoa tuodaan muilta laitoksilta.
- Välineitä siirretään laitoksen eri osista toiseen tai altaiden välillä.
- Ihmisiä liikkuu laitoksen eri osasta toiseen ja laitosten välillä.
- Allas tai lammikko tyhjenetään.
- Vakavan taudin toteamisen yhteydessä. Taudista riippuen eläinlääkintäviranomaiset antavat erilliset ohjeet laitoksen saneerauksesta ja desinfioinnista.

Ennen varsinaista desinfiointia kohde tulee pestä, koska lika heikentää useiden desinfiointiaineiden tehoa. Pestyn kohteen kuivatus huoneenlämpötilassa jo sinällään vähentää varsinkin bakteereita ja loisia. Kuivatus auringonvalossa vähentää pieneliöitä vielä tehokkaammin.

Desinfiointi

Desinfiointimenetelmät ovat joko fysikaalisia (kuiva tai kostea lämpö, UV-sädetys, otsonointi) tai kemiallisia (erilaiset kemikaalit). Kemikaaleja ja menetelmiä valittaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota myös ympäristöystävällisyyteen.

Fysikaalisia menetelmiä

Lämpö

Saunan tai lämpökaapin kuuma, kuiva ilma, jossa desinfioitavan kohteen lämpötila on yli 70 °C vähintään tunnin ajan, soveltuu hyvin bakteerien, virusten, sienten ja loisten tuhoamiseen puhdistetuista verkkokasseista, jalkineista, vaatteista ja erilaisista työvälineistä. Pieni desinfiointisauna on helppo rakentaa. Huoneeseen tarvitaan kiuas ja riittävästi metallisia hyllyjä ja naulakoita.

Höyrytys 100-asteisella höyryllä 5 minuutin ajan on tehokas ja kalustoa säästävä desinfiointimenetelmä varsinkin kuljetustankeille, kalapumpuille, letkuille ym. Höyrytysmahdollisuutta voi tiedustella myös meijereistä, sahoilta ja lämpökeskuksilta.

UV-sädetys

Ultraviolettivalo, aallonpituudella noin 254 nm, on osoittautunut tehokkaaksi kalanviljelylaitosten veden desinfioidjaksi. UV-valoa käytetään lähinnä hautomoiden tuloveden ja kierto-vesilaitosten veden desinfiointiin. Ennen UV-sädetystä tulee vedestä poistaa suodattamalla kaikki ylimääräiset partikkelit. Yleisimmät kalabakteerit ja IHN-virus tuhoutuvat 99,9 %:sti, jos säteilyannos on noin 5 mJ/cm². IPN-viruksen vastaava vähentäminen vaatii noin 125 mJ/cm² säteilyannoksen.

Otsonointi

Otsonoinnissa happi, O₂, muutetaan eri muotoon, O₃, ja sekoitetaan veteen. Otsonia tuotetaan johtamalla sähkövaraus ilman läpi. Otsonointi on hyvä mutta kallis tulo-, poisto- ja kiertoveden desinfioidja. Otsonipitoisuus 1 mg/litra yhden minuutin ajan tuhoaa kalapatogeenit. Korkea humuspitoisuus moninkertaistaa otsonin tarpeen.

Kemiallisia menetelmiä

Kemikaaleilla desinfioidessa on otettava huomioon useita tekijöitä:

- Epäpuhtaudet alentavat useimpien aineiden tehoa. Huolellinen pesu ja huuhtelu on olennainen osa desinfiointia.
- Kemikaalit ovat useimmiten haitallisia ihmisille, kaloille ja luonnolle. Käyttäjän tulee siten aina perehtyä turvallisuusohjeisiin ja toimia niiden mukaisesti.
- Asianmukaisia suojavaatteita (esim. kumihanskat, hengityssuojain, silmäsuojus, kosteutta läpäisemättömät vaatteet) on käytettävä kemikaaleja käsiteltäessä käyttöturvallisuustiedotteen edellyttämällä tavalla.
- Aineiden ympäristöystävällisyydessä on eroja. Käytä mieluiten ympäristöystävällisiä aineita.
- Eri kohteen vaativat eri aineita, pitoisuuksia ja menetelmiä. Esim. kloori ja lipeä korrosoivat ja jodipitoiset aineet liuottavat betonista alkaaleja, mikä vie desinfiointiaineelta tehon.
- Desinfiointiliuokset on uusittava säännöllisesti. Kemiallisten desinfiointiaineiden teho laskee niitä käytettäessä ja säilytettäessä. Lämpö ja auringonvalo nopeuttavat tehon laskua. Taudit voivat jopa levitä tehonsa menettäneen desinfiointiliuosastian välityksellä.

Altaiden, tankkien ym. rakenteiden desinfiointinissa paras tapa on sumutus, ja työvälineiden desinfiointinissa upotus vaaditaksi ajaksi ja sen jälkeen huuhtelu tarpeen mukaan ja kuivaus.

Seuraavassa esitellään lyhyesti yleisimpien desinfiointiaineiden vaikuttavien aineiden ominaisuuksia. Desinfiointiaineen tehoa kuvaa tähtien määrä (***, ** tai *). Laitokselle kannattaa valita esim. yksi kolmen tähden aine ja yksi kvattipohjainen tuote, jossa voi olla mukana samalla pesuaine. Aktiivisen aineen pitoisuudet ilmoitetaan yleensä 1 mg/litra (= 1 ppm).

Esimerkkituotteiksi on valittu muutama sellainen valmiste, jotka jo ovat käytössä kalanviljelylaitoksissa, sekä näiden rinnakkaisvalmisteita. Kirjoittajat eivät kuitenkaan halua rajata hyvien valmisteiden kirjoa vain esitettyihin esimerkkeihin. Oppaassa on ilmoitettu vaikuttavan aineen/aineiden pitoisuudet, ja niihin vertaamalla löytyy varmasti myös muita hyviä kaupallisia valmisteita.

Kloori ***

Teho

Klooriyhdisteiden teho perustuu aktiivisen kloorin kykyyn hapettaa pieneliöiden solujen valkuaisaineita ja muodostaa niissä myrkyllisiä yhdisteitä. Klooria sisältävät desinfiointiaineet kykenevät tuhoamaan nopeasti erityyppisiä taudinaiheuttajia.

Ominaisuuksia

- Eloperäinen lika "syö" aktiivista klooria ja vähentää siten aineen tehoa, eli kohde täytyy ehdottomasti pestä ja huuhtoa ennen desinfiointia.
- Klooripitoiset desinfiointiaineet (erityisesti happamassa liuoksessa) syövyttävät metalleja ja joitakin muovilaatuja sekä vaalentavat ja haurastavat kankaita.
- Klooriyhdisteet ovat ihoa ja hengityselimiä ärsyttäviä ja voivat allergisoida käyttäjänsä ajan mittaan.

- Klooria sisältävät desinfiointiaineet ovat myrkyllisiä kaloille. Aktiivinen kloori inaktivoidaan natriumtiosulfaattilla ennen vesistöön johtamista. Desinfioidut altaat, nuotat, haavit yms. kohteet tulee huuhdella huolella, mikäli ne joutuvat kosketuksiin kalojen kanssa pian desinfiointin jälkeen.
- Kloori haihtuu vesiliuoksesta varsinkin lämpimässä, joten nestemäistä klooriyhdistettä ei voi varastoida pitkään varsinkaan avonaisessa astiassa.
- Ennen vesistöön johtamista aktiivinen kloori tulee neutraloida lisäämällä desinfiointiliuokseen natriumtiosulfaattia ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), joka reagoi kloorin kanssa muodostaen natriumvetysulfaattia, suolahappoa, rikkiä ja rikkidioksidia. Kidevedetöntä natriumtiosulfaattia tarvitaan 2,85 kertaa aktiivisen kloorin määrä liuoksessa, eli 200 mg/l -pitoisuuden neutraloimiseen tarvitaan natriumtiosulfaattia 570 mg/litra.

Kaupallisia valmisteita

Natriumhypokloriittia (aktiivista klooria 10–13 %) sisältäviä valmisteita ovat esim. Kloriitti forte (Farnos teknokemia), P_3 -Hypochloran SP (Henkel-Ecolab) ja Divosan Hypo (DiverseyLever).

Tarvittava pitoisuus

Desinfiointiliuoksen tulee sisältää 200 mg/litra aktiivista klooria, ja käsittelyaika on 30 minuuttia. Pitoisuutta kasvattamalla tarvittava vaikutusaika lyhenee (esim. saappaat). Oikean pitoisuuden (200 mg/l) saamiseksi esimerkiksi noin 10 % aktiivista klooria sisältävistä Kloriitti forte, P_3 -Hypochloran SP, Divosan Hypo -tuotteista tarvitaan 0,2 %:n liuos (2 dl/100 litraa).

Vetyperoksidi ja Perhapot ***

Teho

Vetyperoksidi- ja perhapot ovat tehokkaita ja nopeavaikutteisia eläviä taudinaiheuttajia vastaan. Tehoaineena on vapautuva aktiivinen happi, joka tuhoaa taudinaiheuttajia hapettamalla pieneliöissä olevia valkuaisaineita.

Ominaisuuksia

- Käyttölaimennokset ovat ympäristö- ja käyttäjäystävällisiä. Hajoavat vedeksi, hapeksi ja etikaksi.
- Tiiviste on syövyttävää, käytettävä suojarusteita.
- Desinfiointua pintaa ei tarvitse huuhtoa, koska desinfiointiaineesta ei jää haitallisia jäämiä.
- Saattavat vaalentaa, haurastaa ja syövyttää pintoja. Alumiini, krominikkeliteräkset ja tinattu rauta eivät syövy.
- Pistävä etikan haju, mikä saattaa rajoittaa niiden käyttöä sisätiloissa.

Kaupallisia valmisteita

Vetyperoksidia (15– noin 30 %), etikkahappoa (alle 15 %) ja peretikkahappoa (alle 5 %) sisältäviä kaupallisia valmisteita ovat esim. P_3 -Oxonia Aktiv (Henkel-Ecolab), Divosan Aktiv (DiverseyLever), Fet 18 Airol (Farnos teknokemia).

Peretikkahappoa sisältäviä desinfiointiaineporetabletteja, esim. Germ-Alert (Kernite), Balista (Certified Laboratories), Steril Tab (National Chemsearch), voidaan käyttää esimerkiksi työvälineiden ja pöytien desinfiointiin. Peretikkahappoa (PAA) markkinoi esim. Kemira Oyj (Oulu) kaupanimikkeellä Kemrox WT15. Kemikaalin vaikuttavat ainesosat ovat vetyperoksidi 13–15%, etikkahappo 21–26% ja peretikkahappo 10–20%. Kemikaalia käytetään mm. karanteenitilojen poistovesien desinfiointissa.

Tarvittava pitoisuus

Esimerkiksi P₃-Oxonia Aktiv, Divosan Aktiv, Fet 18 Airol -tuotteilla 1–2 %:n liuos 30 minuutin ajan riittää desinfioimaan kohteen (1–2 l/100 litraa). Poretablettien annostukseksi valmistajat suosittelevat 1 tabletti litraan haaleaa vettä. Kemrox WT15 kemikaalilla voidaan saavuttaa hyvä desinfiointiteho annoksella 3–4 mg PAA/litra. Kemikaalin tarve lisääntyy, mikäli veden orgaanisen aineen määrä kasvaa (Kuopion yliopisto, Ympäristötieteen laitos 2009).

Kaliumperoksisulfaatti***

Teho

Kaliumperoksisulfaattia sisältävät desinfiointiaineet ovat tehokkaita ja nopeavaikutteisia desinfiointiaineita, jotka tuhoavat taudinaiheuttajia hapettamalla pieneliöissä olevia valkuaisaineita.

Ominaisuuksia

- Biologisesti hajoavia, eivät jätä vahingollisia jäämiä ympäristöön.
- Käyttöliuos ei korrosoi eikä värjää, mutta liuos ei saa olla jatkuvassa kosketuksessa alumiinin, kuparin, messingin eikä pinnoittamattomien tai pintavaurioisten rauta- ja teräsosien kanssa.
- Jauhe voi aiheuttaa kosketusärsytystä.
- Käyttöliuos säilyttää tehonsa niin kauan kuin liuos on punainen (vähintään viikko).

Kaupallisia valmisteita

Yli 30 % kaliumperoksisulfaattia sisältäviä desinfiointiaineita ovat esimerkiksi Virkon S (Pharmacia&Upjohn) ja Hygisept (Farnos teknokemia).

Tarvittava pitoisuus

Virkon S ja Hygisept -tuotteita käytetään 1–2 %:n liuoksina, ja vaikutusaika on 30 minuuttia (1–2 l/100 litraa).

Jodoforit ***

Teho

Jodiyhdisteet ovat tehokkaita desinfiointiaineita. Teho perustuu vapaan jodin hapetuskykyyn, mikä muuttaa pieneliöiden rakennetta. Jodi liukenee huonosti veteen, minkä takia se on yleensä sidottu kantaja-aineeseen. Aineeseen voidaan lisätä pintajännitystä alentavaa ainetta, jolloin sitä kutsutaan jodoforiksi.

Ominaisuuksia

- Desinfiointiliuoksen pH:n täytyy olla alle 7.
- Eivät korrosoi.
- Jodi on myrkyllistä kaloille. Ennen vesistöön johtamista jodiyhdisteet tulee neutraloida natriumtiosulfaattilla.
- Aktiivisuus alenee nopeasti eloperäisen aineen vaikutuksesta. Myös pesuaineiden jäämät vievät tehoa. Ruskea väri kertoo tehon.
- Jodoforit eivät sovellu betonipintojen desinfiointiin, koska ne irrottavat betonista alkaaleja.
- Jodoforeja käytetään kalanviljelyssä lähinnä vain mädin desinfiointiin.
- Pintojen desinfiointissa muut aineet ovat yleensä tarkoituksenmukaisempia.
- Ennen vesistöön johtamista jodiyhdisteet tulee neutraloida natriumtiosulfaattilla, jota tarvitaan 0,78 kertaa jodin määrä liuoksessa. 200 mg/l jodipitoisuuden neutraloimiseksi tarvitaan natriumtiosulfaattia 156 mg/ litra jodiliuosta.

Kaupallisia valmisteita

1 % jodia sisältäviä kaupallisia jodoforeja ovat mm. Betadine (paikallisantisepti, Leiras) ja Aktomar K (MG-Trading). Jodiyhdisteitä voi hankkia myös eläinlääkärin kautta (usein kunnaneläinlääkäri).

Tarvittava pitoisuus

Desinfiointiliuoksen tulee sisältää 100–200 mg/litra aktiivista jodia, ja käsittelyaika on 30 minuuttia. Oikean pitoisuuden saamiseksi esimerkiksi Betadine ja Actomar K -tuotteista tarvitaan 1–2 %:n liuos (1–2 l/100 litraa).

Alkoholit ***

Teho

Etanoli, isopropanoli ja n-propanoli saostavat valkuaisaineita ja ovat tehokkaita tuhoamaan monentyypisiä eläviä taudinaiheuttajia.

Ominaisuuksia

- Puhtaalle, kuivalle pinnalle sumutettaessa aineen vaikutusaika on sen haihtumisaika.
- Alkoholit saostavat myös liassa olevia valkuaisaineita. Mikäli alkoholia kaadetaan tai sumutetaan likaiselle pinnalle, lika kiinnittyy alustaansa tehokkaammin.
- Alkoholit soveltuvat korroosioherkkien kohteiden desinfiointiin.
- Oikein käytettynä ovat vaarattomia sekä työntekijöille että kaloille. Ei tarvitse huuhtoa desinfioiduilta pinnoilta.
- Paloherkkiä, haihtuvia.

Kaupallisia valmisteita

Noin 70 % etanolia sisältäviä desinfiointiaineita ovat mm. P₃-alcodes (Henkel-Ecolab) ja ETA 700 (Farmos teknokemia). IPA 300 (Farmos teknokemia) sisältää 60 % isopropanolia.

Tarvittava pitoisuus

Denaturoitua etanolia saa vain eläinlääkäri reseptillä apteekkiin, ja sitä käytetään 70 %:n liuoksena (7 dl/litra vettä). Kaupallisia valmisteita käytetään laimentamattomana.

Glutaraldehydi ***

Teho

Aldehydit ovat erittäin tehokkaita desinfiointiaineita. Aldehydit reagoivat voimakkaasti pieneliöiden valkuaisaineiden kanssa.

Ominaisuuksia

- Glutaraldehydi on vähemmän haihtuvaa ja myrkyllistä kuin formaldehydi, mutta altistuminen hengitysteitse ja ihokosketus voi aiheuttaa herkistymistä. Huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta.
- Toimii melko hyvin myös eloperäisen lian läpi.
- Huuhdeltava pinnoilta ennen kalakosketusta.
- Eivät korrosoi eivätkä vaikuta materiaaleihin.
- Liuos on biologisesti hajoava.

Kaupallisia valmisteita

10–15 % glutaraldehydiä sisältäviä valmisteita ovat esim. Lyso 3025 (Bang & Bonsomer) ja Parvocide Plus (Hiven Oy).

Tarvittava pitoisuus

10–15 % glutaraldehydiä sisältävien tuotteiden annetaan vaikuttaa 1 %:n pitoisuuksina 1–2 tuntia (1 l/100 litraa), mutta nopeampi desinfiointi vaatii 2 %:n pitoisuuksia (2 l/100 litraa).

Kalsiumoksidi (CaO) eli poltettu, sammuttamaton kalkki ***

Teho

Sammuttamaton kalkki on tehokas maalammikoiden desinfiointiaine. Käytettävän aineen tulee olla tuoretta, hienojakoista kalsiumoksidia eli poltettua, sammuttamatonta kalkkia, CaO. Vesi reagoi voimakkaasti sammuttamattoman kalkin kanssa, ja tällöin syntyy hyvin emäksistä ja syövyttävää kalkkimaitoa.

Ominaisuuksia

- Kalkkimaito, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (= sammutettu kalkki), on voimakkaasti syövyttävää, tehoa myös loisiin, kotiloihin, ym.
- Levityksen tulee tapahtua heti vedenlaskun jälkeen ennen kuin allas ehtii kuivua. Kuiva allas kastellaan perusteellisesti (noin 5 cm:n syvyyteen). Altaiden lietetaskut imetään tarvittaessa tyhjiksi ennen veden laskua.
- Ennen kalkkiveden laskemista altaasta veden pH lasketaan suolahapon avulla alle 8. Suolahappo on aina lisättävä veteen eikä päinvastoin!
- Suojavarusteiden käyttäminen on välttämätöntä!

Tarvittava pitoisuus

Kalkkia levitetään pintadesinfiointissa noin 0,5 kg/m². Kun halutaan noin 3–5 cm:n syvyyteen ulottuva vaikutus, tarvittava määrä on 1 kg/m². Desinfioitava allas on pidettävä kuivillaan noin kuukauden ajan.

Natriumhydroksidi (NaOH) eli lipeä ***

Teho

Natriumhydroksidi on voimakkaasti emäksinen laajatehoinen desinfiointiaine. Tunkeutumiskyky paranee, jos joukkoon lisätään 0,1 % Teepol-pesuainetta (Berner Oy, huoltamot).

Ominaisuuksia

- Säilyttää desinfiointikykyä myös maa-aineksen ja eloperäisen materiaalin läsnäollessa.
- Lipeä on käyttökelpoinen desinfiointiaine etenkin maa-altaille, mutta sitä voidaan käyttää myös koviille pinnoille.
- Syövyttää metalleja.
- Desinfiointiliuoksen pH:n tulee pysytellä yli 11.
- Syövyttää ihoa, käytä kumisia suojavarusteita!
- Poislaskettaessa lipeä ja sammutettu kalkki neutraloidaan suolahapolla niin, että poistoveden pH on alle 8.

Tarvittava pitoisuus

1 % NaOH + 0,1 % Teepol, eli 1 kg lipeää ja 1 dl Teepolia/100 litraa vettä. Käytetään maa-altaaseen 2–3 l/m², koviille pinnoille 1 l/10 m². Desinfiotaessa maa-altaan tulee pysytellä kosteana 2 vrk:n ajan, ja sen jälkeen allas pidetään kuivillaan kuukauden. Tehoa voidaan lisätä maa-altaissa levittämällä sammutettua kalkkia (Ca(OH)₂) altaan pohjalle 1 kg/m² ennen lipeä-Teepol-liuoksen lisäämistä. Koviin pintojen desinfiointiaika on myös 2 vrk.

Kvaternääriset ammoniumyhdisteet eli kvatit *(*)

Teho

Kvatit alentavat solujen pintajännitystä, kiinnittyvät soluseinään ja muuttavat sen läpäisevyyttä tuhoten solun. Kvatit tuhoavat parhaiten gram-positiivisia kokkibakteereita ja lipofilisiä viruksia, kuten VHS- ja IHN-viruksia, mutta pystyvät tuhoamaan myös gram-negatiivisia bakteereita, joita useimmat kalabakteerit ovat. IPN-virukseen kvatit eivät tehoa. Kvatit ovat yleensä riittäviä desinfiointiaineita sellaisilla viljelylaitoksilla, joissa ei ole erityisiä tautiongelmiä.

Ominaisuuksia

- Käyttöliuokset hajuttomia, turvallisia käyttää ja haitattomia useimmille materiaaleille, tiiviste syövyttävää.
- Orgaaninen lika heikentää nopeasti kvatien tehoa, samoin saippuat ja useimmat pesuaineet.
- Kaupallisia valmisteita on useita, mutta tuotteiden luotettava vertailu keskenään on

lähes mahdotonta niiden erilaisen koostumuksen vuoksi: kvatteja eri osuus, tensidejä on tai ei ole, mukana muitakin yhdisteitä kuten glutaraldehydiä, hinta vaihtelee.

- Kaupallisissa valmisteissa on useimmiten mukana peseviä aineita, joten pesu ja desinfiointi voidaan suorittaa samalla aineella ja osin samanaikaisesti.

Kaupallisia valmisteita

Kaupallisia tuotteita ovat esim. P₃ Topax 91 ja 99 (Henkel-Ecolab), Ipasept (Farmos teknokemia), Germa-Cert Plus (Certified Laboratories), Everbrite extra (National Chemsearch).

Tarvittava pitoisuus

Useimmilla valmisteilla tarvittava pitoisuus on huoneenlämmössä 0,5–1 % ja kylmässä 2–3 %. Vaikutusaika on 30–60 min.

Yhteenvedo eri kohteiden desinfiointiaineista kalanviljelylaitoksessa

Muista huolellinen pesu ennen desinfiointia!

MAA-ALTAAT	Pitoisuus	Vaikutusaika
Kalkki (CaO)	0,5–1 kg/m ²	noin kuukausi
Natriumhydroksidi 1 % + 0,1 % Teepol	2–3 l/m ²	noin kuukausi
Natriumhydroksidi (1 % + 0,1 % Teepol) + sammutettu kalkki (Ca(OH))	2–3 l/ m ² +1 kg/m ²	noin kuukausi
LASIKUITUJA MUOVIALTAAT, KULJETUSSÄILIÖT, BETONIALTAAT JA PUUPINNAT		
Höyrytys	100 °C	5 min
Kloori-yhdisteet	200 mg/l	30 min
Vetyperoksidi-yhdisteet	1–2 %	30 min
Glutaraldehydi-yhdisteet	1–2 %	30–60 min
Kaliumperoksisulfaatti	1–2 %	30 min
Kvatit	1–3 %	30–60 min (EI IPN)
Natriumhydroksidi	1 % + 0,1 % Teepol	2 vrk
VERKKOKASSIT, NUOTAT ym.		
Sauna	yli 70 °C	yli 1 tunti
Höyrytys	100 °C	5 min
Kloori-yhdisteet	200 mg/l	30 min
Vetyperoksidi-yhdisteet	1–2 %	30 min
Glutaraldehydit	1–2 %	30–60 min
Natriumhydroksidi	1 % + 0,1 % Teepol	2 vrk
HAAVIT, HARJAT, ASTIAT ym.		
Sauna tai lämpökaappi	yli 70 °C	yli 1 tunti
Höyrytys	100 °C	5 min
Kloori-yhdisteet	200 mg/l	30 min
Vetyperoksidi-yhdisteet	1–2 %	30 min
Glutaraldehydi-yhdisteet	1–2 %	30–60 min
Kaliumperoksisulfaatti	1–2 %	30 min
Kvatit	1–3 %	30–60 min (vain allaskoht.)
PUNNITUSJA MERKINTÄVÄLINEET, PÖYDÄT ym.		
Sauna tai lämpökaappi	yli 70 °C	yli 1 tunti
Etanoli, isopropanoli	70 %	sumutus
Vetyperoksidi-yhdisteet	1–2 %	30 min
Glutaraldehydi-yhdisteet	1–2 %	30–60 min
Kaliumperoksisulfaatti	1–2 %	30 min
Kvatit	1–3 %	30–60 min (vain laitoskoht.)
SAAPPAAT		
Sauna tai lämpökaappi	yli 70 °C	yli 1 tunti
Natriumhydroksidi	1 % + 0,1 % Teepol	noin 10 sek.
Kloori-yhdisteet	2 000 mg/l	noin 10 sek
Vetyperoksidi-yhdisteet	2–3 %	noin 10 sek
Glutaraldehydi-yhdisteet	2–3 %	noin 10 sek
Kaliumperoksisulfaatti	2–3 %	noin 10 sek
DESINFIOINTIMATOT ja JALKINEIDEN POHJAT		
Vieraskäyttöön käytännöllisimmät pestävät, desinfioitavat saappaat ja kengän suojukset		
Natriumhydroksidi	1 % + 0,1 % Teepol	
Kloori-yhdisteet	2 000 mg/l	
Vetyperoksidi-yhdisteet	2–3 %	
Glutaraldehydi-yhdisteet	2–3 % Kaliumperoksisulfaatti	2–3 %
VAATTEET (käytännössä märkävaatteet)		
Sauna tai lämpökaappi	yli 70 °C	yli 1 tunti
Pesu	60 °C	yli tunti
Etanoli, isopropanoli	70 %	
Kvatit	2–3 %	
KÄDET		

Puhtaisiin käsiin esim. klooriheksidiiniä, kvateja ja isopropanolia sisältäviä käsien desinfiointiin tarkoitettuja aineita tai 70 %:sta etanolia

19. Yksiköiden muuntotaulukko

1 ppm = 1 µl/litra = 1 mg/litra = 1 g/1 000 litraa

1 µl = 1 mg

1 ml = 1 g

1 % = 10 mg/ml = 10 g/litra = 1 kg/100 litraa = 10 kg/1 000 litraa

1 tonni = 1 000 kg

1 kg = 1 000 g

1 g = 1 000 mg

1 mg = 1 000 µg

1 ha = 10 000 m²

1 m³ = 1 000 l

1 l = 1 000 ml

1 µm = 0,001 mm

1 nm = 0,000001 mm

ppm	osuus	%	mg/litra g/1 000 litraa	g/litra
1	1:1 000 000	0,0001	1	0,001
5	1:200 000	0,0005	5	0,005
10	1:100 000	0,001	10	0,01
20	1:50 000	0,002	20	0,02
50	1:20 000	0,005	50	0,05
100	1:10 000	0,01	100	0,1
200	1:5 000	0,02	200	0,2
500	1:2 000	0,05	500	0,5
1 000	1:1 000	0,1	1 000	1
10 000	1:100	1	10 000	10
100 000	1:10	10	100 000	100

20. Ohjeita vaarallisen tarttuvan taudin ilmenemisen varalta

Mikäli epäilet tai tiedät, että laitoksella esiintyy eläintautilain perusteella vastustettavaa kalatautia (ks. luku 22) tai muuta vakavaa kalatautia, ota heti yhteys paikalliseen eläinlääkäriin. Alueellasi on aina yksi päivystävä eläinlääkäri virka-ajan ulkopuolellakin. Jos et tavoita eläinlääkärää, soita suoraan Eviran kalatautieläinlääkäreille.

Seuraavia ohjeita tulisi noudattaa jo ennen kuin eläinlääkintäviranomaiset antavat tarkempia määräyksiä. Ethän halua levittää hankalaa kalatautia ja vaarantaa koko tuotantoa:

- Älä kuljeta kalaa tai mätiä muille laitoksille tai luonnonvesiin.
- Älä siirrä tai lainaa laitoksen välineitä tai työkaluja muille laitoksille.
- Eristä allas tai altaat siten, että vain tietyt henkilöt hoitavat kaloja.
- Eristetylle alueelle tultaessa ja sieltä poistuttaessa on jalkineet, suojavaatteet ja kädet desinfioitava (vaatteet mieluiten vaihdettava).
- Kullakin altaalla tulee olla omat päivittäiset välineet. Mahdolliset yhteiset välineet tulee pestä ja desinfioida huolella.
- Laitosvierailuja tulee rajoittaa, ja ne tulee olla hyvin valvottuja. Vierailijoiden tulee käyttää suojajalkineita ja kulkea kädet taskussa.
- Kuollut mäti ja kuolleet kalat hävitetään eläinlääkärin ohjeen mukaan.

21. Eviran kalaterveyspalvelu

Kalanviljelylaitos voi solmia Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) kanssa vapaaehtoisen sopimuksen kalaterveyspalvelusta. Terveyspalveluun liittyvät laitokset jaotellaan eri luokkiin tuotantosuunnan mukaan, eli sen mukaan minkälaista toimintaa laitoksella esiintyy, ja missä laitos sijaitsee:

- P0 on sisävesialueella toimiva emokalalaitos.
- P1 on sisävesialueella toimiva poikaslaitos.
- P2 on merialueella toimiva poikaslaitos.
- L-luokkaan kuuluvat luonnonravintolammikot, jotka jaotellaan kahteen luokkaa sen mukaan käytetäänkö lammikoissa makeata (L1) vai murtovettä (L2).
- R1-laitos on sisävesialueella toimiva ruokakalalaitos.
- R2 on merialueella toimiva ruokakalalaitos.
- RA on ravunviljelylaitos.

Edellä mainitut laitokset saavat hankkia kalamateriaalinsa ainoastaan samaan luokkaan kuuluvasta laitoksesta tai sitä ylempää luokkaa olevalta laitokselta. Esim. P1-laitos saa ottaa elävää materiaalia vain toiselta P1-laitokselta ja P0-laitokselta.

Peruspalvelusopimukseen kuuluvat seuraavat palvelut:

- Tautitapausten yhteydessä lähetettyjen näytteiden diagnostiikka.
- Tauteihin liittyvää neuvontaa.
- Tiedotus ajankohtaisista kalataudeista ja niiden levinneisyydestä maassamme ja EU:n alueella.
- Eläinlääkäritodistus kalojen terveydentilasta, joka perustuu laitoksella aikaisemmin suoritettuihin tautitutkimuksiin.

Kalanviljelijä sitoutuu lähettämään kalanäytteet aina, kun hän epäilee laitoksessaan esiintyvän tautia. Näytteet lähetetään yleensä lähimpänä sijaitsevaan Eviran laboratoriooni. Eviralla on kalatautiagnostiikkaan erikoistuneita laboratorioita sekä kalatauteihin erikoistuneita eläinlääkäreitä Helsingissä, Kuopiossa ja Oulussa (ks. luku 23). Valvova eläinlääkäri käy laitoksella vain EU-tarkastusten yhteydessä (ilmainen) tai erikseen pyydettyä, jolloin viljelijä itse vastaa eläinlääkärikäynnin kustannuksista.

Sopimukseen voidaan lisätä muita tutkimuksia ja ongelmaselvityksiä, esimerkiksi 60 kalan bakteriologinen, virologinen ja loistutkimus kalaparven tautitilanteen selvittämiseksi esim. vientiä tai muita kalansiirtoja varten. Näistä tutkimuksista laskutetaan erikseen. Lisätietoa Eviran kalaterveyspalvelusta saat Eviran kotisivuilta www.evira.fi tai suoraan soittamalla Eviran kalatauti-eläinlääkäreille.

22. Lainsäädäntö

Kalatautien vastustuksen lainsäädännöstä Suomessa vastaa maa- ja metsätalousministeriön (MMM) ruokaosasto. Suomen eläintautilaki kalatautien osalta on harmonisoitu Euroopan Yhteisön kalatautilainsäädännön kanssa. Eläintautilaissa ja eläintautiasetuksessa on määritely, miten pitää toimia tiettyjen eläintautien ilmaantuessa.

Vastustettavien tautien luokittelu

MMM määrää asetuksella, mitkä kalataudit kuuluvat lakisääteisesti vastustettaviin tauteihin. Nämä taudit on jaettu valvottaviin, vaarallisiin ja helposti leviäviin eläintauteihin. Mikäli epäilet laitoksellasi olevan vastustettavia kalatauteja, on niistä välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille.

Valvottava eläintauti

Valvottava eläintauti on sellainen, joka voi aiheuttaa taloudellista vahinkoa yksityistaloudessa eläintenpidolle tai joka voi sairastuttaa ihmisen, joten eläintenpidon turvaamiseksi taudin vastustaminen on tärkeää.

Kalojen taudeista tähän ryhmään kuuluvat bakteeriperäinen munuaistautia (BKD) tietyillä vesistöalueilla, *Gyrodactylus salaris* -tartunta Jäämereen laskevissa joissa, *Piscirickettsia salmonis* -tartunta, tarttuva haimakuoliotauti (IPN) tietyillä vesistöalueilla, karpin kevätviremia (SVC), koikarpin herpesvirus -tauti (KHV), kalojen OMV-tauti (*Oncorhynchus masou* -virus), kalojen PD-tauti (pancreas disease) ja SD-tauti (sleeping disease), sekä kirjolohen verenvuotoseptikemia (VHS) Ahvenanmaan maakunnassa.

Vaarallinen eläintauti

Vaarallinen eläintauti aiheuttaa kansantaloudellisesti merkittäviä tappioita, huomattavasti estää tai haittaa eläinten tai eläinkunnan tuotteiden vientiä tai tuontia, taikka voi tarttua eläimestä ihmiseen aiheuttaen tämän vakavan sairastumisen. Kalojen taudeista tähän ryhmään kuuluvat virustaudit kuuluvat EHN-virustauti ja EUS-sienitauti, joita Suomessa ei ole todettu.

Helposti leviävä eläintauti

Helposti leviäväksi eläintaudiksi määritetään sellainen tauti, joka on yllä mainittu vaarallinen eläintauti ja on lisäksi erityisen tarttuva ja helposti leviävä. Kalataudeista näitä ovat virustaudit VHS, IHN ja ISA. Näistä Suomessa on todettu vain VHS-tautia.

Kalojen siirto-rajaukset Suomessa

Kalojen siirtoja rajoitetaan eri terveystuokkiin kuuluvien alueiden ja laitosten välillä. Tärkeimmät aluerajaukset ovat seuraavat:

- Elävien viljeltyjen ja luonnonkalojen, mädin ja maidin kuljettaminen meri- ja rannikko-alueelta sekä mereen lakevasta joesta vaelluskalojen nousualueelta sisävesialueelle on kielletty. Evira myöntää lupia tietyin ehdoin vain erityisistä syistä (mm. emokalastojen perustaminen).
- Elävää kalaa ei saa siirtää muualta Suomesta Teno-, Näätämö-, Uutua-, Paats- ja Luttojoen vesistöjen alueille *G. salaris*-loisen leviämisen ehkäisemiseksi.

Tarkempia ohjeita saa Elintarviketurvallisuusvirasto Evirasta. Tärkein ohjaava säädös on Maa- ja metsätalousministeriön asetus kaloissa, äyriäisissä ja nilviäisissä esiintyvien eläintautien vastustamisesta (470/2008, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080470>).

Kalojen tuonti

Suomessa kalojen tuontia rajoittavat sekä maa- ja metsätalousministeriön (MMM) että ympäristöministeriön (YM) säädökset. Tuonnin tulee täyttää kaikkien säädösten vaatimukset ennen kuin se voidaan hyväksyä.

- Tuontien mukana leviävien kalatautiin vastustuksesta vastaa eläintautilakiin ja eläinlääkinnällisestä rajatarkastuksesta annettuun lakiin perustuen MMM:n ruokaosasto lainsäädännön osalta ja Elintarviketurvallisuusvirasto Evira toimeenpanon osalta.
- Suomelle uusien kala- ja rapulajien ja -kantojen tai niiden sukusolujen maahan tuonnista vastaa kalastuslakiin perustuen MMM:n luonnonvaraosasto.
- Uhanalaisten kalalajien kauppaa säätelee CITES-sopimus ja asetus, jota valvoo luonnon-suojelulakiin perustuen Ympäristöministeriö ja lupia myöntää Suomen ympäristökeskus.

EU:n kalatautitautimääräyksiä sovelletaan viljelykalojen ja niiden sukusolujen maahantuontiin. Viljelykaloilla tarkoitetaan kaloja, jotka ovat peräisin viljelylaitoksesta tai ovat menossa viljelylaitokseen.

IHN-, VHS- ja ISA-virustautien leviämisen ehkäisemiseksi Suomeen saa tuoda eläviä viljeltyjä tai viljelyyn meneviä lohikaloja, haukia ja piikkikampeloita ja näiden sukusoluja vain niiltä EU:n alueilta ja kalanviljelylaitoksista, jotka on virallisesti hyväksytty näistä taudista vapaiksi.

Suomella on myös ehtoja eräille muille taudeille herkkien kalalajien tuontiin. Nämä taudit ovat BKD, SVC, IPN sekä *Gyrodactylus salaris*-loistartunta. Näille taudeille herkkien lajien on täytettävä niitä koskevat lisätuontiehdot, jos lajeja aiotaan tuoda tietyille alueille Suomessa.

Kalojen ja niiden sukusolujen tuonti EU:n alueelta edellyttää tuojan rekisteröitymistä Eviran ylläpitämään rekisteriin. Rekisteröinnin yhteydessä selvitetään, onko tuonti aiotusta maasta, alueelta ja laitoksesta mahdollista ja millä ehdoilla, ja toisaalta onko lajin suunniteltu sijoituspaikka Suomessa mahdollinen.

Luonnonkaloja (mm. ankerias) ja niiden sukusoluja voi tuoda vain Eviran luvalla ja sen määräämillä ehdoilla.

Kalojen ja niiden sukusolujen tuonti EU:n ulkopuolelta edellyttää Eviran luvan, ja tuotavan materiaalin tulee täyttää vähintään samat vaatimukset kuin EU:n alueelta tuotaessa.

Tautivapauden osoittamiseksi EU vaatii, että kalanviljelylaitoksista on jatkuvasti otettava tietty määrä seurantanäytteitä. Näiden näytteiden ostopuolelta huolehtivat kunnaneläinlääkärit. Näytteenoton tiheys ja näytteiden määrät vaihtelevat laitoksen tuotantosuunnan ja tautiriskin mukaan. Esimerkiksi sisävesialueen lohikalojen emo- ja poikaslaitoksilla tarkastuskäyntejä tehdään vähintään kerran vuodessa vedenlämpötilan ollessa alle 14 °C.

Kalojen lääkintä

Lääkkeiden valmistuksesta, maahantuonnista, jakelusta, myynnistä ja muusta kulutukseen luovuttamisesta säädetään lääkelaisissa. Kalaparvi on merkittävä tunnistamista varten lääkkeen antamisen yhteydessä esimerkiksi varustamalla altaan reuna kyltillä, josta selvästi käy ilmi, että kyseisellä parvella on lääkityksen takia varoaika. Kaloja ei saa luovuttaa elintarvikkeeksi varoaikana. Varoaika on valmistekohtainen ja eläinlääkäriin on määrättävä varoaika pidennettäväksi, jos on todennäköistä, että lääkevalmisteen antamisesta aiheutuu jäämiä tavanomaista pidemmäksi ajaksi. Eläinlääkäriin on annettava kirjallinen tai muu luotettava selvitys tuotantoeläimelle antamastaan tai annettavaksi määräämästä lääkkeestä. Eläinten omistajan tai haltijan on pidettävä kirjaa eläimilleen määrätystä ja annetuista lääkkeistä. Kirjanpidosta on käytävä ilmi: eläinryhmän tunnistustiedot, lääkityksen antopäivämäärä, lääkkeen nimi, lääkkeelle määrätty varoaika ja lääkkeen myyjän nimi (eläinlääkäri, apteekki tai vastaava). Eläinten omistajan ja haltijan on pyydettyä annettava valvontaviranomaiselle tietoja tuotantotilalle tuoduista ja sieltä viedyistä tuotantoeläimistä.

23. Osoitteita

Maa- ja metsätalousministeriö (MMM),

PL 30, 00023 Valtioneuvosto

Internet: www.mmm.fi; Sähköposti: etunimi.sukunimi@mmm.fi

Puh. 0295 16 001, Faksi (09) 160 54202

MMM, ruokaosasto, Mariankatu 23, Helsinki

MMM, luonnonvaraosasto, Hallituskatu 3 A, Helsinki

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira

Internet: www.evira.fi; Sähköposti: etunimi.sukunimi@evira.fi

Mustialankatu 3, 00790 Helsinki

Puh. 029 530 0400, Faksi 029 530 4361

Evira, Kuopio, Neulaniementie 4, 70210 Kuopio,

Puh. 029 530 4952, Faksi 029 530 4970,

Evira, Oulu, Elektroniikkatie 5 (postiosoite: Elektroniikkatie 3), 90590 Oulu

Puh. 029 530 4924, Faksi 029 530 4915,

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos,

Viikinkaari 4, PL 2, 00790 Helsinki, Puh. 029 530 1000

Internet: www.rktl.fi, Sähköposti: etunimi.sukunimi@rktl.fi

Yliopistot

Åbo Akademi, Akvaattisen patobiologian laboratorio,

Biocity, Tykistökatu 6, 20520 Turku

Puh. (02) 215 4301, Faksi (02) 215 4748

Internet: www.abo.fi; Sähköposti: etunimi.sukunimi@abo.fi

Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos,

Survontie 9, PL 35, 40014 Jyväskylän yliopisto

Puh. (014) 260 1211, Faksi (014) 260 2321

Internet: www.jyu.fi, Sähköposti: etunimi.sukunimi@jyu.fi

Oulun yliopisto, Biologian laitos, PL 3000, 90014 Oulun yliopisto

Puh. 029 448 1535, Faksi (08) 553 1061

Internet www.oulu.fi, Sähköposti: etunimi.sukunimi@oulu.fi

Itä-Suomen yliopisto, Biologian laitos, PL 111, 80101 Joensuu

Puhelinvaihte 029 445 1111, Faksi: 013 318 039

Internet: www.uef.fi; Sähköposti: etunimi.sukunimi@uef.fi.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristö- (ELY) -keskusten kalatalouspalvelut

Internet: www.ely-keskus.fi; sähköposti: etunimi.sukunimi@ely-keskus.fi

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, PL 156, 60101 Seinäjoki, puhelinvaihde: 0295 027 500

Etelä-Savon ELY-keskus, PL 164, 50101 Mikkeli, puhelinvaihde: 0295 024 000

Hämeen ELY-keskus, PL 29, 15141 Lahti, puhelinvaihde: 0295 025 000

Kaakkois-Suomen ELY-keskus, PL 1041, 45101 Kouvola, puhelinvaihde: 0295 029 000

Kainuun ELY-keskus, PL 115, 87101 Kajaani, puhelinvaihde: 0295 023 500

Keski-Suomen ELY-keskus, PL 250, 40101 Jyväskylä, puhelinvaihde: 0295 024 500

Lapin ELY-keskus, PL 8060, 96101 Rovaniemi, puhelinvaihde: 0295 037 000

Pirkanmaan ELY-keskus, PL 297, 33101 Tampere, puhelinvaihde: 0295 036 000

Pohjanmaan ELY-keskus, PL 131, 65101 Vaasa, puhelinvaihde: 0295 028 500

Pohjois-Karjalan ELY-keskus, PL 69, 80101 Joensuu, puhelinvaihde: 0295 026 000

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, PL 86, 90101 Oulu, puhelinvaihde: 0295 038 000

Pohjois-Savon ELY-keskus, PL 2000, 70101 Kuopio, puhelinvaihde: 0295 026 500

Satakunnan ELY-keskus, PL 266, 28101 Pori, puhelinvaihde: 0295 022 000

Uudenmaan ELY-keskus, PL 36, 00521 Helsinki, puhelinvaihde: 0295 021 000

Varsinais-Suomen ELY-keskus, PL 236, 20101 Turku, puhelinvaihde: 0295 022 500

24. Kirjallisuutta

- Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1980. Water quality criteria for freshwater fish. London. Butterworths. 297 p.
- Austin, B. & Austin, D.A. 2007. Bacterial fish pathogens: disease in farmed and wild fish. 4th edition. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, XXVII, 553 s.
- Bauer, O.N., Musselius, V.A. & Strelkov, Yu.A. 1973. Diseases of pond fishes. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 220 s.
- Black, K.D. & Pickering, A.D. (toim.) 1998. Biology of farmed fish. Sheffield Academic Press, Sheffield. 415 s.
- Bruno, D.W. & Poppe, T.T. 1996. A colour atlas of salmonid diseases. Academic Press Ltd, London. 194 s.
- Eskelinen, P. & Forsman, L. 1996. Mädin desinfiointi jodoforeilla. Niteessä: Eskelinen, P. (toim.). Mädin desinfiointi. Laadun hallintaa käytännössä. RKTL, Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 117, s. 5–37.
- Eskelinen, P. (toim.) 2003. Vesihome kalanviljelyn vaivana. Onko taudin torjuntaan menetelmiä? RKTL, Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 188, 56 s.
- Hirvelä-Koski, V. 2005. *Aeromonas salmonicida* and *Renibacterium salmoninarum*: diagnostic and epidemiological aspects. University of Helsinki, EELA Publications 4/2005, 92 s.
- Högfors E., Pullinen K-R., Madetoja J. & Wiklund T., 2008. Immunization of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), with a low molecular mass fraction isolated from *Flavobacterium psychrophilum* Journal of Fish Diseases, 31:899-911
- Keinänen, M., Tolonen, T., Ikonen, E., Parmanne, R., Tigerstedt, C., Ryttilahti, J., Soivio, A. & Vuorinen, P. J. 2000. Itämeren lohen lisääntymishäiriö - M74. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 165.
- Koski, P. 2004. The occurrence and prevention of the M74 syndrome, a thiamine deficiency disease in Baltic salmon. University of Helsinki, EELA Publications 4/2004, 61 s.
- Leatherland, J.F. & Woo, P.T.K. (toim.) 2010. Fish diseases and disorders. Volume 2, 2nd edition. Non-infectious disorders. CAB International, Wallingford, UK. 416 s.
- Mustajärvi, V. 1999. Kalanviljelytekniikka. RKTL, Kala- ja riistaraportteja nro 160, 118 s.
- Mäkinen, T., Ruohonen, K. & Klein, P. 1985. Kaasujen ylikyllästys - poikasviljelyä väijyvää vaara. Suomen Kalankasvattaja 4/1985, 56–57.

OIE, Aquatic animal health code 2012. www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access-online/

Rintamäki-Kinnunen, P. 1997. Parasitic and bacterial diseases at salmonid fish farms in northern Finland. *Acta Universitatis Ouluensis*, A294, 43 s.

Raja-Halli, M., Vehmas, T.K., Rimaila-Pärnänen, E., Sainmaa, S., Skall, H.F., Olesen, N.J. & Tapiovaara, H. 2006: Viral haemorrhagic septicaemia (VHS) outbreaks in Finnish rainbow trout farms. *Diseases of Aquatic Organisms* 72: 201-211.

Roberts, R.J. & Shepherd, C.J. 1997. Handbook of trout and salmon diseases (3rd edition). Fishing News Books. 179 s.

Sundberg, L.-R., Laanto, E. & Bamford, J.K.H. 2012: Novel treatment methods of columnaris disease. <http://web.abo.fi/konferens/flavobacterium2012/pdf/Sundberg.pdf>.

Suomalainen, L.-R., Tiirola, M.A. & Valtonen, E.T. 2005: Influence of rearing conditions on *Flavobacterium columnare* infection of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases* 28: 271-277.

Tacon, A.G.J. 1992. Nutritional fish pathology. Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish. FAO Fisheries Technical Paper 330. Rome, FAO, 75 p.

Toften, H. & Jobling, M. 1996. Development of spinal deformities in Atlantic salmon and Arctic charr fed diets supplemented with oxytetracycline. *Journal of Fish Biology* 49: 668-677.

Valtonen, E.T., Hakalahti-Sirén, T, Karvonen, A & Pulkkinen, K. (toim.) 2012. Suomen kalojen loiset. Gaudeamus, Helsinki University Press, 540 s.

Woo, P.T.K. (toim.) 2006. Fish diseases and disorders. Volume 1. Protozoan and Metazoan Infections. 2nd edition. CAB International, Wallingford. 794 s.

Woo, P.T.K. and Bruno D.W. (toim.) 2011. Fish diseases and disorders. Volume 3, 2nd edition. Viral, Bacterial and Fungal Infections. CAB International, Wallingford, UK. 944 s.

Hakemisto

A

Acanthocephala, 58
 Achlya, 84
 Aktinospoori, 68, 69
 Adjuvantti, 104
 Adrenaliini, 6
 Aeromonas hydrophila, 56
 Aeromonas salmonicida salmonicida, 45
 Aflatoksiini, 31
 Aineenvaihdunta, 6; 23; 28-31
 Aldehydi, 120
 Alijäähtynyt vesi, 23
 Aliravitsemus, 29
 Alkoholi, 79; 119
 Alkueläimet, 14; 16; 57-58
 Allerginen reaktio, 107
 Alumiini, 23-24; 117-118
 Ambiphrya, 63-64
 Aminohappo, 30; 34
 Ammoniakki, 24
 Anafylaktinen shokki, 107
 Anemia, 30-31; 36; 41-42; 70; 82
 Anisakiaasis, 78
 Anisakis simplex, 57; 78
 Antibiootti, 19; 46-47; 50; 55-56; 70; 87; 104; 110-111
 Antibioottiherkkyys, 110
 Antigeeni, 104
 Antioksidantti, 30; 33
 AO-malja (Anacker & Ordal), 17; 18
 Apatia, 37;
 Aphanomyces, 84; 86
 Apiosoma, 57; 63-64
 Argulus coregoni, 58; 80
 Argulus foliaceus, 58; 80
 ASA, 47
 ASS, 45
 Astaksantiini, 30
 A-vitamiini, 30-31; 34

B

Bacterial Kidney Disease, 50
 Bakteriperäinen munuaistauti, 50; 127

Bakteeriviljely, 16-18; 46
 Bentsalkoniumkloridi, 99; 102-103
 Bentsokaiini, 112
 Birnavirus, 39
 BKD, 50-51; 86; 89; 128-129
 Botulismi, 33
 Bunsenlamppu, 16-17
 B-vitamiinit, 31

C

Caligus lacustris, 58; 79
 Capriniana, 57; 66
 Cardiomyopathy syndrome, 43
 Cestoidea, 57
 Chilodonella, 57- 58; 60-61; 99-100
 Chloromyxum truttae, 57; 67-68
 Ciliophora, 57
 Clostridium botulinum, 33
 CMS, 43
 Costia necatrix, 10; 58-59
 Crustacea, 58
 Cryptobia, 58
 C-vitamiini, 6; 31; 34; 107

D

Dactylogyrus, 70
 Desinfointi, 89; 93-96; 114-122
 Digenea, 58
 Diphyllbothrium dendriticum, 57; 77
 Diphyllbothrium latum, 57
 Diplostomum, 57; 72-75
 Ductus pneumaticus, 86
 D-vitamiini, 30

E

EHN, 44; 128
 EIBS, 43
 Elatusainemalja, 16-18; 45
 Emamektiinibentsoaatti, 79-82; 110
 Emäksinen, 26; 121
 Energia, 29-31; 33
 Enteric Red Mouth, 48
 Entsyymi, 8; 31; 33

- Epidermis, 7
 Epikardiitti, 74
 Epistylis, 63
 Epiteelin (pintasolukon) liikakasvu, 15
 Epizootic Haematopoietic Necrosis, 44
 Epizootic Ulcerative Syndrome, 86
 Epäspesifinen puolustusjärjestelmä, 6
 Epätyypillinen *Aeromonas salmonicida*, 47
 Ergasilus, 57; 78; 81-82
 ERM, 48-49
 Erythrocytic Inclusion Body Syndrome, 43
 Etanoli, 112; 119-120; 123
 Eubothrium, 57; 75
 EUS, 86; 127
 E-vitamiini; 6; 30-31; 34; 107
 Eväkulumat (-mätä, -tulehdus), 34; 56; 101-102
Exophiala salmonis, 86
- F
- Flavobacterium columnare*, 52-53; 55
Flavobacterium psychrophilum, 52-54
 Flavobakteerit, 17; 52-53; 104; 109
 Formaldehydi, 20; 100; 120
 Formaliini, 91-92; 97; 99-101; 103
 Furunkuloosi, 45; 104
 Fysiologinen suolaliuos, 93
- G
- Glokidium, 58; 83
 Glukaani, 6
 Glutaraldehydi, 120; 122-123
 Glykogeeni, 30
Gyrodactylus salaris, 57; 70-72; 127-128
- H
- Haima, 17; 39; 42; 109
 Haimakuoliotauti, 39; 127
 Hankittu puolustusjärjestelmä, 6; 9; 104
 Hapettuminen, 30; 33
 Happamuus, 23; 26
 Happi, 9-10; 12; 22; 24; 115; 117
 Haukimato, 57; 75-78
 Heart and skeletal muscle inflammation, 43
 Heisimadot, 57; 70; 75
 Helposti leviävä eläintauti, 127
 Henneguya zschokkei, 57; 68-69
- Hermomyrkkyy, 33
 Hexamita, 57; 67
 Hiilidioksidi, 24; 27; 33
 Hiilihydraatit, 29
 Hirudinea, 58
 Hivenaineet, 29
 Homemyrkkyy, 31
 Horisontaalinen, 37; 40
 Hormoni, 6; 31; 107
 HPRO-kannat, 41
 HSMI 43
 Hygienia, 42; 55; 66; 114
 Hyperplasia, 15
 Härskiintyminen, 30; 33 -34
- I
- ICH, 62
Ichthyobodo necator, 10; 57-60
Ichthyocotylurus erraticus, 57; 74-75
Ichthyophonus hoferi, 85
Ichthyophthirius multifiliis, 14; 57; 61-63
 IHN, 39; 44; 115; 121; 127-128
 Ilmastus, 112
 Immersiorokote, 106
 Immersioöljy, 16
 Immunitaetti, 6; 9
 Immunologinen muisti, 9
 Immunostimulantti, 6
 Imumadot, 57; 70; 72
 Imusolu, 6; 8
 Infectious Haematopoietic Necrosis, 38
 Infectious Pancreatic Necrosis, 39
 Infectious Salmon Anemia, 41
 Inositoli, 31; 34
 Interferoni, 8
 Ioninvaihtaja, 24
 Ionitasapaino, 100
 IPN, 39-40; 89; 109; 115; 121; 123; 127-128
 ISA, 41; 127-128
 Isopropanoli, 119; 123
 Isäntäspesifi, 71
 Itiöeläimet, 57; 67-70
- J
- Jodi, 31; 46; 93; 116; 118-119
 Jodofori, 93-94; 96; 119
 Juotikkaat, 16; 58; 70; 82; 99

K

Kaasukuplatauti, 26
 Kalajuotikas, 58; 82
 Kalakuolema, 19; 45
 Kalan tappaminen, 14
 Kalatäi, 42; 58; 79-81; 110
 Kaliumperoksisulfaatti, 118; 123
 Kaliumdivetyfosfaatti, 93
 Kalkki, 26; 120-121; 123
 Kalkkimaito, 120
 Kalojen tuonti, 87; 128
 Kalsiumoksidi, 120
 Karpin kevätviremia, 40; 127
 Kasvain, 35; 43
 Kasvisvalkuaiset, 30
 Katarakti, 34
 Kemiallinen desinfiointi, 116
 Kemikaalien toimittajia, 103
 Kertakäyttösauva, 16-18
 KHV, 44
 Kidustäi, 58; 81
 Kierretauti, 57; 69; 87
 Kiinnikkeet, 108-109
 Kiintoaine, 24; 53; 97
 Kivennäisaineet, 31; 34
 Kloori, 99; 102-103; 116-117; 123
 Kloramiini T, 56; 99-100; 102-103
 Koikarpin herpesvirus, 44
 Kokonaiskaasunpaine, 25
 Kokonaiskyllytys, 25
 Koliini, 31; 34
 Kolumnaaritauti, 53; 55
 Komplementtijärjestelmä, 8-9
 Kortisoli, 6; 106
 Kudosnäyte, 19
 Kuolleiden kalojen hävittäminen, 88; 114
 Kutikula, 7
 Kvaternäariset ammoniumyhdisteet, 121
 Kvatit, 121; 123
 K-vitamiini, 30-31; 34
 Kylkiuinti, 28; 34
 Kylmän veden tauti, 53-54
 Kylvetysaineet, 97; 99; 103
 Kylvetystavat, 98

L

Lapamoto, 57
 Lepeophtheirus salmonis, 79
 Lepoaste, 63; 67
 Leptolegnia, 84
 Leptomitus, 84
 Levä, 10; 23-24; 86; 97
 Limakalvot, 6-9; 78
 Limanäyte, 13-16
 Linssin samentuminen, 34
 Lipeä, 116; 121
 Liver lipid degeneration, 33
 LLD, 33
 L-luokka, 126
 Lohitai, 43; 79
 Loiskaihi, 57; 72-73
 Loisperäinen munuaistauti, 57; 70
 Loistutkimus, 13-14; 126
 Lokkilapamoto, 57; 77-78
 Lordoosi, 34
 Luontainen puolustusjärjestelmä, 6
 Lymfosyytti, 8-9
 Lysotsyymi, 8
 Läikkätauti, 56
 Lämpö (desinfiointi), 115
 Lämpötila, 9; 12; 22-25

M

M74-oireyhtymä, 33
 Makrofagi, 6; 8; 50; 104
 Maksan rasvarapheetuminen, 33; 34
 Malakiittivihreäoksalaatti, 85; 91; 100-101
 Mastigophora, 57
 Metakerkaria, 73-74
 Mikroskooppi, 13-14
 Mineraalit, 29; 31
 Mollusca, 58
 Monisoluiset loiset, 57
 Monitydyttämättömät rasvahapot, 30
 Monogeenit, 16; 57; 70-72; 99-100
 Monogenea, 57
 MS-222, 112

Munuaisen kalkkeutuminen, 27
 Myrkytys, 24; 30
 Myxobolus cerebralis, 57; 69

Myxosoma cerebralis, 69

Myxozoa, 57

N

Natriumbikarbonaatti, 33

Natriumhydroksidi, 93-94; 121; 123

Natriumhypokloriitti, 117

Natriumtiosulfaatti, 93; 95; 117; 119

Nematoda, 57

Nestetasapaino, 59; 85

Nilviäiset, 58; 70; 83; 128

Nitrifikaatiobakteerit, 24

Noradrenaliini, 6

O

Objektiivin, 13-14

Objektilasi, 13; 15

Oksitetrasykliini, 110; 111

Okulaari, 13-14

Omega-3-rasvahappo, 30

OMV, 44

Oncorhynchus masou -virus, 43; 127

Optimilämpötila, 23; 107

Oraalirokotus, 106

Orthomyxovirus, 41

Orvaskesi, 7

Otsonointi, 46; 115

Ovarioneste, 37; 89

P

PAA12:20, 99-100

P0-laitos, 87; 126

P1-laitos, 126

P2-laitos, 126

Paecilomyces, 86

Paisetauti, 45-47; 104; 106

Pancreas Disease, 42; 127

Pantoteenihappo, 31; 34

Paraformaldehydi, 100

Paratrachodina, 65

PD, 42-43

Peitinlasi, 13-17

Peretikahappo, 63; 100; 103; 117-118

Perhapot, 117

Petrimälja, 13-14; 16

pH, 12; 22-24; 26; 33; 120-121

Phialophora, 86

Phoma, 86

Phyllodistomum, 27

Pigmenti, 109

Pikkupoikassyndrooma, 53

Pinsetit, 13

Piscicola geometra, 58; 82

Pistorokotus, 105; 109

PKD, 57; 69-70; 87

PKX, 70

Pohja-aaine, 104

ppm, 116; 124

Preparaatti, 14

Preparoimisveitsi, 13

Propanoli, 119; 123

Proteiinit, 30

Protozoa, 57

Pseudomonas anguilliseptica, 56

Pseudomonas, 45; 56

Pseudoterranova decipiens, 57; 78

Puolustusjärjestelmä, 6-9; 104; 107

Puskuroitu formaliini, 20

Pythiopsis, 84

Pääisäntä, 67-68; 70; 77; 78

R

Rainbow Trout Fry Syndrome, 53

Rainbow Trout Gastroenteritis, 56

Rakkoloisio, 57; 68

Raskasmetallit, 23-24; 31; 34; 107

Rasvahappo, 33

Rasvaliukoiset vitamiinit, 30; 31

Rasvamaksa, 33; 34

Rasvat, 29-30

Rasvoittuminen, 28; 29

Rauta, 8; 24; 31

Rehu, 12; 29; 33; 89; 110-111

Renibacterium salmoninarum, 50

Resistentti, 46; 110

Rhabdovirus, 35; 38; 40

Riboflaviini, 31; 34

Riboscyphidia, 63-64

Ripsieläimet, 57; 65

R1-laitos, 126

R2-laitos, 126

RA-laitos, 126

Rokotteiden koostumus, 104

Rokotuksen optimointi, 107

Rokotuksen periaatteet, 104
 Rokotusmenetelmät, 105
 RTFS, 53
 RTGE, 56
 Ruokahalu, 10; 11; 12; 29
 Ruokasooda, 33; 112
 Ruokintasuhde, 29

S

Saatekirje, 19
 Saddleback Disease, 53
 Salmonid alphavirus, 42
 Sammaleläin, 67; 70
 Sammuttamaton kalkki, 120
 Sampien virustaudit, 44
 Saprolegnia, 84; 85; 91
 Satuometri, 25
 SAV, 42
 SD, 42-43, 127
 Selkärankavaurio, 23; 31;
 Serotyypit, 39; 51
 Siimaeläimet, 57-58
 Siirtorajoitukset, 128
 Silmien pullistuminen, 11; 27; 34; 36; 45
 Sivureaktiot, 109
 Skolioosi, 34
 Sleeping Disease, 42; 127
 Sokeriyhdiste, 30
 Soluviljelmä, 35
 Spesifinen puolustusjärjestelmä, 6; 8
 Spring Viremia of Carp, 40
 Starttivaihe, 29; 39; 58-59
 Stereomikroskooppi, 13-14
 Stressi, 6; 97; 101; 107
 Sukkulamadot, 58; 70; 78
 Sulfa-trimetopriimi, 110
 Suola, 99; 100-101
 Suun kautta annettava rokotus, 106
 SVC, 40-41; 127-128
 Swimbladder Stress Syndrome, 28
 Synnynnäinen puolustusjärjestelmä, 6-7

T

Tarttuva haimakuoliotauti, 39; 127
 Tarttuva lohen anemia, 41
 Tarttuva vertamuodostavan kudoksen
 kuolio, 38

Tartuntapaine, 6; 9; 70; 108
 Taudinaiheutuskyky, 6; 9
 Tensidi, 114
 Tetracapsuloides bryosalmonae, 57; 70
 Thichophrya, 66
 Tiamiini, 31-34
 Tiamiinihydrokloridi, 33
 Togavirus, 42
 Triaenophorus crassus, 57; 75-76
 Triaenophorus nodulosus, 57; 75
 Trichodina, 57; 63; 65-66
 Trichodinella, 65
 Trikotekeeni, 31
 Tripartiella, 65
 Tubifex-harvasukasmato, 69
 Tuonti, 87; 127-129
 Typpi, 25

U

Uimarakko, 17
 Uimarakon sienitulehdukset, 86
 Uintitapa, 10; 12
 Umpilisäke (umpisuoli), 17
 Upotusrokotus, 106
 UV-sädetys, 115

V

Vaarallinen eläintauti, 127
 Vaihtolämpöinen, 9; 23; 107
 Valkopilkkutauti, 57-58; 61-63; 99; 100
 Valkosolu, 6; 8; 50
 Valkuaisaineet, 29-30
 Valomikroskooppi, 13-14
 Valvottava eläintauti, 127
 Varo aika, 111; 112; 129
 Vasta-aine, 8-9; 105
 Vastustettava tauti, 127
 Vastustuskyky, 6-7
 VEN, 43
 VER, 43
 Verenvuodot, vertymät, 11-12; 26; 39; 45;
 47; 49; 51
 Verimalja, 18
 Verticillium, 86
 Vertikaalinen, 37; 38; 40
 Vesihome, 91-92; 98; 101
 Vesiliukoiset vitamiinit, 31

Vetyperoksidi, 90; 92; 97; 99; 100-101;
117-118; 123
VHS, 35-38; 121; 127-128
Vibrio anguillarum, 45; 51-52
Vibrioosi, 51-52; 104; 106; 108
Vierasainetutkimus, 19
Viljelysilmukka, 16-17
Viral Encephalopathy and Retinopathy, 43
Viral Erythrocytic Necrosis, 43
Viral Haemorrhagic Septicemia, 35
Virtsatiehyet, 27
Virusperäinen verenvuotoseptikemia, 35
Vitamiinit, 29-31; 34
Väkäkärsämadot, 58
Väli-isäntä, 67; 75-77

Y

Yersinia ruckeri, 48-49
Yersinioosi, 48-49; 104
Ylikyllästys, 25; 112
Ylipaine, 25
Yliruokinta, 29

Z

Zeoliitti, 24

Ä

Äyriäiset, 16; 58; 70; 78-80

Terve kala

Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

Bakteerit, virukset, loiset ja sienet aiheuttavat kaloille monenlaisia sairauksia. Parin viimeisen vuosikymmenen aikana kalatautiin aiheuttajia on opittu tunnistamaan yhä paremmin, ja niitä osataan myös ennaltaehkäistä ja hoitaa tehokkaasti. Kalojen terveydenhoito Suomessa onkin edennyt isoin harppauksin 1990-luvulta lähtien.

Kalojen hyvinvointi on tärkein tekijä sairauksien ennaltaehkäisyssä. Viljelylaitosten henkilökunnan kokemus ja ammattitaito ovat avainasemassa, kun on kysymys kasvatettavien kalojen terveydestä. Terve kala -opas tukee tätä kalanviljelylaitoksissa tehtävää perustyötä.

Terve kala on käytännönläheinen opas havainnollisine värikuvineen. Se sisältää kirjallisuudesta koottua ja kokemusperäistä tietoa kalatautiin ennaltaehkäisystä, tunnistuksesta ja hoidosta. Kirja on tehty Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen, Elintarviketurvallisuusviraston ja Oulun yliopiston asiantuntijoiden yhteistyönä. Terve kala -kirja on ensisijaisesti tarkoitettu sisämaan poikasviljelijöiden oppaaksi, mutta se tarjoaa runsaasti tietoa myös emo- ja ruokakalan kasvattajille ja soveltuu erinomaisesti opetukseen.

ISBN 978-951-776-935-8