



Terve kala

- tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito

Satu Viljamaa-Dirks, Riitta Rahkonen, Pia Vennerström,
Päivi Rintamäki, Risto Kannel, Susanna Airaksinen,
Anna Maria Eriksson-Kallio, Tiina Korkea-aho,
Marjukka Rask, Juha-Pekka Turkka ja Jouni Vielma

Terve kala- tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito

Taitto: Sauli Heikkilä, Pieni Huone Oy

Copyright © Luonnonvarakeskus 2025

Kannen kuva: Antti Koli, lohen jokipoikanen

ISBN 978-952-419-033-6

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-033-6>



Helsinki 2025

Terve kala

Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito

Satu Viljamaa-Dirks
Riitta Rahkonen
Pia Vennerström
Päivi Rintamäki
Risto Kannel
Susanna Airaksinen
Anna Maria Eriksson-Kallio
Tiina Korkea-aho
Marjukka Rask
Juha-Pekka Turkka
Jouni Vielma

Kolmas uudistettu painos

Sisällysluettelo

1.	Vesiviljelyeläinten terveyttä ja hyvinvointia koskevaa lainsäädäntöä	6
2.	Kalojen hyvinvoinnin ja terveyden yhteys	10
3.	Miksi kala sairastuu?	13
4.	Taudin oireiden tulkinta	17
5.	Kalan tutkiminen laitoksella	20
6.	Kalanäytteen toimittaminen tutkittavaksi taudinsyyn selvittämiseksi	27
7.	Veden laatu ja siihen liittyviä sairauksia	30
8.	Kalan ravinto ja siihen liittyviä sairauksia	39
9.	Tarttuvien kalatautiin luokittelu ja torjunta	47
10.	Virustaudit	50
11.	Bakteeritaudit	63
12.	Loistaudit	80
13.	Muut tarttuvat taudit	109
14.	Bioturvallisuus, kalatautiin leviämisen ehkäiseminen	114
15.	Mädin kylvetys vesihomeen torjumiseksi	122
16.	Mädin desinfiointi	124
17.	Kalojen lääkitseminen	128
18.	Kalojen rokottaminen	136
19.	Kalojen nukuttaminen	143
20.	Laitoshygienia ja desinfiointi	145
21.	Yksiköiden muuntotaulukko	155
22.	Ohjeita vakavan tartuntatautiin varalta	156
23.	Ruokaviraston vapaaehtoinen kalaterveyspalvelu	158
24.	Osoitteita	160
25.	Kirjallisuutta	161
	Hakemisto	163

Alkusanat

”Terve kala - tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito” julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 2000. Se oli painettu kirja, joka kului paljon kaloja hoitavien ammattilaisten käsissä. Vuonna 2012 oppaasta tehtiin uudistettu painos, jossa ajantasaistettiin tietoja mm. tautien hoidoista ja rokotteista. Opas julkaistiin tuolloin ainoastaan sähköisessä muodossa. Nyt käsillä olevaan kolmanteen, niin ikään sähköiseen versioon on huomioitu muutoksia mm. kalankasvatusta koskevassa lainsäädännössä, kemikaalien viranomais-sääntelyssä, päivitetty uusinta tietoa kalojen hyvinvoinnista, kalojen taudeista ja niiden hoidosta sekä lisätty soveltuviin kohtiin tietoa kiertovesikasvatuksesta.

Kohderymänä on säilynyt kalojen kanssa päivittäin työtä tekevät kasvattajat, kalanviljelylaitoksia valvovat viranomaiset sekä monet muut kala-alan toimijat. Opas on edelleen ainoa suomenkielinen kokoomateos kalataudeista, niiden ennaltaehkäisystä, tunnistuksesta ja hoidosta.

Koska alkuperäinen opas oli suurelta osin käyttökelpoinen sellaisenaan, kysyimme tekijöiden Riitta Rahkonen, Pia Vennerström, Päivi Rintamäki ja Risto Kannel luvan uudistettuun painokseen niin, että lisäsimme tekijöiden joukkoon uutta kirjoittaneet. Oppaan edellisiä painoksia on kommentoinut joukko asiantuntijoita, ja heidän tietotaitonsa näkyy edelleen kirjan sivuilla. Tätä kolmatta versiota on tehnyt alla mainittu työryhmä, toimittajana Satu Viljamaa-Dirks. Tekstiä ovat lisäksi kommentoineet Hanna Kuukka-Anttila, Kirsti Pelkola, Jussa-Pekka Virtanen, Tuija Kantala, Jenni Westerback, Saija Kalenius, Henriette Helin-Soilevaara, Kristine Sundberg, Terhi Jääskeläinen, Miia Kontturi, Sari Penttinen, Heidi Kunttu, Harri Orenius, Yrjö Lankinen ja Hannu Mattila sekä lukuisa joukko muita asiantuntijoita. Heille kaikille lämpimät kiitokset. Uudistetun painoksen teko on rahoitettu Suomen EMKVR-ohjelmasta.

Helsingissä 1. 8. 2025

Satu Viljamaa-Dirks
Susanna Airaksinen
Anna Maria Eriksson-Kallio
Tiina Korkea-aho
Marjukka Rask
Juha-Pekka Turkkala
Jouni Vielma

1. Vesiviljelyeläinten terveyttä ja hyvinvointia koskevaa lainsäädäntöä

Pitopaikkojen rekisteröinti ja hyväksyntä

Lainsäädännössä käytetään termiä pitopaikka, kun tarkoitetaan yksikköä, jossa eläimiä pidetään. Kalankasvatuksessa pitopaikkoja ovat laitos, kasvatustaikka, luonnonravintolammikko, onkilammikko jne. Samalla tontilla tai muuten maantieteellisesti rajatulla alueella sijaitsevat kasvatustilat muodostavat yhden pitopaikan. Luonnonravintolammikot, jotka sijaitsevat tiiviinä ryppäänä ja ovat vesiyhteydessä toisiinsa, katsotaan myös yhdeksi pitopaikaksi.

Vesiviljelyeläinten pitopaikasta tulee, eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta, tehdä **joko ilmoitus vesiviljelyrekisteriin tai pitopaikalle tulee hakea hyväksyntä** ennen toiminnan aloittamista. Velvollisuus rekisteröidä kalojen pitopaikka koskee lähes kaikkia paikkoja, joissa pidetään vesieläimiä tai niiden sukusoluja - myös vaikka eläimiä pidettäisiin lyhytaikaisesti tai vain omaan elintarvikekäyttöön. Hyväksyntä vaaditaan pitopaikoilta, joihin liittyy vähäistä suurempi eläintautien riski. Hyväksyntää varten toimijan on laadittava pitopaikalle bioturvaamissuunnitelma (katso luku 14). Ilmoitus vesiviljelyrekisteriin tehdään ELY-keskukseen (2026 alkaen Elinvoimakeskus). Hyväksyntä puolestaan haetaan Ruokavirastolta. Ahvenanmaalla sijaitsevien pitopaikkojen osalta sekä ilmoitus rekisteriin että hyväksyntähakemus lähetetään maakunnan hallitukselle. Toiminnassa tapahtuneet muutokset on ilmoitettava ao. viranomaiselle.

Vesiviljelyrekisteri on vain viranomaisten käytössä, mutta hyväksynnän saaneista pitopaikoista löytyy rekisteri Ruokaviraston internetsivuilla. EU komissio pitää omilla sivuillaan listaa linkeistä kaikkien jäsenmaiden hyväksytyjen vesiviljelypitopaikkojen rekistereihin. Näin eri jäsenmaissa sijaitsevat toimijat ja valvojat voivat helposti tarkastaa esimerkiksi sisämarkkinakaupan yhteydessä pitopaikan hyväksynnän ja siihen liittyvät tiedot.

Kalojen terveyttä koskeva lainsäädäntö

Eläintautilain mukainen ilmoitusvelvollisuus lakisääteisesti vastustettavasta tai uudesta kalataudista tai tautiepäilystä koskee kaikkia kalojen parissa toimivia. Ilmoitus on tehtävä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun mahdollista. Epäilyä koskeva ilmoitus on tehtävä myös epätavallisesta kuolleisuudesta ja muista vakavan eläintaudin merkeistä, eläimen lähiympäristöstä otetusta näytteestä todetusta eläintaudista sekä tuotantomäärien merkittävästä vähentymisestä määrittämättömästä syystä.

Eläinten omistajan ja haltijan on pyydettyä annettava valvontaviranomaiselle tietoja tuotantotilalle tuoduista ja sieltä viedyistä tuotantoeläimistä. Tautitapausten selvittelyssä ovat ensiarvoisen tärkeitä sekä kalanviljelylaitoksen sisäisten kalasiirtojen, että kalojen tuontien ja vientien tarkat kirjaukset sisältäen myös siirtojen ajankohdat.

Tarkemmin vastustettavien kalatautien luokittelusta ja kalasiirroista luvussa 9, bioturvallisuusvaatimuksista luvussa 14 ja toimenpiteistä tautiepäilyissä luvussa 22.

Kalojen hyvinvointia koskeva lainsäädäntö

Viljeltävien kalojen pidossa tulee noudattaa eläinten hyvinvointilaissa annettuja yleisiä vaatimuksia eläinten pidolle (Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023). Näitä vaatimuksia tarkennetaan valtioneuvoston asetuksessa viljeltävien kalojen suojelusta (VNa 812/2010). Asetuksessa säädetään vähimmäisvaatimukset viljeltävien kalojen pitopaikan rakenteille, laitteille, puhtaanapidolle ja veden laadulle sekä kalojen käsittelyyn käytettäville laitteille ja välineille, mutta tarkkoja raja-arvoja asetuksessa ei anneta. Lisäksi asetuksessa on vähimmäisvaatimuksia kalojen hyvinvoinnin seurannalle ja hyvinvoinnista huolehtimiselle, kalojen ruokinnalle ja käsittelylle sekä kalojen siirroille viljelylaitoksen alueella. Lainsäädäntö ei kuitenkaan huomioi kalan psyykkistä hyvinvointia, eli sitä, miten kala kokee kasvatusympäristönsä.

Asetuksen yleisluonteisuus jättää sen vaatimusten noudattamisen tulkinnan varaan. Asetusta sovelletaan tietyin osin myös luonnonravintolammikoissa kasvatettaviin kaloihin. Asetuksen vaatimukset eivät koske harrastuseläiminä pidettäviä kaloja ja akvaarioita. Alueellisten ja paikallisten eläinten hyvinvoinnin valvontaviranomaisten tehtävänä on valvoa, että eläimiä kohdellaan eläinten hyvinvointilainsäädännön mukaisesti.

Pitopaikka: Viljeltävien kalojen pitopaikan on oltava sellainen, että kalojen karkaaminen on mahdollisimman vähäistä ja luonnonvaraisista kaloista tai petoeläimistä aiheutuva vaara on mahdollisimman pieni. Pitopaikassa ei saa olla teräviä kulmia tai ulokkeita eikä materiaaleja, jotka voivat vahingoittaa kaloja. Kalojen pitopaikka on puhdistettava säännöllisesti ja veden laatu on tarkastettava riittävän usein.

Laitteet ja välineet: Jos kalojen hyvinvointi ja terveys ovat riippuvaisia automaattisesta tai muusta mekaanisesta laitteesta, laitteen toimivuus on tarkastettava vähintään kerran päivässä. Laitteessa on oltava hälytysjärjestelmä toimintahäiriöiden varalle ja hälytysjärjestelmän toimivuus on testattava säännöllisesti. Tarvittaessa laitteella on oltava varajärjestelmä, joka toimii laitteen sijasta toimintahäiriön aikana. Kiertovesijärjestelmässä on oltava happipitoisuuden mittaukseen perustuva hälytysjärjestelmä, joka antaa hälytyksen happipitoisuuden laskiessa liian alhaiseksi. Kalojen lajitteluun, pyydystämiseen, siirtämiseen ja muuhun käsittelyyn käytettävien laitteiden on oltava sellaisia, että ne eivät vahingoita kaloja. Laitteita ja välineitä on käytettävä siten, että kaloille aiheutetaan mahdollisimman vähän rasitusta ja vaurioita.

Kalojen hyvinvoinnista huolehtiminen sekä ruokinta: Kalojen kasvatustiheys ei saa olla niin suuri, että se vaarantaa kalojen hyvinvoinnin ja terveyden. Kasvatustiheyttä arvioitaessa on otettava huomioon kalalaji, ympäristöolosuhteet sekä käytettävät kasvatus- ja ruokintamenetelmät. Kalojen pitopaikka ja hyvinvointi on tarkastettava vähintään kerran päivässä, ellei se ole mahdotonta vaikeiden sääolojen, jääpeitteen tai käytettävän kasvatustimenetelmän vuoksi. Kaloille on annettava riittävästi ravintoainekoostumeltaan niille sopivaa rehua. Äkillisiä rehun laadun, rehun määrän tai ruokintamenetelmän muutoksia on vältettävä, ellei muutos ole tarpeen kalojen hyvinvoinnin ja terveyden turvaamiseksi. Kalojen ruokintalaitteiden on oltava sellaisia, että ne eivät tarpeettomasti heikennä veden laatua. Ruokintalaitteiden jakaman rehun määrää on seurattava.

Kalojen käsittely ja siirto viljelylaitoksen alueella: Kalojen käsittelyä on vältettävä. Jos käsittely on välttämätöntä, kaloja on käsiteltävä siten, että ne rasittuvat mahdollisimman

vähän. Käsittelyajan on oltava mahdollisimman lyhyt. Jos kala joudutaan ottamaan käsittelyä varten pois vedestä, kalan kanssa kosketuksiin joutuvat laitteet ja välineet on kostutettava. Kalojen hyvinvointi ja terveys on tarkastettava ennen siirtoa. Sairaita tai huonokuntoisia kaloja ei saa siirtää, ellei se ole tarpeen kalojen asianmukaisen hoidon järjestämiseksi. Kaloja siirrettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota veden laatuun kuten happipitoisuuteen, hiilidioksidipitoisuuteen sekä veden lämpötilaan ja happamuuteen. Kalojen käsittelystä, mm. lypsystä ja mahdollisesta merkitsemisestä säädetään myös asetuksessa 1165/2023 (Valtioneuvoston asetus eläimille tehtävistä toimenpiteistä ja keinollisen lisäämisen menetelmistä).

Lopetus tai teurastus: Eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä annettua neuvoston asetusta (EY) N:o 1099/2009 (ns. lopetusasetus) sovelletaan kalojen lopetukseen ja teurastukseen vain rajoitetusti. Lopetusasetus edellyttää kalojen osalta vain, että niitä tulee varjella vältettävissä olevalta kivulta, tuskalta ja kärsimykseltä lopetuksen ja siihen liittyvien toimien aikana.

Kansallista eläinten hyvinvoinnista annettua lakia (693/2023) sovelletaan kaikkiin eläimiin, myös kaloihin. Eläinten lopetusta koskevien yleisten vaatimusten mukaan eläin on lopetettava mahdollisimman nopeasti ja kivuttomasti sen lopetukseen soveltuvalla menetelmällä ja tekniikalla. Eläin on tainnutettava, jos lopettamiseen käytetään menetelmää, joka ei johda välittömästi eläimen kuolemaan. Tainnutusmenetelmän on oltava sellainen, että eläimen tajuttomuus säilyy sen kuolemaan saakka. Eläimen saa lopettaa vain se, jolla on riittävät tiedot kyseisen eläinlajin lopetusmenetelmästä ja lopetustekniikasta sekä riittävä taito toimenpiteen suorittamiseksi. Kalojen teurastuksesta on lisäksi säädetty seuraavasti: eläin on asianmukaisesti tainnutettava tai lopetettava siihen soveltuvalla menetelmällä ennen verenlaskun aloittamista. Eläimelle ei saa suorittaa muita teurastukseen liittyviä toimenpiteitä ennen kuin se on kuollut. Teurastuksella tarkoitetaan ihmisravinnoksi tarkoitettun muun kuin luonnonvaraisen eläimen lopetusta.

Kalojen kuljetus: Eläimiä ei saa kuljettaa tai kuljetuttaa siten, että niille voi aiheutua vammoja tai turhaa kärsimystä. Lisäksi tulee toteuttaa ennalta kaikki tarvittavat järjestelyt, joilla pyritään saattamaan kuljetusmatkan kesto mahdollisimman lyhyeksi ja huolehtimaan eläinten tarpeista sen aikana. Kuljetus tulee suorittaa viipymättä määräpaikkaan. Eläinten hyvinvointia tulee ylläpitää ja tarkastaa kuljetuksen aikana asianmukaisesti sekä säännöllisesti.

Kalojen kuljettaminen kaupallisen toiminnan yhteydessä on sallittua vain aluehallintoviraston luvalla. Eläinkuljettajalupaa on haettava siitä aluehallintovirastosta, jonka alueella on luvan hakijan kotipaikka. Kaupallisen toiminnan yhteydessä tapahtuvia kuljetuksia ovat sellaiset kalojen kuljetukset, joista on suoraa taloudellista hyötyä eläinkuljettajalle tai jotka ovat osana liiketaloudellista tai kaupallista toimintaa, ja joihin liittyy tai joiden tavoitteena on joko suora tai epäsuora taloudellinen voitto. Lupaa ei kuitenkaan tarvita, jos kaloja kuljetetaan enintään 65 kilometriä lähtöpaikasta määräpaikkaan. Kalanviljelylaitoksen kuljetukset ovat siis lähes aina luvanvaraisia. Eläinten suojelua kuljetuksen aikana koskevista vähimmäisvaatimuksista säädetään eläinkuljetusasetuksessa (neuvoston asetus 1/2005 eläinten suojelusta kuljetuksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden aikana) ja laissa eläinten kuljetuksesta (1429/2006). Lisätietoa kuljetuksesta löytyy Ruokaviraston internetsivuilta.

Lisätietoja:

[Euroopan kemikaaliviraston \(ECHA\) kotisivuilta](#)

[Tukesin kotisivuilla](#)

[Tietojen ilmoittaminen/päivittäminen vesiviljelyrekisteriin](#)

[Ruokaviraston rekisteri hyväksynnän saaneista vesiviljelytopaikoista](#)

[Valtioneuvoston asetus viljeltävien kalojen suojelusta 812/210](#)

[Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023](#)

[Valtioneuvoston asetus eläimille tehtävistä toimenpiteistä ja keinollisen lisäämisen menetelmistä 1165/2023](#)

[Euroopan Unionin neuvoston asetus \(EY\) N:o 1099/2009 eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä](#)

[Laki eläinten kuljetuksesta 1429/2006](#)

[Neuvoston asetus \(EY\) N:o 1/2005 eläinten suojelusta kuljetuksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden aikana](#)

[Ruokavirasto/Eläinsuojelu kuljetuksissa](#)

2. Kalojen hyvinvoinnin ja terveyden yhteys

Hyvinvointi on laaja käsite, johon sisältyvät muun muassa eläimen fyysinen ja psyykkinen terveys, normaali kasvu, sekä hyvä hoito ihmisen huostassa oleville eläimille. Nykyistä tutkimustietoa eläinten hyvinvoinnista vastaa parhaiten viiden osa-alueen malli, jossa osa-alueet ovat ravitseminen, fyysinen elinympäristö, terveys, käyttäytyminen ja eläimen psyykkinen tila. Kyseinen malli korostaa lajityypillisten tarpeiden toteutumista sekä vapautta taudeista ja sairauksista.

Keskeisimmät kalojen hyvinvointikysymykset kalankasvatuksessa liittyvät kalatauteihin ja niiden ehkäisemiseen, veden laadun vaihteluihin, korkeisiin kalatiheyksiin, kalojen kasvatusympäristön virikkeettömyyteen, mahdollisuuksiin toteuttaa lajinmukaisia käyttäytymistarpeita kasvatusolosuhteissa sekä kasvatuksen lopussa kalojen tainnutukseen ennen lopetusta. Kalojen hyvinvointi ja terveys ovat ratkaisevassa suhteessa keskenään. Kalojen hyvinvoinnin tarkalla seurannalla voidaan ehkäistä useita sairauksia jopa kokonaan ja oikea-aikaisilla toimenpiteillä rajoittaa tartuntoja ja niiden leviämistä. Kalojen ja olosuhteiden päivittäinen tarkkailu on välttämätöntä, aivan kuten muidenkin tuotantoeläinten kohdalla.

Eläinten hyvinvoinnin oletetaan olevan hyvä, kun niiden hyvinvointitarpeet täyttyvät. Hyvinvointitarpeisiin kuuluvat perustarpeet, jotka ovat välttämättömiä eläimen välittö-



Kuva 1. Kasvussa jälkeen jääneiden kalojen määrän lisääntyminen parvessa voi kertoa hyvinvointiongelmasta (Kuva Anna Maria Eriksson-Kallio, Ruokavirasto)

män selviytymisen ja hyvän terveyden kannalta, ja välillistarpeet eli käyttäytymiseen liittyvät tarpeet, jotka ovat välttämättömiä eläimen pitkäaikaisen menestymisen kannalta. **Hyvinvointi-indikaattorit** ovat havainnoita tai mittauksia, joista saadaan tietoa siitä, missä määrin eläimen hyvinvointitarpeet täyttyvät. Hyvinvointi-indikaattorit voivat olla eläimiin perustuvia (joukkoperusteiset ja yksilöperusteiset), eli havainnot tehdään eläimestä tai niiden perusteella (tunnetaan myös termeillä suorat indikaattorit tai tuloksiin perustuvat indikaattorit). Eläimiin perustuvat indikaattorit ovat eläimen ominaisuuksia, jotka osoittavat hyvinvointitarpeen täyttymistä tai suoraa hyvinvointiuhkaa, esimerkiksi kidusten vaurioitumisesta johtuvat hengitysvaikeudet. Indikaattorit voivat olla myös ympäristöön perustuvia, eli havainnot tehdään kasvatusympäristöstä ja prosesseista (tunnetaan myös termeillä välilliset indikaattorit tai resursseihin perustuvat indikaattorit). Ympäristöön perustuvia indikaattoreita ovat monet viljelyjärjestelmiin liittyvät näkökohdat veden laadusta hallintatoimiin.

Kuolleisuusaste on todennäköisesti yleisimmin käytetty hyvinvointi-indikaattori. Korkeat tai kohonneet kuolleisuusasteet ovat varma osoitus siitä, että viljelylaitoksessa tai kasvatusyksikössä on hyvinvointiongelmia. Ensin on kuitenkin vahvistettava normaali tilanne, minkä jälkeen määritetään havaitun kuolleisuuden syyt ehkäiseviin toimiin ryhtymistä varten. Alhainen kuolleisuusaste ei välttämättä tarkoita, että viljelylaitoksessa ei ole hyvinvointiongelmia. Taudit ja muut ongelmat voivat huonontaa hyvinvointia, vaikka ne eivät johtaisikaan suureen kuolleisuuteen (Kuva 1).

Viljellyn kalan hyvinvoinnin arviointiin on pyritty kehittämään arviointimenetelmiä ja standardeja. Kansainvälisiä standardeja ja ohjeistoja löytyy useita (Euroopan neuvosto, EFSA, WOAH, FAO jne.), ja vaikka ne antavat mallin hyvistä käytännön toimenpiteistä, niiden yhteinen heikkous on yleisluontoisuus. Lisäksi on huomioitava, että nämä eivät ole velvoittavia, vaan niiden noudattaminen perustuu Euroopan Unionin jäsenmaissa vapaaehtoisuuteen. Kansallisia ohjeita on huomattavasti vähemmän.

Maa- ja metsätalousministeriön alainen tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta toimii ministeriön apuna tuotantoeläinten hyvinvointia koskevissa kysymyksissä ja linjauksissa. Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta on määritellyt kirjolohelle olennaiset käyttäytymistarpeet seuraavasti:

Kirjolohiyksilöillä on liikkumisen tarve erityisesti vaelluspoikasena eli smoltina ja sen jälkeen parvessa uiden ja ravintoa hakien. Kirjolohen poikaset ovat eläinplanktonia ja hyönteisiä syöviä petoja, jotka hakevat ravintoa pieneltä reviiriltä. Smolteina ja aikuisina ravinnonhankinta-alue laajenee. Kirjolohilla, kuten muillakin tuotantoeläinlajeilla, on tarve levätä ja nukkua, mutta kalojen lepo- ja unikäyttäytymisestä on hyvin vähän tutkittua tietoa. Myöskään kirjolohen leikkikäyttäytymisestä ei ole tutkittua tietoa, vaikka leikin tiedetään nisäkkäillä ja linnuilla olevan yleistä ja yksilönkehityksen kannalta välttämätöntä.

Sosiaaliselta käyttäytymiseltään kirjolohi on poikasvaiheessa yksineläjä, mutta smoltina ja aikuisena se elää parvessa. Kirjolohet käyttäytyvät yhtäaikaaisesti parvena ravintoa etsien ja vaaroja välttäen. Parvikäyttäytyminen edellyttää paitsi tilaa ja saman lajin muita yksilöitä, myös muun muassa uudelleenryhmittelyn välttämistä sekä resursien riittävyttä. Hyvinvoinnin turvaamiseksi tilantarpeesta on huolehdittava erityisesti, sillä kirjolohen iho on herkkä vaurioitumaan, joten se pyrkii välttämään ihokosketusta.

Kirjolohen lämmönsäätelykäyttäytymisen toteutuminen edellyttää lajinmukaisia olo-

suhteita kuten sopivaa lämpötilaa, valaistusolosuhteita ja sopivaa veden happamuutta. Veden äkillinen lämpötilan nousu heikentää kirjolohen hyvinvointia. Luonnossa kirjolohi hakeutuu optimilämpötilaan, 8-16 asteeseen, liikkumalla vedessä eri syvyyksissä. Kirjolohen luontaista ympäristöä on viileä, kirkas ja hapekas vesi

Kaikilla eläimillä on tarve tutkia ja tarkkailla ympäristöään. Tarpeen toteutuminen edellyttää monipuolista elinympäristöä, jossa on tilaa, rakenteita ja tutkittavaa materiaalia. Kirjolohi tutkii elinympäristöään parvessa. Jos parven yksi yksilö havaitsee vaaran ja pakenee, muut yksilöt osallistuvat pakoon.

Lisääntyvillä kirjolohilla on tarve päästä kutemaan virtaavaan veteen. Luonnossa kirjolohet vartioivat ja puolustavat kutupaikkaansa. Tutkittua tietoa kutukäyttäytymisen merkityksestä kirjolohen hyvinvoinnille on hyvin vähän.

Lisätietoja:

[Welfare Indicators for farmed rainbow trout: tools for assessing fish welfare\(Noble ym.2020\)](#)

[Tietoa eläinten hyvinvoinnista \(Ruokavirasto\)](#)

[Eläinten hyvinvointikeskus EHK/Hyvinvointi](#)

[Kirjolohi](#)

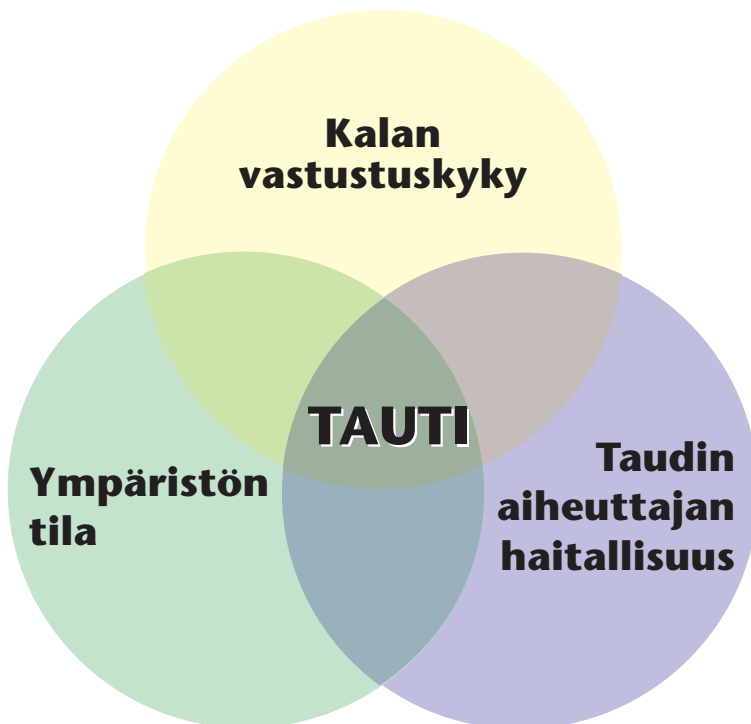
[Tuotantoeläinten hyvinvoinnin neuvottelukunta](#)

[EU Reference centre for animal welfare- Aqua](#)

3. 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 ehkäisyssä (Kuva 2).

Kalalla on hyvin kehittynyt puolustusjärjestelmä eli immuunipuolustus, jolla se pyrkii pääsemään eroon elimistöön tunkeutuvista tai jo sisälle päässeistä taudinaiheuttajista ja näiden erittämistä haitallisista aineista. Puolustusjärjestelmä voidaan karkeasti jakaa synnynnäiseen (luontainen, epäspesifinen) ja hankittuun (spesifinen) immunitettiin. Vastustuskykyyn vaikuttavat monet sisäiset ja ulkoiset tekijät mm. kalan hyvinvointi, kunto, sairaudet, veden laatu ja lämpötila, lääkitykset ja hormonit. Vastustuskyvyssä on eroa lajien, kantojen ja kalayksilöiden välillä. Vastustuskykyä tiettyjä taudinaiheuttajia vastaan voidaan parantaa rokotuksilla, jalostuksella ja yleistä vastustuskykyä esimerkiksi synnynnäistä puolustusta aktivoivilla aineilla ns. immunostimulanteilla. Immunostimulantteja ovat mm. tietyistä hiivoista peräisin oleva β -glukaani sekä C- ja E-vitamiinit.



Kuva 2. Taudin puhkeaminen riippuu kalan vastustuskyvystä, ympäristön tilasta ja taudinaiheuttajan haitallisuudesta.

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. Esimerkiksi kohonneen kortisolitasen on todettu mm. heikentävän kalan immuunipuolustukseen osallistuvien valkosolujen (imusolut ja makrofagit) aktiivisuutta ja vähentävän veren imusolujen määrää. Viljely-ympäristössä monet tekijät aiheuttavat stressiä. Käsittelyn tai kuljetuksen aiheuttamasta lyhytaikaisesta stressistä kala toipuu ennalleen muutamassa päivässä. Kroonisessa stressissä veren kortisolitaso säilyy korkealla pitkään, jolloin kalan vastustuskyky 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.

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 immunitetin 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. Suomupeatteen päällä on vain muutaman solukerroksen paksuinen orvaskesi, epidermis, jossa on mm. limaa tuottavia soluja. Epidermiksen päällä on lisäksi ohut kerros, kutikula, jossa on todettu useita puolustusjärjestelmän aineita, lähinnä entsyymejä, jotka pystyvät suoraan torjumaan vieraita tunkeutujia. Kalan iho ja sitä suojaava limakerros vaurioituu 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.

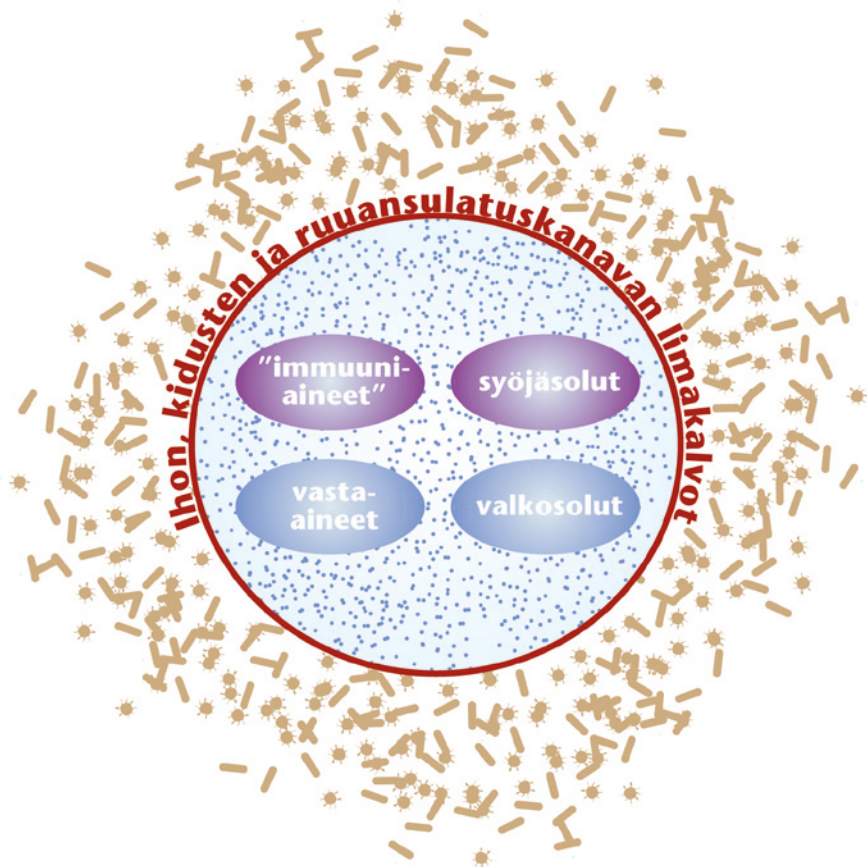
Kidusten pinnalla oleva ohut limakerros vastaa puolustusjärjestelmältään ihon ja ruuansulatuskanavan (suolen) pinnalla olevaa limakerrosta. Kidusten ja limakerroksen vahingoittuminen avaa suoran tien verenkiertoon.

Kalan veressä ja ruumiin nesteissä sekä kudoksissa on lukuisa määrä erilaisia liukoisia puolustustekijöitä, kuten lysotsyymientsyymi (hajottaa bakteerien soluseiniä), komplementtijärjestelmä (mm. hajottaa bakteereita ja aktivoi hankitun immuunipuolustuksen toimintaa), transferriniiproteiini (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 spesifisen puolustusjärjestelmän toiminta perustuu tietyn valkosoluryhmän, imusolujen eli lymfosyyttien, toimintaan. Lymfosyytit kehittävät immuunivasteen taudinaiheuttajaa vastaan. Useimmiten vaste alkaa, kun makrofagi esittelee nielemänsä mikrobin rakenteita lymfosyyteille, mutta lymfosyytti voi reagoida myös suoraan taudinaiheuttajan kanssa. Vieraan rakenteen tunnistanut lymfosyytti aktivoituu, monistuu ja syntyneet solut erittävät kehon nesteisiin, verenkiertoon ja limakalvoille liukoista vasta-ainetta. Vasta-aine tehostaa syöjäsolujen tappotoimintaa ja lisää komplementin aktiivisuutta, mikä johtaa taudinaiheuttajan poistamiseen ja siten taudin kulun estymiseen. Solunsisäisten taudinaiheuttajien, kuten 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.



Kuva 3. Kala puolustautuu ympärillä olevia taudinaiheuttajia vastaan monilla tavoilla. Ihon, kidusten ja ruuansulatuskanavan limakalvot antavat sekä mekaanista että kemiallista suojaa, ja kalan sisällä on sekä luontaisia (violetti soikio) että hankittuja puolustusmekanismeja (sininen soikio).

Immuunivasteessa kalalle syntyy 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 (Kuva 3).

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 immuniteetti, 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, ultraviolettisäteily heikentää sen immuniteettia ja vahingoittaa ihoa ja voi näin altistaa taudeille. Veden laadun keskeisiä tekijöitä on esitetty luvussa 7.

4. Taudin oireiden tulkinta

Kaloista huolehtivan henkilön on välttämätöntä oppia havainnoimaan, miten kukin kalalaji ja ikäryhmä normaalisti käyttäytyy eri olosuhteissa. Tämä taito kehittyy jatkuvien havaintojen ja kokemusten myötä. Kalojen käyttäytymisen sekä veden laadun ja ruokailun säännöllisellä tarkkailulla huomataan nopeasti poikkeavuudet ja 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 lopettaminen ja hävittäminen. Kuolleet ja mätänevät kalat ovat tärkeimpiä taudin levittäjiä. Huonokuntoisten, kuolevien kalojen poisto on myös hyvinvointinäkökulmasta välttämätöntä. Kuolleisuuden esiintyminen kalojen käsittelyn, esim. lajittelun tai lypsyn jälkeen, saattaa olla merkki kalojen heikosta terveydestä.

Kuolleet ja lopetetut kalat on kirjattava päivittäin. Tarkka allaskohtainen kirjanpito poistettujen kalojen määrästä auttaa havaitsemaan kuolleisuuden nousun jo varhaisessa vaiheessa. Lisääntyneestä, selittämättömästä kuolleisuuden noususta on tehtävä eläintautilain mukainen ilmoitus kalatautiapäilystä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastoon.

Kalaparven tarkastelu

Päivittäin tapahtuva jokaisen kalaparven tarkkailu on olennainen osa hyvää hoitoa. 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 ja uintitapa

Normaalisti kalat ovat levittäytyneet suhteellisen tasaisesti kasvatusaltaassa. Kalojen kerääntyminen tulovesityksen eteen osoittaa kalojen kärsivän hapenpuutteesta. Oleilu poistoputken lähetyvillä taas voi kertoa tuloveden laatuongelmasta, yleisesti kalojen pyrkimisestä pois epäedullista olosuhteista, tai kalojen huonokuntoisuudesta, jolloin ne kulkeutuvat virtauksen mukana.

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 kiiwaasti osoittaen voimakasta ruokahalua. Paniikinomainen ryntäily ja hermostuneisuus kuten myös apaattinen liikkumattomuus viestivät, että jotakin on vialla. Kirjoloheet tulevat normaalisti kerjäämään ruokaa ihmisen lähestyessä 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
- ihomuutokset kuten vaaleat täplät, haavaumat, paiseet, verestävä iho, peräaukon ympäristön verestys
- silmämääräisesti havaittavat isot loiset
- silmien pullistuminen ja kirkkaus
- kiduskansien avonaisuus, kidusten kuoliot, verenpurkaumat, harmaa massa kiduksilla

Alkueläinloisten aiheuttamia oireita

Iholoistartunnat aiheuttavat seuraavia oireita:

- ruokahalu heikkenee
- kalat ovat rauhattomia; hyppivät, ryntäilevät, kalan vaaleampi alapuoli vilkahtelee, hankaavat itseään
- kalat kelluvat pinnalla tai poistoputken suulla tai altaan reunoilla
- kalat tummuvat ja (menettävät kiiltoaan), ihon pinta on samea
- lisääntynyt kidusten ja/tai ihon limaisuus
- kuluneet evät
- pienemmillä kaloilla kuolleisuuden nousu

Virus- ja bakteeritautien aiheuttamia oireita

Virus- ja bakteeritaudit aiheuttavat seuraavia oireita:

- ruokahalu heikkenee
- kalat tummuvat
- kalat ovat apaattisia, uivat vellosti ja kerääntyvät altaan reunamille tai poistoputken suulle
- vaaleat, aneemiset kidukset ja sisäelimet
- verenvuodot iholla, kiduksilla, lihaksistossa tai sisäelimissä
- nestettä ruumiinontelossa, jolloin vatsapuoli turpoaa
- munuaisten vajaatoiminta, jolloin silmät pullistuvat ja ruumiinonteloon kertyy nestettä
- ruuansulatuskanavan limainen tai verinen sisältö
- kuolleisuuden nousu: pienet kalat saattavat kuolla nopeasti esimerkiksi verenmyrkytykseen ilman näkyviä oireita

Monille bakteeritaukeille on lisäksi tyypillistä suurentunut perna, tulehtuneet haavaumat, kuluneet evät ja verinen, limainen uloste. Virustaudeissa voi esiintyä myös poikkeuksellisia uintiliikkeitä, kuten korkkiruuvuintia. **Jos kaloissa havaitaan virustauteihin viittaavia uintihäiriöitä tai yleistulehdukseen viittaavia verenvuotoja, on otettava välittömästi yhteyttä virkaeläinlääkäriin vastustettavien kalatautien poissulkemiseksi.**

Ravintoon ja ympäristöön liittyviä taudinoireita

Kalan ravinnon väärä koostumus ja määrä sekä kalan ympäristön eli veden huono laatu voivat aiheuttaa samanlaisia oireita kuin tarttuvat kalataudit:

- 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)

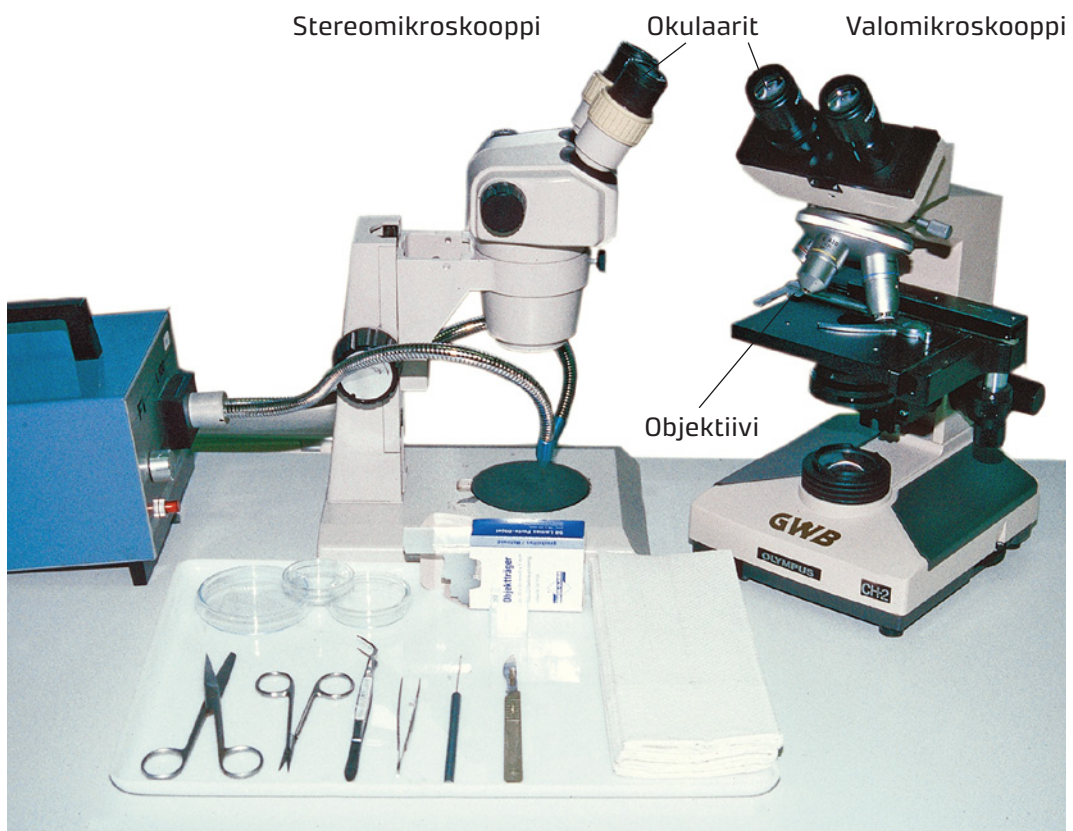
5. Kalan tutkiminen laitoksella

Pinta- ja sisäloistutkimus voidaan tehdä nopeasti ja luotettavasti jo viljelylaitoksella. Kalojen lähempi tarkasteleminen voi myös johtaa virus- tai bakteeritartunnan jäljille, jolloin oireilevia kaloja tulee lähettää tutkittavaksi kalatautilaboratorioon.

Välineet

Loistutkimuksessa välttämättömimmät välineet ovat pienet sakset, terävä preparoimisveitsi, teräväkärkiset pinsetit sekä objektilaseja ja peitinlaseja (Kuva 4). Välineitä myyvät mm. 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 tärkeitä, että näyte (limanäyte, kalan pinta, kidukset, evät, ym.) ei pääse kuivumaan.



Kuva 4. Kalan loistutkimuksessa tarvittavat tärkeimmät välineet (Kuva Riitta Rahkonen, Luke).

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 suurettavat okulaarit sekä esim. 4-, 10-, 40- ja 100-kertaisesti suurettavat 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. Suurinta 100-kertaista objektiivia (1 000-kertainen suurennos) voidaan käyttää yleensä vain immersioöljyn kanssa, mutta näin suurta suurennosta ei tarvita normaalissa rutiiniluontoisessa loistutkimuksessa.

Kalan lopettaminen

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 lopetetusta kalasta. Kala on tainnutettava (esim. isku päähän tai nukutus) ja lopetettava 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 tai veitsellä niskan kohdalta. Haavasta vuotaa verta, mutta jos kala asetetaan heti kyljelleen imukykyisen paperin päälle (esim. talouspaperi), jää toinen kylki puhtaaksi. Kalan välitön kuolema varmistetaan toisella viillolla, jolla tuhotaan aivot.

Isot kalat

Kala tainnutetaan iskemällä sitä napakasti päähän esim. tylpällä esineellä ja verestetään imukykyisellä alustalla katkaisemalla kurkku.

Kaiken kokoiset kalat voidaan tappaa myös pitämällä niitä normaalia pidempään nukutusaineliuoksessa. Osa loisista saattaa irrota nukutusaineeseen, ja kalat täytyy tutkia hyvin nopeasti kuoleman jälkeen. Lue kalojen nukuttamisesta lisää luvussa 19.

Kalan pinnan tutkiminen

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

Mikroskoopilla tapahtuvaa tutkimusta varten limanäytteet on otettava iholta ja kiduksilta välittömästi kalan tappamisen jälkeen ennen kuin alkueläinloiset ehtivät kuolla. Kalaa käsitellään mahdollisimman vähän sormin, eikä sitä saa päästää kuivumaan.

Allasta kohden tutkitaan vähintään 3-5 oireilevaa kalaa. Ennen näytteiden mikroskooppia kannattaa leikata irti toisen puolen kiduskaaret ja evät ja laittaa ne altaan vettä sisältäviin petrimaljoihin myöhempää tutkimusta varten.

Iho

Veitsellä (esimerkiksi skalpellinterällä tai peitinlasilla) kaavitaan vähän limaa etenkin rintaevän alta. Muita hyviä paikkoja ovat kylki, selkäevän tyvi ja pyrstöevä. Pieneltä kalalta on vaikea saada limaa ja käytännössä joutuu raaputtamaan koko kylkeä. Mahdollisten ihon vaurioalueiden reunoilta otetaan erillinen näyte.

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.

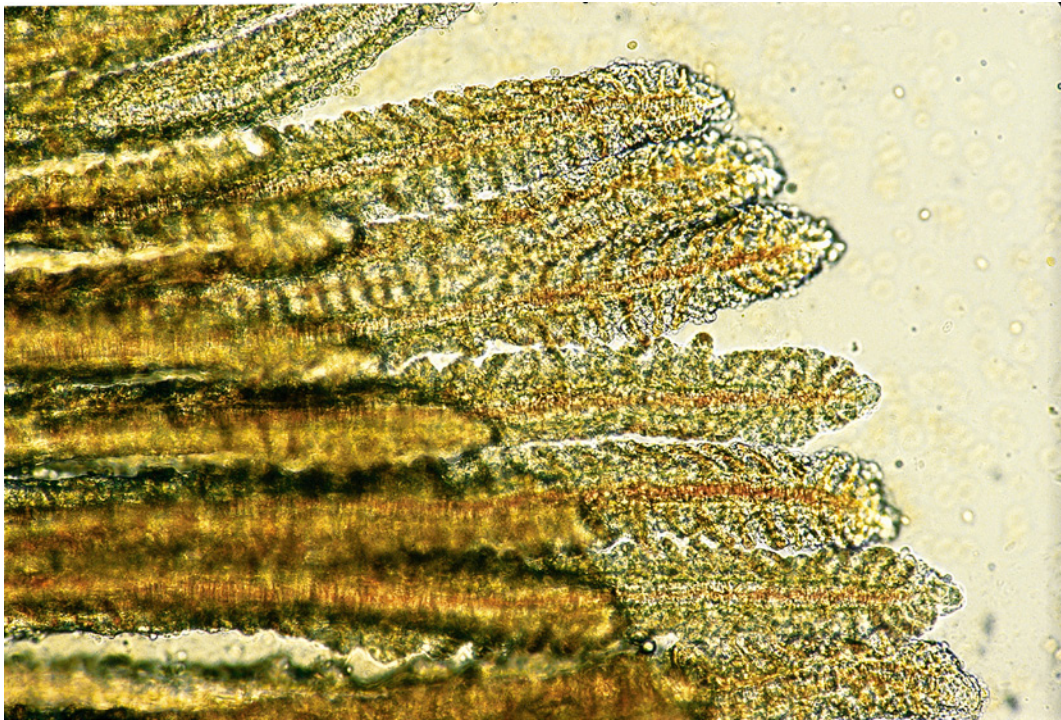
Limanäytteitä tutkitaan valomikroskoopin 100-400-kertaisella suurennoksella etsien erityisesti loisien liikehdintää. Kun näyte on asetettu valomikroskooppiin, tarkennetaan kuva aluksi 10-kertaiselle objektiiville. Kokenut tutkija havaitsee alkueläimet jo tällä 100-kertaisella suurennoksella (10-kertainen 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 tärkeää seurata etenkin limanäytteen reuna-alueita, joissa on mahdollista nähdä loisten liike.

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.

Näkyvien vaurioiden reunasta raaputettu näyte voi paljastaa flavobakteerien kertymiä tai alkavaa vesihomekasvustoa.

Kidukset

Kiduskaaret kannattaa irrottaa välittömästi lopetuksen jälkeen, kun kala on nostettu vedestä, ja säilöä petrimaljalle altaan veteen odottamaan tutkimusta. 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, minkä jälkeen otetaan pinseteillä kiinni ensimmäisestä kiduskaaresta ja irrotetaan se katkaisemalla saksilla kaari poikki



Kuva 5. Kiduksen pintasolukon liikakasvusta (hyperplasia) kärsivän kalan kidukset. Solumassan takia kaasujen vaihto veden ja kalan veren välillä vaikeutuu (Kuva Perttu Koski, Ruokavirasto).

ensin alapuolelta ja sitten yläpuolelta. Näin tehdään siksi, ettei näytteeseen sekoittuisi verta, mikä haittaa näytteen tutkimista. Kiduskaaresta kaavitaan limaa varovasti objektilasille lehdyköiden suuntaisella vedolla, lisätään vesitippa ja painetaan peitinlasi päälle. Riippuen kalan koosta kiduslehdyköitä voi myös irrottaa objektilasille kokonaisina poistamalla kidusrusto.

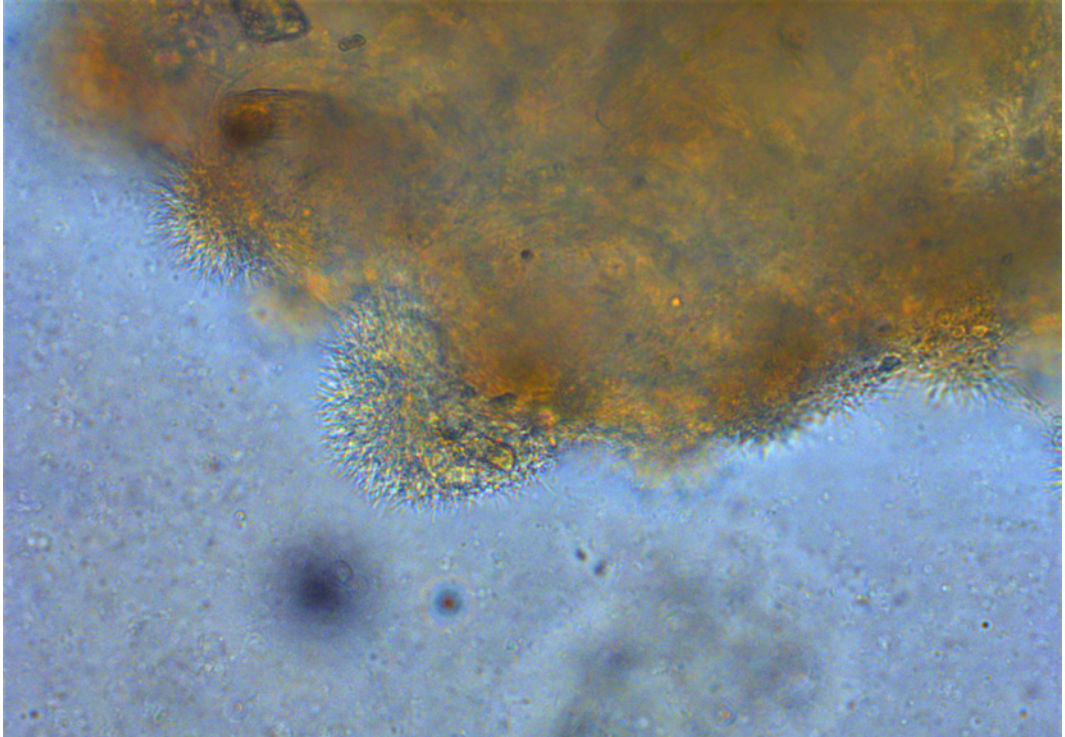
Mikroskopointi tehdään samoin kuin ihonäytteille. Valomikroskoopin 100-400-kertaisella suurennoksella voidaan havaita myös erilaiset kidusmuutokset, esimerkiksi pintasolukon eli epiteelin liikakasvu (hyperplasia) (Kuva 5).

Evät

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

Mikroskopointi bakteereiden varalta

Flavobakteeritartunta voidaan joskus todeta mikroskoopin avulla jo viljelylaitoksella. Vaurioitunutta ihon, kiduksen tai evän pintaa kaavitaan pieni määrä puhtaalla veitsellä objektilasille vesitippaan ja painetaan peitinlasi päälle. Flavobakteerit ovat pitkiä ohuita



Kuva 6. Flavobacterium columnare voi kasvaa kalan pinnalla ryppäinä, joita löydyt vaurioalueelta otetussa iho- tai kidusraappesta 400-kertaisella suurennoksella (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

sauvoja, jotka näkyvät valomikroskoopin 400-1000-kertaisella suurennoksella. Erityisesti ns. lämpimän veden flavobakteerit voi tunnistaa tyypillisen pesäkkeisen kasvitavan perusteella (Kuva 6). Bakterin tarkempi tunnistus edellyttää viljelyä munuaisesta, pernasta, kiduksilta ja mahdollisista haavoista erityiselle elatusaineelle (esim. TYES tai AO = Anacker & Ordal).

Kalan tutkiminen sisältä

Kala avataan saksilla tai terävällä veitsellä. Kala on näppärintä avata leikkaamalla vatsapuoli varovasti auki nielusta peräaukkoon. Avaamisen helpottamiseksi voidaan "kurkku" leikata ensin poikittaisviillolla poikki. Isoilta kaloilta on usein tarkoituksenmukaista poistaa vatsaontelon seinämä toisesta kyljestä munuaisia myöten (Kuva 7). Näin saadaan näkyville kalan tärkeimmät sisäelimet. Lois-, bakteri- ja virustautien oireita on kuvattu edellisessä luvussa.

Bakteeriviljelyn tekeminen

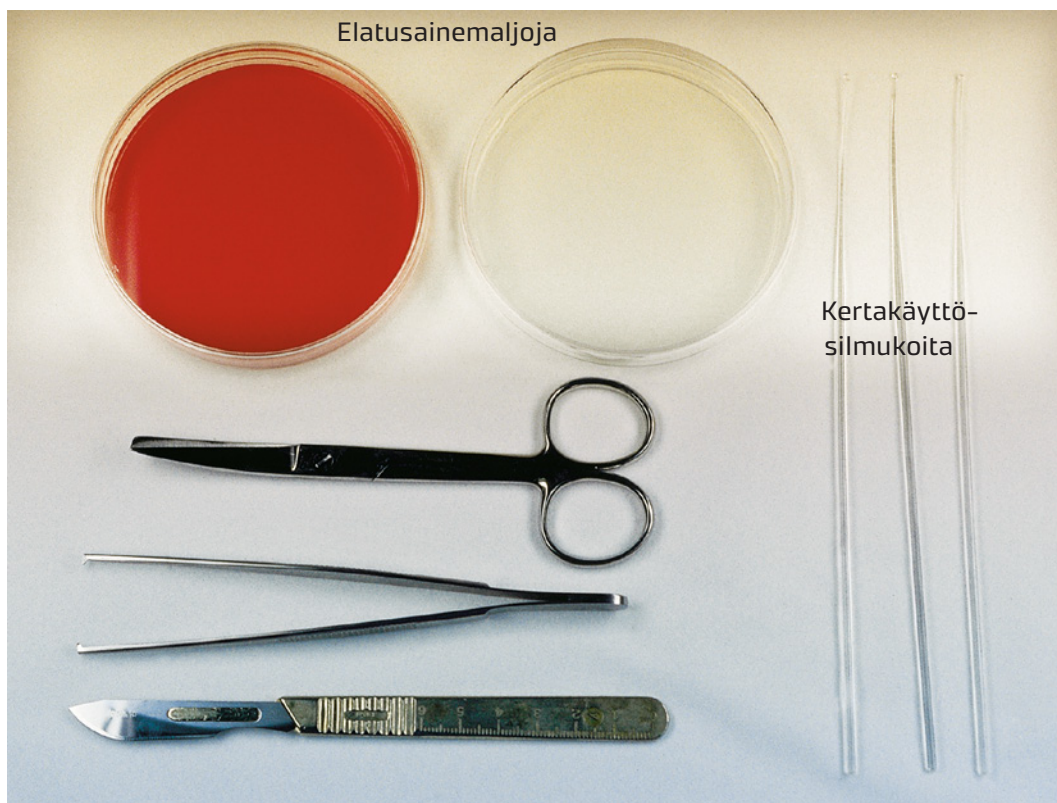
Yhteistyössä kalatautitutkimuksia tekevän eläinlääkärin tai biologin kanssa voidaan bakteerinäyte ottaa jo kalanviljelylaitoksella. Heiltä saa myös tarvittavat tarkat ohjeet.



Kuva 7. Avattu taimen, jolta on poistettu sekä kiduskansi että vatsaontelon seinämää, jolloin kaikki sisäelimet saadaan näkyville (Kuva Risto Kannel, Luke).

Bakteeriviljelyn tekemiseen tarvitaan viljelysilmutka ja sen sterilointia varten kaasutai spriibunsenlamppu tai vaihtoehtoisesti kertakäyttösauvoja, jolloin tulta ei tarvita.

Tämän lisäksi tarvitaan elatusainemaljoja (Kuva 8). Maljat lähetetään jatkotutkimuksiin kalatautilaboratorioon.



Kuva 8. Bakteeriviljelyn tekemisessä tarvittavat välineet. Vasemmalla verimalja ja oikealla AO-malja (Kuva Pia Vennerström, Ruokavirasto).

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.
- Viljelysilmukka steriloidaan punahehkuun bunsenlampun liekin päällä.
- Hehkuvalla silmukalla tai kertakäyttösilmutkalla pistetään kalan munuaisen keskiosaan ja työnnetään silmukkaa viistossa asennossa munuaisen sisään kalan päätä kohti.
- Silmukkaan jäävä munuaisnäyte siirretään silmukalla elatusainemaljalle varoen koskettamasta kalan suolistoa.
- Näyte levitetään elatusaineen pinnalle sivelemällä sen pintaa viljelysilmukalla edestakaisin.

Suoliston mikroskopointi

Epänormaalilta näyttävää suolen sisältöä voi myös kaapia hiukan objektilasille. Juuri kuolleessa kalassa voi mikroskoopilla nähdä suolessa esiintyviä yksisoluisia loisia (Hexamita) tai kesäripulia aiheuttavia SFB-bakteereita (Kuva 9). Näytteen on oltava tuore, sillä kalan kuoltua loisten liike lakkaa melko nopeasti, ja SFB-bakteerien ketjut hajoavat itiöiksi, joita ei enää erota suolen sisällöstä.



Kuva 9. Vetisestä suolen sisällöstä saattaa löytyä RTGE-tautia aiheuttavia SFB-bakteereita, jotka erottuvat juuri kuolleella kalalla helmimäisinä ketjuina (Kuva Ruokavirasto arkisto)

6. Kalanäytteen toimittaminen tutkittavaksi taudinsyyn selvittämiseksi

Kalatautien aiheuttajien selvittämiseksi on tärkeitä toimittaa oireilevia kaloja tutkittavaksi tautimäärityksiin erikoistuneeseen laboratorioon. Vaikka taudin syy näyttäisikin ilmeiseltä, on aina mahdollista, että taustalla on myös jokin muu tekijä, jota ei saada esille ilman kyseistä tutkimusta. Lääkemääräyksen saaminen eläinlääkäriltä edellyttää, että näytteitä on lähetetty tutkittavaksi. Tutkimukset ovat tärkeitä myös sen takia, että voidaan varmistaa valitun lääkehoidon tehokkuus ja seurata bakteerien herkkyyttä käytetyille antibiooteille.

Jo ennen näytteenottoa on hyvä sopia näytteiden lähettämisestä ja parhaiten soveltuvista näytteistä vastaanottavan laboratorion kanssa.

Suuren kalakuoleman sattuessa kannattaa paikalle pyytää eläinlääkäri tai muu viranomaisen tekemään tilannearvio ja toteamaan kuolleiden kalojen määrä, vaikka syy olisikin selvä. Viranomaisen antamaa lausuntoa voidaan tarvita vakuutuksia ym. korvauksia varten. Virkaeläinlääkäri on pyydettävä paikalle myös silloin, jos kaloissa todetaan merkkejä vastustettavista kalataudeista, esimerkiksi pistemäisiä verenvuotoja ihossa, lihaksistossa tai sisäelimissä. Kun epäillään luetteloitua tautia tai uutta vakavaa eläintautia, virkaeläinlääkäri tai aluehallintovirasto ohjeistaa näytteenotosta ja muista toimenpiteistä.

Kalanäytteen lähettämisessä tulee huomioida seuraavia tekijöitä:

- Ota näytekalat erilleen ennen mahdollisen hoidon aloittamista (kylvetys, antibioottilääkitys). Mikäli kaloja on hoidettu, se tulee ilmoittaa lähetteessä.
- Tutkittavaksi valitaan mieluiten eläviä kaloja, joilla on taudin oireita. Mitä pienempiä kalat ovat, sitä useampia näytekaloja kannattaa valita tutkittavaksi. Sopiva määrä on 5-15 kalaa, pieniä alle 5 gramman painoisia 10-30 kalaa. Määrää kannattaa nostaa, jos kaloissa ei ole ulkoisia oireita. Tutkittavaksi lähetettävien kalojen valintaan kannattaa käyttää aikaa, huonoin tapa on houkutella kalat ruokinnan avulla ja kerätä näytteet syömään tulevista kaloista satunnaisesti.
- Elävistä kaloista voidaan tehdä kaikki tarvittavat tutkimukset, mukaan lukien loisten mikroskopiointi.
- Kalat säilyvät parhaiten elävinä, jos ne pakataan muovipussiin, jossa on 2/3 vettä ja 1/3 happikaasua. Muovipussi pakataan styroksilaatikoon kylmätappereiden tai jäähileiden kanssa.
- Mikäli elävien kalojen toimittaminen ei ole mahdollista, lopeta oireilevat kalat juuri ennen lähettämistä mieluiten nukutusaineen yliannoksella. Ota mukaan myös vasta kuolleita kaloja erikseen pakattuna.
- 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 tai foliossa.
- Kalanäytteitä voi lähettää pakastettuna, jos näin on erikseen 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 taudinsyöttökäytännön osana, vaan niistä on sovittava erikseen. Mikäli niiden tekemisestä on sovittu, tutkimuksen lisähinta Ruokavirastossa määräytyy hinnaston mukaisesti. Kalat pakastetaan heti kuoleman tai lopettamisen jälkeen, ja ne tulee lähettää mahdollisimman pian tutkittavaksi styroksilaatikkoon pakattuna.
- Jos tutkimuksiin joutuu lähettämään kuolleita kaloja, olisi hyvä panna mukaan myös formaliiniin säilöttyjä kudoksenäytteitä vasta lopetetuista kaloista. Niistä voidaan havaita esimerkiksi kudosmuutoksia tai muita vedessä olevien myrkyllisten tekijöiden aiheuttamia mikroskooppisia kudosmuutoksia.

Säilötyn kudoksenäytteen ottaminen

Ota näytteeksi muutamasta oireilevasta, vielä hengissä olevasta kalasta silmämääräisesti muuttuneita kudoksia heti nukutusaineen yliannostuksella tapahtuvan kalan lopettamisen jälkeen. Kidusnäyte pitää saada formaliiniin parin minuutin kuluessa kalan kuolemasta, sillä kuolemanjälkeisiä mikroskooppisia pilaantumismuutoksia alkaa tapahtua nopeasti. Vaikka silmällä havaittavia poikkeamia normaalista ei olisikaan, on hyvä ottaa näytteet kidusten lisäksi ainakin maksasta, munuaisesta, sydäimestä ja pernasta. Alle 5 cm poikaset voidaan laittaa kokonaisina formaliiniin vatsa avattuna ilman, että eri elimiä otetaan esille. Formaliiniin ei tule säilöä sokeripalaa suurempia kuduskappaleita. Formaliinia tulisi olla noin kymmenkertainen määrä näytepalojen tilavuuteen verrattuna. Kudospalat upotetaan 10 %:een formaliiniin (= n. 3,5 dl yli 30 %:sta formaliinia ja n. 6,5 dl vettä). Valmiiksi puskuroitua 10 %:sta formaliinia saa myös apteekista. Formaliinia käytettäessä on huomioitava käyttöohjeen mukaiset työturvallisuustoimenpiteet.

Puskuroitua formaliiniin 10 % säilytysliuosta voidaan valmistaa myös seuraavan reseptin mukaan:

Formaliinia (37 % formaldehydi)	100 ml
Tislattua vettä	900 ml
Natriumdiveytyfosfaattia (kidevedellinen) $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4 g
Dinatriumfosfaattia Na_2HPO_4	6,6 g

Lähetys

- Kirjoita lähete, josta käy ilmi lähettäjän nimi, osoite ja puhelinnumero.
- Läheteessä tulee myös olla kalojen tunnistustiedot, allas, ikä, laji, tms. Lisää myös lyhyt kuvaus oireista. Ruokaviraston läheteessä kysytään tietoja, joiden perusteella tarpeellisista tutkimuksista päätetään. Se on siis syytä täyttää huolellisesti.
- Ilmoita saapuvasta kalanäytteestä vastaanottavalle henkilölle.
- Paras näytteiden lähetystapa (posti, kuriiri, tuominen itse) riippuu tilanteesta,
- Lisätietoja lähettämistä löytyy Ruokaviraston nettisivuilta.

Lisätietoja:

[Lähete Ruokaviraston tutkimuksiin](#)

[Näytteenotto ja pakkaaminen](#)

[Näytteen lähetysohjeita Ruokavirastoon](#)

7. Veden laatu ja siihen liittyviä sairauksia

Kala on herkkä veden laadun muutoksille. Veden huono laatu alentaa kalojen vastustuskykyä taudeille tai voi jopa tappaa niitä. Jos suunnitellaan uutta laitosta tai laitoksen isoa peruskorjausta, vesityksen ratkaisuja voidaan suunnitella mahdollisimman hyvän vedenlaadun ja kalatautien ehkäisyä varalta. Lähdevesi olisi luonnollisesti paras ratkaisu, joskin hyvin harvoin mahdollinen. Jos mahdollista, jokaiselle altaalle kannattaa rakentaa oma vesitys suoraan vesityslähteestä. Loisten toukkavaiheiden pääsyä laitokseen voidaan hillitä vedenoton sijainnilla tai tuloveden suodatuksella. Laitosten ja tulovesityksen suunnittelusta löytyy lisätietoa mm. Mustajärven (1999) ja Aarnipuron (2004) raporteista. Olemassa olevilla laitoksilla veden laatuun voidaan vaikuttaa rajoitetummin. Kiertovesilaitosten tarvitseman veden määrä on korkeintaan joitakin prosentteja läpivirtauslaitoksen tarvitseman veden määrästä ja tulovettä voidaan käsitellä tehokkaammin kuin läpivirtauslaitoksissa. Kiertovesilaitosten tekninen suunnittelu on vaativaa ja perustietojen hankkimisen jälkeen on tukeuduttava kokeneisiin kaupallisiin toimijoihin.

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 muuhun suljettuun astiaan, joista toinen laitetaan jääkaappiin ja toinen pakastimeen
- mittaa pH, happi ja lämpötila, kierto-vesilaitoksilla typpiyhdisteet
- mikäli syyksi ei paljastu jokin ilmeinen laitoksen omien prosessien ongelma, ota heti yhteyttä paikalliseen ympäristöasioista vastaavaan viranomaiseen ja kunnaneläinlääkäriin (tarvittaessa päivystäjä) tai aluehallintovirastoon.

Veden laadun keskeisiä tekijöitä

Lämpötila

Kalat ovat vaihtolämpöisiä eläimiä, joten niiden aineenvaihdunta ja puolustusmekanismit seuraavat veden lämpötilaa. Eri kalalajeilla on optimilämpötila mm. kasvulle ja mätimunien kehittymiselle. Lohikaloilla kasvun optimilämpötila on 14-16 °C. Yli 20 °C:n lämpötilat ovat lohikaloille yleensä jo ongelmallisia. Lämpimässä vedessä on myös vähemmän happea ja ruokintaa joudutaan rajoittamaan tai lopettamaan kokonaan kalojen 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. Selkärankavaurioiden riski kasvaa lohikaloilla haudontalämpötilojen kohotessa ennen silmäpistevaihetta. Merilohella kriittisenä rajana on tutkimusten mukaan noin 10 astetta ennen silmäpistevaihetta,

kirjolohella kokemusperäisesti noin 12 astetta. Silmäpistevaiheen jälkeen alkio kestää huomattavasti korkeampia lämpötiloja.

Alijäähtyneessä vedessä muodostuvat jääkiteet tarttuvat kalojen kiduksiin ja voivat aiheuttaa suurta kuolleisuutta.

Happipitoisuus

Lohikaloilla on suuri hapentarve verrattuna moniin muihin lajeihin. Hapenkulutus vaihtelee kalan koon, ruoankulutuksen ja muun aktiivisuuden mukaan. Hyvin karkeana yleistyksenä voidaan sanoa, että veden happipitoisuus 8 mg/l on yleensä lohikaloille riittävä. Hapen vähyys heikentää rehun hyödyntämistä noin 70 %:n kyllästeisyydessä, pienentää ruokahalua 60 %:n kyllästeisyydessä ja kuolleisuus alkaa kasvaa 50 % kyllästeisyyden alapuolella. 15 asteessa nämä tarkoittavat pitoisuuksia 7, 6 ja 5 mg/l. Lohikalojen mädin kehittyminen vaarantuu, kun happea on haudontavedessä alle 7 mg/l. Altaille tulevan veden hapen ylikyllästämistä tarvitaan lähinnä kiertovesilaitoksissa. Liunneen hapen määrää tulee seurata happimittarilla aina, etenkin korkeissa lämpötiloissa ja suurissa kalatiheyksissä. Kiertovesilaitoksilla tarvitaan jatkuva hapenmittaus sekä mittaukseen liitetty hälytys- ja varahapetusjärjestelmä.

Oireet: Lievää hapenpuutetta ei välttämättä huomaa altaan reunalla. Voimakkaasta hapenpuutteesta kärsivät kalat eivät syö, ne uivat altaan tuloputken suulle, niiden hengitysliikkeet nopeutuvat ja ne haukkovat ilmaa pinnassa. Kalojen väri vaalenee, ja hapenpuutteeseen kuolleella kalalla ovat usein sekä kiduskannet että suu auki.

Hoito: Hapenpuutteen ongelmat tulisi ennakoida veden määrä, virtaama, happipitoisuus ja kalatiheys huomioiden. Hapenpuutteesta kärsiviä kaloja tulee ruokkia vähemmän tai keskeyttää ruokinta kokonaan. Veden virtausta tulee mahdollisuuksien mukaan lisätä. Tulovettä tai yksittäisten altaiden vettä voi myös hapettaa tai ilmastaa.

pH eli veden happamuus

Veden happamuutta kuvataan pH-luvulla. Asteikon 0 tarkoittaa erittäin hapanta ja 14 erittäin emäksistä. Neutraaliarvo on 7. On tärkeätä, että veden pH ei vaihtele voimakkaasti. Lohikaloille suotuisa pH-alue on 6,5-8,0. Meriveden pH pysyy tasaisena ja ongelmattomana, mutta liiallinen vaihtelu on riski sisävesialueella ja erityisesti kiertovesikasvatuksessa. Sisävesilaitoksilla pH voi laskea esim. rankkasateiden jälkeen ja keväällä lumen ja jään sulaessa. Tällöin veteen 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.

Kiertovesilaitoksissa pH romahtaisi ilman emäksen lisäämistä (kalkkina, soodana tai lipeänä). pH:lla on iso merkitys mm. nitrifikaation toimivuudelle ja hiilidioksidin tasapainolle vedessä. Emäsluoksen teko, pumppaus järjestelmään, automatiikka ja pH-mittaukset sekä hälytykset ovat kiertovesilaitosten suunnittelun ja päivittämisen ylläpidon perustietoutta, eikä sitä käydy tässä tarkemmin läpi.

Veden pH-arvoa voi karkeasti seurata yksinkertaisilla väri-indikaattoreilla, mutta pH-mittareita tarvitaan ainakin kiertovesikasvatuksessa. Anturit eivät ole kalliita, mutta niiden käyttöikä on lyhyt, noin vuosi, riippuen mm. vedenlaadusta.

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.
4,0-4,5	Haitallinen lohikaloille. Happamuuden sieto paranee koon ja iän kasvaessa.
4,5-5,0	Haitallinen lohikalojen mädille ja pikkupoikasille ja myös isommille kaloille erityisesti pehmeissä vesissä, joiden kalsium-, natrium- ja kloridipitoisuus on alhainen.
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.
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.
9,5-10,0	Pitkällä aikavälillä tappava lohikaloille.
10,5-11,0	Tappava lohikaloille.

Ammoniakki ja nitriitti

Kala erittää ammoniumia kidustensa kautta. Ammoniumin esiintymismuoto vedessä riippuu veden pH:sta, ja se voi esiintyä sekä vapaana ammoniakkinä (NH_3) että ionisoituneena ammoniumina (NH_4^+). Vapaa ammoniakki on kaloille erittäin myrkyllistä ja jo 0,02 mg/l voi aiheuttaa poikasille kidusvaurioita. Vapaan ammoniakkin määrä lisääntyy pH:n kohotessa, eli emäksisessä vedessä myrkyllistä muotoa on enemmän. pH:n ollessa alle 6,9, ammoniumtyyppi on miltei kokonaan haitattomana ammoniumina. Ammoniakkimyrkytys on riski kiertovesilaitoksissa silloin, kun biosuodatus on alimitoitettu ruokintaan nähden tai sen toimintaan tulee häiriö. Ammoniakkimyrkytyksen oireina ovat kidusten tummuminen ja pistemäiset verenpurkaukumat.

Veden nitriittipitoisuus voi nousta haitalliseksi kiertovesilaitoksilla silloin, kun nitrifikaatioprosessi ei pysty täydellisesti muuttamaan ammoniumia nitriitin kautta nitraatiksi. Nitriitti muuttaa hemoglobiinia methemoglobiiniksi, joka ei pysty kuljettamaan happea. Nitriittimyrkytyksen näkyvä oire on ruskeammaksi muuttuneet kidukset ja veri, ja hapen "haukkominen". Kohonnutta nitriittiä hoidetaan akuutisti lisäämällä veteen suolaa niin, että kloridin ja nitriittitypen suhde on noin 30:1. Suolan lisäys tulisi aloittaa viimeistään silloin kun nitriittitypen määrä on 1 mg/litra. Tällä nitriittitypen tasolla merisuolaa tulee laittaa 40 grammaa kuutioon vettä.

Typpiyhdisteitä mitataan kenttäoloihin ja tuotantolaitoksiin suunnitelluilla fotometreillä, joissa käytetään valmiita tippa- tai kvettitestejä. Ammoniakkia mitataan kokonaisammoniumtyypen kautta, minkä jälkeen myrkyllisen ammoniakkin pitoisuus lasketaan pH:n avulla taulukkoa tai laskentaa käyttäen.

Veden kiintoaine

Kiintoainetta kertyy veteen humuksena, kalojen ulosteina ja levinä ja ne voivat aiheuttaa ongelmia kalojen kiduksille ja mädille. Kiintoainetta voi päästä laitokselle esim. myrskyn tai rankkasateiden jälkeen sekä metsä- ja suo-ojitusten yhteydessä. Hiukkaset ärsyttävät ja tukkivat kidukset ja aiheuttavat hengitysvaikeuksia. Eloperäinen aine kuluttaa hajotessaan happea ja lisäksi kiintoainepartikkelit ylläpitävät suurta bakteerimäärää. Pieniä määriä laitokselle tulevaa vettä voidaan puhdistaa esim. hiekkasuodattimen tai rumpusiivilän avulla. Altaiden ja putkistojen ja kourujen säännöllinen puhdistus kiintoaineen poistamiseksi on tärkeää, jos kiintoainetta näyttää kertyvän. Kiertovesilaitoksilla kiintoainetta syntyy paljon ja sitä voi kertyä huonosti mitoitettuihin tai rakenteeltaan vääriin järjestelmiin, erityisesti ylläpidon vuoksi. Kiintoaineen poisto selkeyttimillä, rumpusuodatuksella, kiinteällä biosuodattimella ja otsonoinnilla on kiertovesilaitoksen vedenkäsittelyssä keskeistä.

Hiilidioksidi

Kala tuottaa veteen hiilidioksidia, joka voi kertyä haitallisiksi pitoisuuksiksi silloin kun kalamassa on suurta veden vaihtuvuuteen nähden. Kiertovesilaitoksissa myös biosuodatin tuottaa hiilidioksidia, ja hiilidioksidia kertyy kierrätettävään veteen, mikäli sen poistaminen on vedenkäsittelyjärjestelmässä vajavaista. Kala poistaa hiilidioksidia elimistöstä veren ja veden pitoisuuseron avulla, ja veteen kertyvä hiilidioksidi lisää myös veren hiilidioksidin määrää, jolloin hapenkuljetus heikentyy. Kroonista pitoisuutta 10-15 mg/litra pidetään jo haitallisena ja kasvu sekä rehunkäyttökyky heikkenevät tasaisesti hiilidioksidipitoisuuden kasvaessa. Kalat sietävät lyhyen ajan 3-4 kertaa korkeampia tasoja, mutta muuttuvat jo hidasliikkeisiksi.

Metallit ja muut myrkyt

Useimmat vedessä liukoisessa muodossa esiintyvät metallit voivat olla kaloille haitallisia. Tällaisia ovat esim. rauta, kupari, sinkki, alumiini ja lyijy. Myrkyllinen pitoisuus riippuu erityisesti veden alkaliniteetistä ja happamuudesta. 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. Raudan saostumista kiduksille todetaan myös keväisin jääpeitteen aiheuttaman hapettomuuden ja sulamisvesien aiheuttaman rautapitoisuuden ja happamuuden lisääntymisen vuoksi.

Teollisuuden ja kaivosten vaikutusalueella voi esiintyä myrkyllisiä määriä metalleja. Erityisesti kuparin ja sinkin pitoisuus voi nousta kiertovesilaitoksilla, jos järjestelmässä on niitä sisältäviä metalliosia. Akuutteja myrkytyksiä voi yrittää hoitaa nostamalla veden

alkaliniteettiä kalkkiyhdisteillä. Muita kaloille erittäin myrkyllisiä aineita ovat erilaiset kemikaalit, etenkin kloori, fenolit, kasvinsuojeluaineet ja hyönteismyrkyt. Näitä voi erityistapauksissa päätyä kasvatusveteen. Erikoisten oireiden ilmaantuessa kasvatusvedestä on syytä ottaa vesinäytteitä pakasteeseen mahdollisia analyysejä varten.

Merisuolan käyttö kalankasvatuksessa

Merisuolaa käytetään kalojen osmoregulaatiokyvyn parantamiseen stressin, esim. kuljetuksen aikana tai kiertovesikasvatuksessa tarkemmin täsmentymättömän ongelman ilmaantuessa. Kalojen terveyttä voidaan tukea kylvettämällä kaloja 1-1,5 % merisuolaliuoksessa. Kuljetuksissa suositeltava pitoisuus on 0,3 %, eli 3 kg/1 000 l vettä. Suolan käytöstä kohonneen nitriittipitoisuuden korjaamisessa tarkemmin kohdassa Ammoniakki ja nitriitti.

Suola on erittäin tehokas alkueläin *Chilodonellan* lisääntymisen estämisessä. Muiden alkueläinten, monogeenien ja äyriäisten määrä pienenee, mutta ne eivät yleensä kokonaan häviä voimakkaallakaan suolakylvyllä.

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.

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. Katso kalojen kylvetyksen suorittamisesta tarkemmin luvusta 17.

Malli pitoisuustaulukosta:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	Suolaa, kg	
			1 % pitoisuus	2 % pitoisuus
4	10	400	1,0	2,0
	20	800	2,0	4,0
10	20	2 000	4,0	8,0
	30	3 000	8,0	16,0
50	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.

Veden laatuun liittyviä sairauksia

Kaasukuplatauti

Kaasukuplatauti aiheutuu veteen liuenneiden kaasujen, lähinnä typen (N₂) ylikyllästyksestä. Kalat reagoivat sitä voimakkaammin typen ylikyllästykseen, mitä nuorempia ne ovat. Tanskalaisten, uusimpiin tutkimuksiin perustuvien suositusten mukaan 103 % ylikyllästys heikentää rehukerrointa ja 105 %:n ylikyllästys on jo kriittinen aiheuttaen terveysongelmia. Typen ylikyllästyksen ohjeellinen yläraja Tanskassa on niinkin matala kuin 102 %.

Pelkkä hapen ylikyllästys ei aiheuta kaasukuplatauti, mutta hapen ylikyllästys vähentää kalan hengitystä, jolloin kalan sisäinen hiilidioksidipitoisuus nousee. Selvää ohjetta hapen ylikyllästyksen suhteen ei kuitenkaan voida antaa.

Kaasukuplataudin voivat aiheuttaa kalanviljelylaitoksella lähinnä seuraavat tekijät:

1. Veden lämpötilan nousu

Mitä lämpimämpää vesi on, sitä vähemmän siinä on ilmakehästä liuennutta typpeä. Jos vettä lämmitetään, ennen lämmitystä tasapainotilan mukainen typen määrä onkin lämpimämmässä vedessä ylikyllästeistä. Kun vettä lämmitetään 4 °C - 8 °C, typen kylästysprosentti nousee 100 % - 110 %, jos vettä ei ilmasteta.

2. Ilman joutuminen paineiseen veteen

Paineen lisääntyessä veteen liukenee enemmän kaasuja. Vedenottamolta kala-altaille tulevassa vesiputkessa vallitsee tavallisesti ylipaine. Jos ilmaa imeytyy putkeen esim. putken yläpäässä olevasta vuodosta, liukenee veteen lisää typpeä ja muita kaasuja ja syntyy ylikyllästys. Ylikyllästystilanne voi syntyä myös, kun vesi syöksyy voimalaitoksen tulvaluukusta tai luonnonputouksesta vieden mukanaan ilmakuplia syvälle veteen, jossa kuplista liukenee typpeä. Kaasujen ylikyllästys voi syntyä myös silloin, kun altaan vettä ilmastetaan liian syvällä. Nyrkkisääntönä yli kahden metrin syvyyteen ilmastaminen voi nostaa typen ylikyllästeisyyden liian korkeaksi.

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.

Kaasukuplataudin oireet: Kun kala joutuu tyypellä ylikyllästeiseen veteen, typpi absorboituu kalaan ja ylimääräinen typpi kerääntyy kuplina kalan kudoksiin aiheuttaen mikroskooppisen pieniä esteitä veren normaalille virtaukselle kudoksissa. 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 (Kuva 10). Kaasua voi kerääntyä myös uimarakkoon ja vatsaonteloon. Taudista kärsivät kalat uivat usein vatsa ylöspäin tai 'roikkuvat' vedessä. Kuolleisuus tautiin vaihtelee paljon.

Hoito: Ylikyllästyksen mittaamiseen on antureita. OxyGuardin TGP-anturi ilmoittaa muiden kuin hapen ylikyllästyksen, mistä typpi vastaa suurta osaa. InWater Technologiesin TGP-



Kuva 10. Kaasukuplataudista kärsivä kala, jolla taudille tyypillisiä kuplia evässä (Kuva Pia Vennerström, Ruokavirasto).

mittari antaa kaasujen kokonaiskyllästyksen ja hapen kyllästys pitää mitata erikseen. Tämän jälkeen typen kyllästys lasketaan alla olevalla tavalla. Hiilidioksidi voi osallistua kaasujen kokonaiskyllästyksen arvoon, mutta merkitys on yleensä pieni:

$$[\text{TGP}\% (0.2095 \times \text{O}_2\%)] / 0.7808$$

Ilman mittaria hyvin karkean tiedon kaasujen ylikyllästyksestä saa laittamalla käden veteen. Jos käsi veteen laitettaessa peittyy välittömästi ilmakupliin, on vesi ylikyllästetty kaasuilla.

Kaasukuplataudilta voidaan välttyä tehostamalla ilmastamista esim. kaskadin, roiskelevyjien tai rei'itettyjen kerroslevyjien 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 venttiilisysteemissä tulee korjata. Lämmitetyn veden riittävä ilmastus tulee aina varmistaa.

Liian hapan vesi

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

Liian happamaan tuloveteen voi lisätä sammutettua kalkkia, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pitempiaikainen vaikutus voitaisiin saada kalkitsemalla tuloveden valuma-aluetta, mutta kalankasvatuslaitoksella on tähän harvoin mahdollisuutta.

Liian emäksinen vesi

Emäksisessä vedessä kalalle myrkyllisen ammoniakkin (NH_3) määrä lisääntyy. Kohonneet ammoniakki määrät vedessä voivat aiheuttaa pieninä pitoisuuksina kidus- ja sisäelinvaurioita ja korkeampina pitoisuuksina kalojen kuoleman. Liian emäksisessä vedessä kalat tummuvat ja niiden kidukset muuttuvat verestäviksi. Pahimmillaan kiduslehdyköiden sekä evien kärjet syöpyvät, jolloin jäljelle jää vain tukiranko. Periaatteessa emäksisyyttä voidaan alentaa hapolla, mutta laitoksen ulkopuolista syytä epäiltäessä kannattaa ottaa yhteyttä paikalliseen ympäristöviranomaiseen.

Munuaisen kalkkeutuminen

Munuaisen kalkkeutuminen eli nefrokalsinoosi voi olla yhteydessä veden korkeaan hiilidioksidipitoisuuteen tai rehun laatuun. Sitä pidetään yleisesti hyvinvointi-indikaattorina sen esiintyessä usein olosuhteissa, joissa veden laatu tai muut laitoksen käytännöt eivät ole optimaaliset. Hiilidioksiditason tulisi ilmeisesti olla pitkäaikaisesti vähintään 10 mg/l, että munuaisiin kehittyy kalkkeumaa. Aihetta tutkitaan maailmalla kiertovesikasvatuksen yleistyessä.

Oireet: Munuaisessa havaitaan kaksi kiemurtelevaa, valkoista nauhaa, jotka ovat kalkkipitoista massaa täynnä olevat virtsatiehyet (Kuva 11). Kalkkipitoista ainetta kerääntyy myös muualle munuaiskudokseen, jolloin munuaisen takaosaan muodostuu valkoisia pesäkkeitä tai juosteita, joiden konsistenssi voi vaihdella juustomaisesta kovaan. Munuaisen takaosa voi lisäksi olla turvonnut ja harmaa. Tauti voidaan sekoittaa bakteeriperäiseen munuaistautiin, jossa munuaisen takaosassa todetaan myös vaaleita pesäkemäisiä muutoksia.



Kuva 11. Munuaisten kalkkeutumisesta kertovat vaaleat, mutkitttelevat virtsatiehyet (Kuva Eija Rimaila-Pärnänen, Ruokavirasto).

Tauti heikentää kasvua, mutta kuolleisuus on yleensä vähäistä. Ylimääräinen stressi voi kuitenkin lisätä menetyksiä. Tuhoutunut munuaiskudos ei enää pysty poistamaan kuona-aineita kalasta, ja lisäksi vakavat munuaiskudokset muutokset voivat vaikuttaa etumunuaisten vertamuodostavan kudoksen toimintaan, mikä huonontaa kalan vastustuskykyä sekä heikentää punaisten verisolujen muodostumista. Oireina voivat olla silmien pullistuminen ja vatsan turpoaminen, mikä johtuu munuaisten vajaatoiminnasta.

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

Hoito: Hoitotoimenpiteenä munuaisten kalkkeutumisessa on veden laadun parantaminen virtausta lisäämällä, vettä ilmastamalla ja kalastoa harventamalla.

Kylkiuinti

Veden lämpötilan laskiessa syksyllä alle 5 °C:n saattaa nopeasti kasvaneilla kaloilla 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 (Ductus pneumaticus) painautuu kasaan, jolloin ylimääräinen kaasu ei pääse purkautumaan pois. Hoitokeinoa ei tiedetä, mutta tilanne voi helpottua, 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 siian ja kirjolohen kasvatuksessa.

Kiertovesilaitoksilla kylkiuintia tai vakavampia tasapainon ongelmia esiintyy silloin, kun kalaa siirretään lämpimämmästä kiertovedestä kylmään luonnonveteen. Lämpötiloja tulisi pyrkiä tasaamaan useiden päivien ajan ja siirtoa alle 2 asteiseen veteen olisi vältettävä kokonaan. Vastaanottavan veden alkaliniteetin nosto siirtopäivänä on vähentänyt ongelmia.

8. Kalan ravinto ja siihen liittyviä sairauksia

Kala saa ravinnosta energiaa ja rakennusaineita elintoimintojen ylläpitoon, uimiseen, kasvamiseen ja lisääntymiseen. Ruoansulatusentsyymit pilkkovat syödyn ravinnon pienempiin osiin, jolloin ravintoaineet voivat siirtyä ruoansulatuskanavasta verenkiertoon ja sitä kautta edelleen koko elimistön käyttöön. 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 heikentää ruokahalua ja rehunkäytön tehokkuutta, ja siten kalan kasvua. Suhteellinen aineenvaihdunta ja siten myös ravinnonkulutus pienenevät kalan kasvaessa. Vaikka suuri kala syö enemmän kuin pieni, pienen kalan ruokintasuhde (% kalan painosta päivittäin) on suurempi.

Kalan energian lähteet ovat rasvat, valkuaisaineet ja hiilihydraatit. Avainasemassa kalan hyvinvoinnissa on lisäksi ravinnon laatu eli valkuaisaineiden välttämättömät aminohapot, rasvojen välttämättömät rasvahapot, 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 yleisiä. Kirjoloheen ravitsemusvaatimukset ovat yksi perusteellisimmin tutkituista ja ne tunnetaan siksi hyvin.

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

Rehun pilaantumisen tai kontaminaatiosta johtuvia äkillisiä 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 ihon värin muuntelukyky ja muutokset etenkin maksassa, munuaisessa ja luustossa (Kuva 12).

Mikäli epäilet rehuperäistä sairautta, toimi seuraavasti:

- vaihda rehu heti
- ota yhteyttä rehutehtaaseen
- säilö epäiltyä rehua pakastimeen ja ota talteen rehuerän numero sekä rehun vakuustodistus

Rehua voi tutkituttaa Ruokavirastossa, joka vastaa rehuvalmisteiden viranomaisvalvonnasta. Kalankasvattaja voi teettää tutkimuksia vakuustodistusten mukaisten omi-



Kuva 12. Virheellinen poikasrehu aiheutti laajamittaisesti selkärangan epämuodostumaa kirjolohilla (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

naisuuksien täyttymisestä. Mikäli halutaan selvittää esimerkiksi vitamiinipitoisuuksia Ruokavirastossa tai yksityisissä laboratorioissa, kannattaa olla yhteydessä kalatauti-asiantuntijaan. Tällöin tulee tietää, mitä analyyseja kyseisessä laboratorioissa käytetään, jotta niitä voidaan verrata rehunvalmistajan ilmoittamiin tietoihin. Jokaisesta laitokselle saapuvasta rehuerästä on hyvä pakastaa muovipussillinen rehua mahdollisia ongelmatilanteita varten.

Valkuaisaineet

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

Rasvat

Rasvat muodostuvat rasvahapoista, joita kalat käyttävät sekä energian lähteenä että kudosten rakennusaineina. Rasvaa tarvitaan myös rasvaliukoisten vitamiinien (A-, D-, E- ja K-vitamiini) ja lohikaloille tyypillisen punaisen värin antavan astaksantiinin imeytymiseen. Kalojen täytyy saada ravinnosta tiettyjä välttämättömiä rasvahappoja. Lohikalat tarvitsevat ravinnossaan erityisesti monityydyttämättömiä 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 pitkäaikainen 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. Kalojen varhaiset kehitysvaiheet hyötyvät, kun osa rasvasta saadaan helposti sulavassa muodossa fosfolipideinä.

Monityydyttämättömät rasvahapot hapettuvat eli härskiintyvät herkästi, ja siksi rehuihin lisätään antioksidantteja eli hapettumisen estoaineita (esim. E-vitamiini). Härskiintynyt rasva vioittaa maksaa, aiheuttaa anemiaa ja voi lisätä kuolleisuutta. Koska korkea lämpötila nopeuttaa hapettumisreaktioita, on tärkeää varastoida rehu valmistajan ohjeiden mukaisesti mahdollisimman viileässä.

Hiilihydraatit

Hiilihydraatit ovat sokeryhdisteitä, 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. Korkeita hiilihydraattimääriä sisältävää rehua syöneiden kalojen maksan rakenne on hauras ja väri vaalea. Maksan glykogeenivarastot riippuvat rehun hiilihydraattipitoisuudesta ja vuodenaikasta. 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 vajuus 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 anemiaa. 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. 46). Koska rasvaliukoiset vitamiinit kertyvät elimistöön, myös niiden yliannos on mahdollinen.

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), inositoli, B1-vitamiini eli tiamiini (osallistuu sokeri- ja rasvahappoaineenvaihduntaan), B2-vitamiini eli riboflaviini (osana vetyionien siirrossa), B6- ja B12-vitamiinit ja pantoteenihappo (osallistuu energian vapauttamiseen kaikista ravintoaineista) (ks. taulukko s. 46). Ylimäärä vesiliukoisia vitamiineja eritetään elimistöstä, joten niiden yliannostamista ei pääse tapahtumaan.

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 turvattava 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 mineraaleja ympäröivään veteen ihon ja kidusten kautta. Merivedessä ne elävät mineraaliliuoksessa, josta helposti kulkeutuvien kivennäisaineiden vajuus 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. 46).

Ravinnon saastuminen

Ravinnon mukana voi kalaan kulkeutua myös tarttuvan taudin aiheuttajia (viruksia, bakteereja, loisia ja sieniä). Pilaantunut rehu voi sisältää myös homesienten erittämää myrkyä. Näistä on esimerkkeinä punahomesienen erittämä trikotekeeni, josta on Suomessakin kokemuksia. Toinen homemyrkkuryhmä, aflatoksiinit, aiheuttavat mak-sakasvaimia, joita ei ole Suomesta raportoitu. Jo matalina pitoisuuksina homemyrkyt voivat kuitenkin heikentää ruokahalua ja immuunipuolustusta, minkä vuoksi niiden esiintymistä rehuissa valvotaan.

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 M74-oireyhtymää ei todeta. Tyypillistä M74-poikasille on valopakoisuuden puute, passiivisuus ja kykenemättömyys orientoitua vesivirrassa. Selvästi havaittavia oireita ovat myös uinti- ja tasapainohäiriöt, spiraaliuinti, kouristelu sekä valkoisten saostumien kertyminen ruskuaiseen (Kuva 13). Pelkkien oireiden perusteella ei voi olla varma, että kyseessä on M74-oireyhtymä, mutta jos oireelliset poikaset vastaavat tiamiinikylvetyshoitoon hyvin, diagnoosi vahvistuu.

Kuolleisuus vaihtelee emokohtaisesti, mutta voi olla jopa 100 % ruskuaispussipoikasista. Emojen kyljellään uiminen ja mädin epätavallinen vaaleus ennakoivat usein 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 lohessa. Latvian Väinäjoen lohissa, jotka ruokailevat ennen jokeen pyrkimistään Riian lahdella, ei M74-oireyhtymää ole todettu.

Tutkimuksissa on todettu, että M74-emokalot, 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 lohia enemmän nuoria kilohaileja, jolloin 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 saaliskaloissa.

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

Tiamiinikylvetykset:

Tiamiinihydrokloridia voidaan käyttää ruskuaispussipoikasten kylvetykseen eläinlääkärin ohjeistuksen mukaisesti. Tiamiinihydrokloridia liuotetaan 1 g litraa kohden samaa vettä, jossa ruskuaispussipoikasia pidetään. Kun tiamiini on liuennut (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



Kuva 13. M74-oireyhtymästä kärsiviä lohien ruskuaispussipoikasia (Kuva P.J. Vuorinen, Luke).

niistä kannattaa olla yhteydessä kalatauti-eläinlääkäriin. Kylvetys on parasta tehdä silloin, kun ensimmäisiä oireita havaitaan. Yksi kylvetyskerta yleensä riittää. Jos oireet alkavat kylvetetyssä parvessa uudelleen, kylvetys uusitaan. Tiamiinihydrokloridi on poikasille hyvin turvallista käyttää, kunhan kylvetysveden pH:n säätelystä huolehditaan.

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, pyöristynyt ja pronssin värinen, mikä johtuu maksasoluihin kerääntyneestä väriaineesta. Samaa väriainetta voi kertyä myös sydämen lihassoluihin, jolloin se värjäytyy kellanruskeaksi. Maksan rasvarappeutumataudissa kala on aneeminen, jolloin kasvu hidastuu.

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

Botulismi

Botulismia aiheuttaa *Clostridium botulinum* -bakteerin erittämä hermomyrky. Tätä bakteeria esiintyy sekä maaperässä että kaloissa, mutta myrkyä se tuottaa vain hapet-

tomissa olosuhteissa. Botulismi voi siten olla vaarana, jos kuolleet kalat joutuvat altaassa hapettomaan tilaan. Mikäli altaan tai kassin pohjalle kerääntyy suuria määriä kuolleita, pilaantuvia kaloja, saattaa sinne syntyä hapettomia alueita. Bakteeri voi lisääntyä kuolleissa kaloissa, joita näykkimällä 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 (mm. 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	Pantoteenihappo (V) Niasiini (V) Foolihappo (V) A-vitamiini E-vitamiini	Härskiintynyt kalaöljy
Evien ja ihon verenpurkaumat	Riboflaviini (V) Pantoteenihappo (V) Niasiini (V) Tiamiini (V) Inositoli (V) C-vitamiini A-vitamiini K-vitamiini	Härskiintynyt kalaöljy
Sokkisyndrooma Maksarappeuma Takertuneet kidukset Anemia Ihovaurio Lihasrappeuma Struuma Kääpiöityminen	Välttämättömät rasvahapot Hiilihydraatit Pantoteenihappo, B5 (V) Foolihappo (V) Niasiini (V) E-vitamiini Jodi Mangaani ym.	

9. Tarttuvien kalatautien luokittelu ja torjunta

Tautien luokittelu

Eläintaudit luokitellaan lainsäädännössä eri luokkiin. EU-lainsäädännössä eläintautien luokitukselta säädetään eläinterveyssäännöstössä (EU) 2016/429 ja sen nojalla annettussa täytäntöönpanoasetuksessa (EU) 2018/1882. Kansallisesti eläintautien luokitukselta säädetään eläintautilaissa (76/2021) ja sen nojalla annettussa maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa (MMM) 325/2021. Vesieläinten osalta kansallisesti torjuttavia ja valvottavia tauteja on lueteltu komission täytäntöönpanopäätöksessä (EU) 2021/260 (liite III). Taudin luokitus määrää sen, mitä säädöksiä ja toimenpiteitä kyseisen taudin vastustamiseen sovelletaan.

EU:n eläinterveyssäännösten mukaan taudit jaetaan luokkiin A-E (luetteloidut taudit):

A-luokkaan kuuluvat vakavat eläintaudit, joita EU:ssa ei pääsääntöisesti esiinny. Jos tautia havaitaan, ryhdytään sen nopeaan hävittämiseen. Kalataudeista tässä luokassa on vain epitsoottinen vertamuodostavan kudoksen kuolio (EHN).

B-luokkaan kuuluvat vakavat eläintaudit, jotka on tarkoitus hävittää EU:n alueelta monivuotisilla taudin hävittämishjelmilla. Tässä luokassa ei ole kalatauteja.

C-luokan eläintautien hävittämiseksi EU:n jäsenvaltiot voivat vapaaehtoisesti laatia hävittämishjelman tai julistaa alueitaan tautivapaiksi. Euroopan komissio hyväksyy hävittämishjelman ja tautivapaudet ja niiden perusteella määrittellään eläinten ja sukusolujen siirto- ja tuontiehdot. Kalataudeista tässä luokassa ovat virusperäinen verenvuotoseptikemia (VHS), tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio (IHN) ja ISA-viruksen HPRΔ-kannan aiheuttama tartunta. Rapujen taudeista tässä luokassa on valkopilkkutautiviruksen aiheuttama tartunta (WSD).

D-luokan eläintauteja valvotaan eläinten ja sukusolujen tuonneissa ja siirroissa. Kaikki A-C-luokan eläintaudit kuuluvat myös D-luokkaan.

E-luokan eläintautien esiintymistä seurataan ja niiden esiintymisestä raportoidaan muille maille. Kaikki A-D-luokan taudit kuuluvat myös E-luokkaan. Lisäksi kalataudeista E-luokkaan kuuluu koikarpin herpesvirustauti (KHV)

Kansallisen eläintautilain mukaan muu kuin A-C-luokan tauti voidaan nimetä muuksi torjuttavaksi eläintaudiksi tai valvottavaksi eläintaudiksi. Lisäksi muu kuin E-luokan tauti voidaan nimetä muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi. Suomi voi itse kansallisesti päättää näiden tautien ehkäisy- ja torjuntatoimista sekä näitä tauteja koskevasta ilmoittamismenettelystä

Muu torjuttava eläintauti vaikeuttaa merkittävästi eläintuotannon toimintaedellytyksiä tai vahingoittaa luonnonvaraisia eläinkantoja tai merkittävästi estää tai haittaa eläinten tai tuotteiden vientiä tai kauppaa taikka voi tarttua ihmisestä eläimeen aiheuttaen vakavan sairauden. Tähän luokkaan kuuluva eläintauti voi olla eläinterveyssäännösten mukaan D- tai E-luokan tauti tai muu eläintauti, jota ei ole luokiteltu eläinterveyssäännösten mukaan. Muita torjuttavia kalatauteja ovat kalojen *Gyrodactylus salaris* -tartunta Tenojoen, Näätäjäjoen, Paatsjoen, Tuulomajoen ja Uutuanjoen vesistöjen alueella, lohikalajien alfavirustartunnat (SAV), karpin kevätviremia (SVC) ja koikarpin herpesvirustauti (KHV).

Valvottava eläintauti aiheuttaa sellaista taloudellista vahinkoa eläintenpidolle, vahinkoa luonnonvaraisille eläinkannoille, vaaraa ihmisten terveydelle taikka vahinkoa eläinten tai tavaroiden viennille ja kaupalle, että eläintaudin leviämisen estäminen on näiden suojaamiseksi perusteltua. Myös valvottava eläintauti voi olla eläinterveyssäännösten mukaan D- tai E-luokan tauti tai muu eläintauti, jota ei ole luokiteltu eläinterveyssäännösten mukaan. Valvottavaksi eläintaudiksi on luokiteltu kalojen tarttuvan haimakuoliotaudin (IPN) genoryhmän 5 tartunnat sisävesialueella.

Muun ilmoitettavan eläintaudin esiintymisen seuranta on tarpeen ihmisten tai eläinten terveyden suojaamiseksi taikka eläinten tai tuotteiden kaupan tai viennin turvaamiseksi. Muu eläintauti kuin E-luokan tauti voidaan nimetä tähän luokkaan kuuluvaksi. Muihin ilmoitettaviin eläintauteihin kuuluvat myös kaikki E-luokkaan kuulumattomat muut torjuttavat ja valvottavat eläintaudit. Kalataudeista tähän ryhmään kuuluvat IPN-tauti eläintautilain 37:n nojalla perustetulla rajoitusalueella ja muut IPN-virustartunnat, ISA-viruksen aiheuttamat tartunnat, lukuun ottamatta viruksen genotyypin HPRΔ (HPR-geenin alueella deleetio) aiheuttamia tartuntoja ja kalojen bakteeriperäinen munuaistauti (BKD). Rapujen taudeista tässä luokassa on rapurutto.

Lisäksi tiettyjen tautien esiintymistä seurataan niiden ilmoittamisvelvollisuuden kautta. **Muut ilmoitettavat vesieläinten taudit** ovat *Gyrodactylus salaris* -tartunta muualla kuin Tenojoen, Näätäjäjoen, Paatsjoen, Tuulomajoen ja Uutuanjoen vesistöjen alueella, laajakirjoista beetalaktamaasia tuottavien bakteerien aiheuttamat tartunnat, MRSA-tartunnat, lohikalajien paisetauti ja muut *Aeromonas salmonicida* -tartunnat sekä *Yersinia ruckeri* -tartunta.

Kalojen siirto- ja rajoitukset Suomessa

Kalojen siirtoja rajoitetaan tautistatukseltaan erilaisten alueiden ja kalaterveyspalvelun eri terveysluokkiin kuuluvien pitopaikkojen välillä. Siirroista on ohjeistettu Ruokaviraston sivuilta löytyvässä ohjeessa (Ohje kalojen ja rapujen terveysehdoista maan sisäisissä siirroissa). Tärkeimpiä, pysyväisluonteisia maan sisäisiä aluerajoituksia on kaksi:

Siirrot merialueelta/merikalajien nousualueelta ja osasta Hiitolanjoen vesistöaluetta muualle sisävesialueelle. Sisämaan poikaslaitosten ja kalakantojen suojaamiseksi merialueella ja Laatokalla esiintyviltä taudinaiheuttajilta, on perustettu rajoitusalue käsittäen merialueen ja merikalajien nousualueen, sekä Hiitolanjoen päävesistöalueen osat 03.01

(Hiitolanjoen alue) ja 03.05 (Torsanjärven valuma-alue) Kaakkois-Suomessa. Suojattu alue käsittää vastaavasti muun sisävesialueen. Rajoitusalueelta ei pääsääntöisesti saa siirtää kaloja tai kalojen sukusoluja sisävesialueelle pitopaikkoihin eikä istutuksiin.

Siirrot Ylä-Lappiin. Barentsinmereen ja Viananmereen laskevien jokien lohikantojen suojelemiseksi *Gyrodactylus salaris* -loisen tartunnalta on perustettu rajoitusalue käsittäen Suomen muut vesistöalueet Tenojoen ja Näätämöjoen vesistöalueita lukuun ottamatta. Lisäksi Paatsjoen, Uutuanjoen ja Tuulomajoen vesistöalueet muodostavat ns. puskurialueen. Kaloja tai kalojen sukusoluja ei pääsääntöisesti saa siirtää muualta Suomesta Teno-, Näätämö-, Uutua-, Paats- ja Tuulomajoen vesistöjen alueille, eikä näiden vesistöalueiden välillä.

Jos pitopaikassa tai luonnonvaraisissa kaloissa todetaan kalatauditartunta, jonka vuoksi ryhdytään torjuntatoimenpiteisiin, voidaan taudin leviämisen estämiseksi perustaa rajoitusvyöhykkeitä tai rajoitus- ja puskurialueita, joista ja joihin kalojen siirrot on yleensä kielletty. Ajankohtaiset siirtorajoitukset on aina tarkastettava uusia siirtoja suunniteltaessa.

Kalojen ja mädin maahantuonti

Kalojen tuontia säädellään sekä maa- ja metsätalousministeriön (MMM) että ympäristöministeriön (YM) hallinnonalalla. Keskeiset säännöt liittyvät tautien leviämisen ehkäisemiseen sekä kalakantojen geneettiseen ja biologiseen suojeluun. Tuonnin tulee täyttää kaikkien säädösten vaatimukset ennen kuin se voidaan hyväksyä.

- Tuontien mukana leviävien kalatautiin vastustuksesta vastaa Ruokavirasto
- Suomelle uusien kala- ja rapulajien ja -kantojen tai niiden sukusolujen maahan tuonnista vastaa ELY-keskus
- Uhanalaisten kalalajien kauppaa säätelee CITES-sopimus ja asetus, josta vastaa Suomen ympäristökeskus

Harkittaessa kalamateriaalin tuontia ulkomailta on muistettava, että lakisääteiset terveysvaatimukset kohdistuvat vain tiettyihin taudinaiheuttajiin sekä kalojen silmämääräiseen terveyteen siirron hetkellä. Monet tuotantoon vaikuttavat sairaudet eivät tule esiin lakisääteisesti vaadituissa terveystodistuksissa, ja Suomi on useiden tällaisten tautien suhteen edelleen hyvässä asemassa verrattuna moneen muuhun maahan. Tuontikalojen mukana on Suomeen tullut useita meille uusia tauteja, mm. *Yersinia ruckeri* -bakteerin aggressiivinen tautimuoto. Myös multiresistentit bakteerit siirtyvät tuontien mukana. Valveutunut kalojen ostaja tarkastaa kalojen tai mädin lähtölaitoksen ja lähtöalueen tautitilannetta laajemmin kuin viranomaisvaatimukset edellyttäisivät.

Lisätietoja:

[MMM Eläintauteja koskeva lainsäädäntö](#)

[Ohje kalojen ja rapujen terveysehdoista maan sisäisissä siirroissa](#)

[Ruokaviraston ohjeita sisämarkkinasiirtoja koskien](#)

10. Virustaudit

Virukset ovat taudinaiheuttajista pienimpiä. Yksi viruspartikkeli koostuu proteiinikapselista, 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 tai molekyylibiologisilla menetelmillä. Soluviljelmään lisätään virusta sisältävää kalan kudosta tai ruumiinnestettä, ja seurataan viljelmän soluissa tapahtuvia muutoksia. Eri virukset tuhoavat tai muuttavat solukkoa eri tavalla. Virukset eivät voi lisääntyä itsenäisesti, vaan lisääntyminen tapahtuu elävissä solussa. Virus käyttää hyväkseen isäntäsolun fysiologisia, 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 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.

Virustauteihin ei ole olemassa hoitoa, siksi on pyrittävä estämään tartunnan tulo laitoksille kaikin keinoin. Tavallisin tartuntareitti on elävien kalojen siirrot. Virustautitartuntojen tilanne on huonontunut Suomessa 2000-luvulla IPN-virusten siirryttyä sisävesiin. Myös VHS ja IHN-epidemioita on esiintynyt Suomessa.

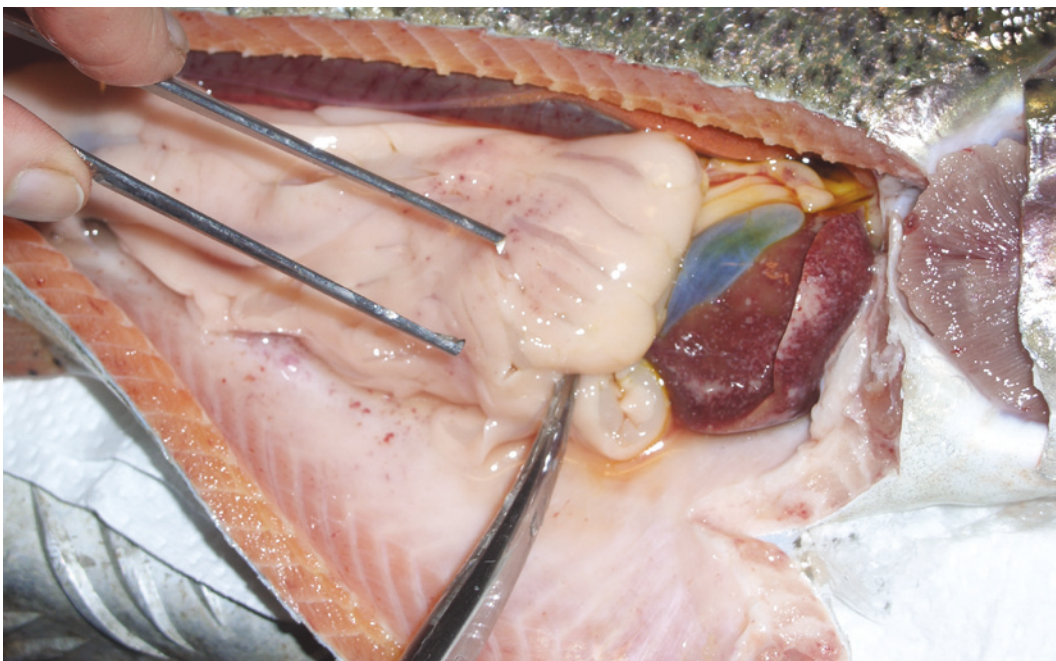
VHS eli virusperäinen verenvuotoseptikemia

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:n 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. Myös Pyhtäälle asetettiin VHS-rajoitusalue. Vuonna 2003 VHS-tautia todettiin myös Uudenkaupungin lähellä sijaitsevalla kalanviljelylaitoksella. Kaikille kolmelle alueelle perustettiin VHS-taudin hävittämisohjelma. Pyhtäällä ja Uudessakaupungissa taudinhävitystoimet onnistuivat ja Pyhtään rajoitusalue poistui vuonna 2008. Uudenkaupungin rajoitusalue poistui vasta vuonna 2011, koska tauti todettiin siellä uudelleen vuonna 2006. Ahvenanmaan maakunnassa viimeisin tartuntata-



Kuva 14. Akuuttia VHS-tautia sairastavassa teuraskokoisessa kirjolohessa havaitaan runsaasti verenvuotoja vatsakalvolla, uimarakon seinämässä ja lihaksistossa. (Kuva Pia Vennerström, Ruokavirasto).



Kuva 15. VHS taudin akuutin vaiheen ohittanut kala, jolla voimakas anemia (vaaleat kidukset) sekä kuolioita maksassa. Verenvuotoja nähdään tässä vaiheessa vähemmän (Kuva Hanna Kuukka-Anttila, Ruokavirasto).

paus todettiin vuonna 2012, ja VHS-vapaa asema palautui vasta lokakuussa 2022.

VHS on pääasiassa kirjolohien tauti, mutta sitä on esiintynyt myös muilla lohikaloilla (taimen, siika ja harjus), piikkikampelalla sekä hauella. Itse VHS-virus on useita eri tyyppisiä ja niitä todettu ainakin 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, eivätkä ne ole aiheuttaneet tartuntakokeissa kuolleisuutta kirjolohille. Lohikaloille tautia aiheuttavia kantoja esiintyy Manner-Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Aasiassa.

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:n 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 vatsaontelon rasvassa sekä sisäelimissä (Kuva 14). 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 15). VHS voi ilmetä myös kroonisena hermostollisena muotona, jolloin oireet ilmenevät lähinnä epänormaaleina uintiliikkeinä, mutta kuolleisuus ei ole erityisen korkeaa. 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: Sairaot ja oireettomat tautia kantavat kalat ovat merkittävimpiä VHS:n levittäjiä. Tartunta voi levitä kosketustartuntana (horisontaalisesti) veden, välineiden tai kalojen välityksellä. Virusta erittyy myös mätipussissa olevaan ovariaalinsteeseen, mutta mätimunnan 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.

Enkäisy 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 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 tyhjillään kaloista vähintään kuusi viikkoa.

VHS luokitellaan EU-lainsäädännön mukaan C + D + E-luokan eläintaudiksi Suomessa esiintyvistä lajeista silakalla, siialla, hauella, turskalla, nahkiaisella, kirjolohella, kampelalla, lohella, taimenella, harmaanierillä, kilohaililla ja harjuksella. Jos eläinlääkäri, eläimen

omistaja tai joku muu eläinten kanssa työnsä tai harrastuksensa vuoksi tekemisissä oleva henkilö epäilee kaloissa VHS-tautia, pitää hänen ilmoittaa siitä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun se on käytännössä mahdollista.

VHS-taudin esiintymistä seurataan kalanviljelylaitoksilla riskiperusteisen seurantaohjelman mukaisesti, säännöllisesti tehtävien virkaeläinlääkärin tarkastuskäyntien ja näytteenottojen avulla.

IHN eli tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio

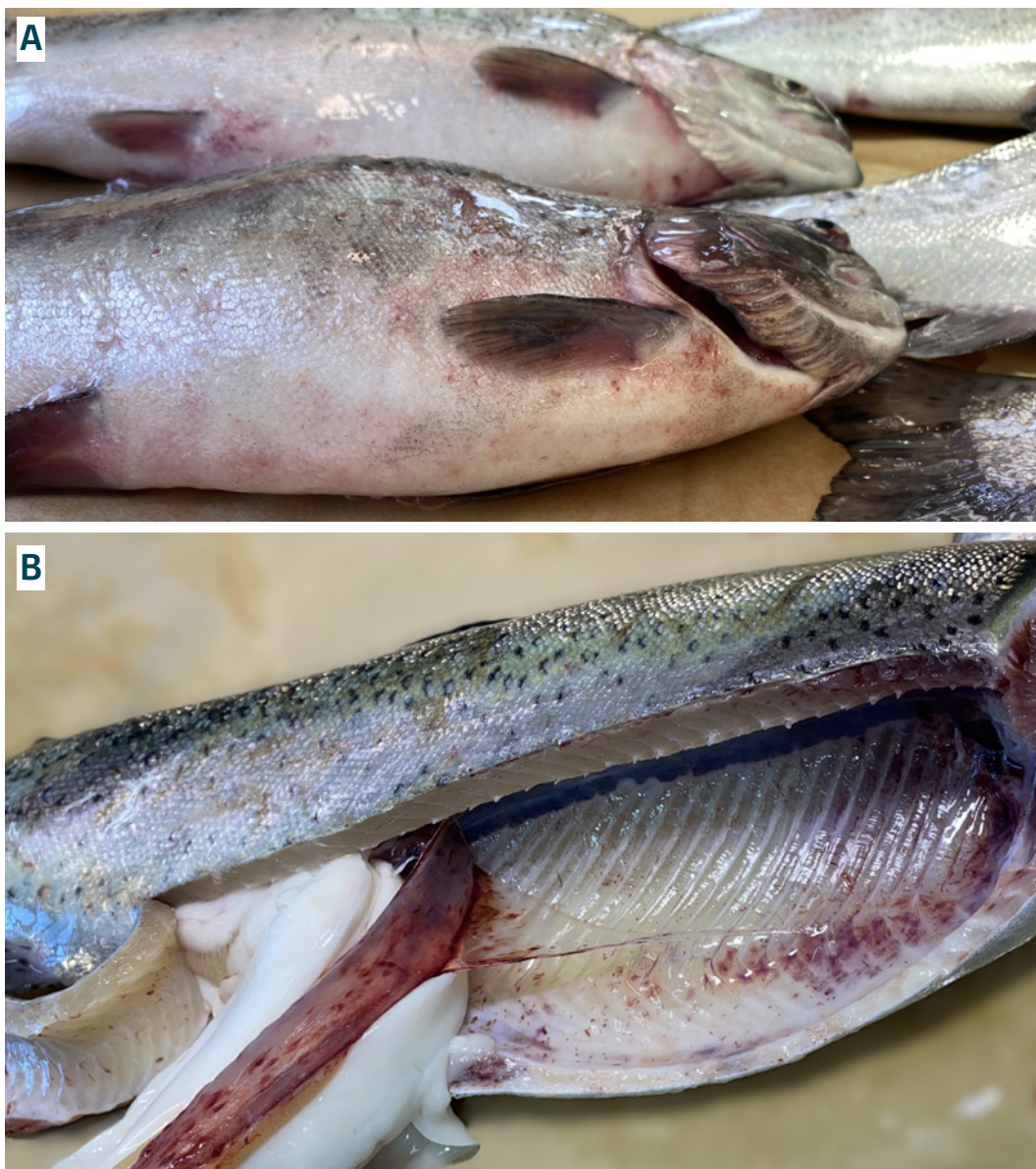
Aiheuttaja: IHN (Infectious Haematopoietic Necrosis) -taudin aiheuttaa rhabdovirus. Virus menettää aktiivisuutensa nopeasti happamissa olosuhteissa (pH 3), 60 °C:n lämmössä 30 minuutissa, mutta 10 °C:n ja 4 °C:n lämpötilassa viruksen on todettu elävän yli 36 viikkoa. Makeassa 15 °C vedessä viruksen on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

Suomalaisilla kalanviljelylaitoksilla on todettu kolme IHN-epidemiaa. IHN löydettiin Suomessa ensimmäisen kerran talvella 2017-2018, toisen kerran toukokuussa 2021 ja kolmannen kerran kesäkuussa 2022. Ensimmäinen epidemia levisi useille alueille saastuneen sisämaan poikaslaitoksen kalasiirtojen välityksellä, mutta sen alkuperäinen tartuntalähde jäi epäselväksi. Viruksen geenianalyysin perusteella epäiltävissä oli kontakti Venäjän alueelle. Vuonna 2021 tartunta saatiin Ahvenanmaalle Tanskasta tuotujen kalojen mukana. Vuoden 2022 IHN-virustartunnat todettiin myös Ahvenanmaalla, mutta uudella alueella. Viruksen todettiin olevan samaa tyyppiä kuin vuoden 2021 tartunnoissa, mutta tartuntareittiä ei pystytty todentamaan.

Kaikki tapaukset johtivat laajoihin torjunta- ja saneeraustoimenpiteisiin. Niiden jälkeen Suomella on virallinen IHN-taudista vapaa asema Ahvenanmaalla sijaitsevaa, kesällä 2022 perustettua vyöhykettä lukuun ottamatta. Mikäli virusta ei löydetä seurantalutkimuksissa, myös Ahvenanmaalla sijaitseva vyöhyke voidaan hakea vapaaksi alueeksi vuonna 2025.

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. Sairastuneet kalat ovat yleensä apaattisia, joskin hetkittäin saattavat olla ylivilkkaita, väri tummuu, kidukset vaalenevat ja silmät



Kuva 16. IHN- tartunta aiheuttaa mm. silmien pullistumista ja verenpurkautumia iholla (A) ja ruumiinontelon kalvoilla (B) (Kuva Anna Maria Eriksson-Kallio, Ruokavirasto).

pullistuvat. Lisäksi kalat ovat aneemisia, vatsapuoli turpoaa ja peräaukosta riippuu usein vaaleanharmaa ulostenauha. Vertymiä havaitaan evien tyvellä ja ruumiinontelon kalvoilla (Kuva 16). 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 ulos-

teiden välityksellä. Viruksen kyvystä levitä vertikaalisesti (mätimunän sisällä), eli emokalasta desinfioidun mädin välityksellä poikaseen, kiistellään. Tällä hetkellä vertikaalista leviämistä pidetään harvinaisena ja epätodennäköisenä, mikäli mäti on oikeaoppisesti desinfioitu. Desinfioituakaan mätiä ei saa siirtää IHN-positiiviselta laitokselta IHN-vapaalle alueelle.

Ehkäisy 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 ja laitoksen kaikkien rakenteiden huolellisen desinfiointin.

IHN luokitellaan EU-lainsäädännön mukaan C + D + E-luokan eläintaudiksi Suomessa esiintyvistä lajeista kirjolohella, lohella, taimenella, nieriällä, puronieriällä, harmaanieriällä ja hauella. Jos eläinlääkäri, eläimen omistaja tai joku muu eläinten kanssa työnsä tai harrastuksensa vuoksi tekemisissä oleva henkilö epäilee tautia, pitää hänen ilmoittaa siitä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun se on käytännössä mahdollista.

IHN-taudin esiintymistä seurataan kalanviljelylaitoksilla säännöllisesti tehtävien virkaeläinlääkäriin tarkastuskäyntien ja näytteenottojen avulla.

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 kuuluu genoryhmiin 2 ja 5. IPN-virus kestää hyvin happamia olosuhteita (esim. ruoansulatuskanava), kuivuutta (noin kaksi viikkoa) ja pakastusta (yli kaksi vuotta). Suurin osa IPN-viruksista kuolee 60 °C:n lämmössä 30 minuutissa, tai kokonaan 70 °C:n lämmössä kahdessa tunnissa. Virus voi säilyä 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 IPN-viruksen lohikaloissa aiheuttamaa sairautta. Suomesta IPN-virusta on todettu vuosittain merialueen kalanviljelylaitoksilta, ja viruskannat ovat enimmäkseen kuuluneet genoryhmiin 2 ja 5. Sisämaassa IPN-virusta tavattiin vain harvoin ennen vuotta 2012, jolloin sitä todettiin 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 oireelliselle taudille. Genoryhmän 2 IPN- tartunnat ovat jatkuvasti yleistyneet sisämaan poikaslaitoksilla viimeisten kymmenen vuoden aikana, ja oireellisia kaloja nähdään entistä useammin. Suomen sisämaa on vapaa genoryhmän 5 IPN-virustartunnasta, genoryhmän 6 tartuntoja todetaan satunnaisesti. Genoryhmän 2 ja 5 IPN-virustartuntoja esiintyy hyvin yleisesti myös muissa maissa.



Kuva 17. Pikkupoikasen oireita IPN-tartunnassa ovat silmien ja vatsaontelon pullistuminen (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

Taudin kulku: Akuutti tauti iskee tavallisesti starttivaiheen poikasiin. Kuolleisuus vaihtelee muutamista prosenteista jopa yli 90 %:iin riippuen IPN-viruksen 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 näyttää siltä, että IPN-tartunnan saaneen kalaparven vastustuskyky muita sairauksia vastaan on heikentynyt. Tauti puhkeaa yleensä veden lämpötilan ollessa 5:n ja 15 °C:n välillä, mutta tartunta on todettu sisämaassa yllättävän korkeissakin lämpötiloissa. 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 voi näyttää siltä, kuin se olisi niellyt pienen herneen (Kuva 17). 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, täykalat, kalan kuljetustankit ja työvälineet ovat merkittäviä taudin levittäjiä.

Ehkäisy ja hoito: Ennaltaehkäisy on varmin keino säästyä IPN-taudin aiheuttamilta menetyksiltä. Emokalojen tulisi olla tutkitusti tautivapaita. Työvälineiden ja kaluston desinfiointi on suoritettava huolella aina laitos- ja luonnonvesikontaktin yhteydessä.

IPN-tautiin on olemassa rokotteita, mutta ne on ensisijaisesti tarkoitettu estämään smolttivaiheen kuolleisuutta. IPN-rokotteita ei ole markkinoilla Suomessa. Taudin haitallisuus vaihtelee olosuhteiden, kalalajin ja viruksen tyyppin mukaan. Taudinaiheuttajan eliminoimiseksi emokalalaitoksesta on koko laitos tyhjennettävä ja desinfioitava ja viljely aloitettava uudelleen tutkitusti puhtaalla kalakannalla.

Genoryhmän 5 IPN-virustartunta luokitellaan Suomen sisävesialueilla valvottavaksi eläintaudiksi puronieriällä, taimenella, merilohella, siialla ja Tyynenmeren lohikaloilla, kuten kirjolohella. Muut IPN-tartunnat on luokiteltu muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi. Jos eläinlääkäri, eläimen omistaja tai joku muu eläinten kanssa työnsä tai harrastuksensa vuoksi tekemisissä oleva henkilö epäilee tautia, pitää hänen ilmoittaa siitä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun se on käytännössä mahdollista

Genoryhmän 5 IPN-virustartuntojen esiintymistä sisämaan kalanviljelylaitoksilla seurataan riskiperusteisesti tehtävien tarkastusten ja näytteenoton avulla.

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 lämmössä kolmessa tunnissa. Pakastus ei tuhoa virusta.

Esiintyminen: SVC-virus aiheuttaa tautia useissa karppilajeissa 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 karpinviljelyalueilla 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. Koko Suomessa on EU:n hyväksymä SVC tautivapaa asema (EU) 2021/260).

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, sisäelimeissä ja lihaksistossa voi esiintyä verenvuotoja ja myös vatsaontelossa 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 sairaat että taudista selvinneet kalat toimivat SVC-viruksen kantajina ja voivat levittää virusta.

Ehkäisy 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.

Karpin kevätviremia SVC on luokiteltu kansallisessa lainsäädännössä muuksi torjuttavaksi eläintaudiksi (MMM 325/2021). Taudille herkiksi lajeiksi luokitellut ovat Suomessa esiintyvistä lajeista karppi, koikarppi, ruohokarppi, ruutana, suutari ja säyne ((EU) 2021/260). Jos eläinlääkäri, eläimen omistaja tai joku muu eläinten kanssa työnsä tai harrastuksensa vuoksi tekemisissä oleva henkilö epäilee tautia, pitää hänen ilmoittaa siitä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun se on käytännössä mahdollista. SVC-viruksen esiintymistä seurataan riskiperusteisesti kalanviljelylaitoksilla, joissa on karppeja tai muita särkikaloja.

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 kutsutaan HPR0-variantteiksi. Tutkijat ovat esittäneet, että ne ovat ISA-viruksen alkukantaisia muotoja, joista mutaation kautta on syntynyt taudinaiheuttamiskyvyltään voimakkaita HPRΔ-kantoja. HPR0-variantin kantoja eristetään yleisesti merilohien kiduksilta esimerkiksi Färsearilta. HPR0-kantojen merkityksestä kiistellään, mutta toistaiseksi nekin kuuluvat Maailman eläintautijärjestön seuraamien tautien listalle. 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 merialueella, 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 voitaisi 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. Tautia tavataan Norjassa edelleen vaihtelevassa määrin. ISA-tautia on todettu vuodesta 1997 lähtien Färsearilta, Skotlannista ja Pohjois-Amerikan itärannikolta. Kiduksilta eristettyjä HPR0-variantin kantoja raportoidaan yleisesti Färsearilta ja ajoittain myös Skotlannista, mutta ne eivät aiheuta viranomaistoimenpiteitä. ISA-virus on raportoitu oireettomista kirjolohista Irlannista vuonna 2002. Chilessä ISA aiheutti lohiteollisuuden romahduksen vuonna 2008. Myös

Islanti on raportoinut tautia aiheuttavan virusmuodon esiintymisestä 2021-2022. Tautia ei ole todettu Suomesta, ja koko Suomessa on EU:n hyväksymä tautivapaa asema.

Taudin kulku: ISA-virus voi aiheuttaa pitkällä aikavälillä jopa 90 %:n kuolleisuuden Atlantin lohta 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 loheta mukaan luettuna kirjolohi, järvitaimen, harjus, silli ja turska.

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

ISA HPRΔ luokitellaan EU-lainsäädännön mukaan C + D + E-luokan eläintaudiksi kirjolohella, lohella ja taimenella ((EU) 2018/1882). Kansallisessa lainsäädännössä ISA-viruksen aiheuttamat tartunnat, lukuun ottamatta viruksen genotyyppin HPRΔ aiheuttamia tartuntoja, luokitellaan muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi. Jos eläinlääkäri, eläimen omistaja tai joku muu eläinten kanssa työnsä tai harrastuksensa vuoksi tekemisissä oleva henkilö epäilee tautia, pitää hänen ilmoittaa siitä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun se on käytännössä mahdollista.

ISA-taudin esiintymistä seurataan riskiperusteisin tarkastuksin ja näytteenotoin.

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

Aiheuttaja: SAV (salmonid alphavirus) on togaviruksiin kuuluva RNA-virus, josta on todettu kuusi eri alatyyppeä (SAV 1-6). Kaikki alatyypit aiheuttavat Atlantin lohelle PD (pancreas disease) -taudin, mutta ainoastaan SAV-2 ja SAV-3 on todettu aiheuttavan tautia kirjolohelle. Makeassa vedessä esiintyvää SAV-2 viruksen aiheuttamaa tartuntaa kirjolohella kutsutaan nimellä SD (sleeping disease). Alfavirukset ovat herkkiä tavanomaisille desinfiointiaineille eivätkä 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 alfavirusta.

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. Lohikalojen alfaviruksia ei ole toistaiseksi todettu Suomessa. Suomen sisävesialueella on virallinen vapaa-asema SAV-tartuntojen osalta.

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 olisivat 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 lohitäit ovat viime aikoina saaneet suurta huomiota tartuntaa levittävinä tekijöinä.

Enkäisy 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.

Lohikalojen alfavirustartunnat on luokiteltu kansallisessa lainsäädännössä muuksi torjuttavaksi eläintaudiksi (MMM 325/2021). Taudille herkkiä lajeja ovat lohi, taimen ja kirjolohi ((EU) 2021/260). Jos eläinlääkäri, eläimen omistaja tai joku muu eläinten kanssa työnsä tai harrastuksensa vuoksi tekemisissä oleva henkilö epäilee tautia, pitää hänen ilmoittaa siitä kunnaneläinlääkärille tai aluehallintovirastolle heti kun se on käytännössä mahdollista.

SAV-virusten esiintymistä seurataan riskiperusteisesti sisävesialueen kalanviljelylaitoksilla.

PRV eli kalojen ortoreovirus

Aiheuttaja: PRV (Piscine orthoreovirus) löydettiin vuonna 2010 viljellyistä Atlantin lohista, joilla oli todettu HSMI-tauti (Heart and skeletal muscle inflammation). PRV-virus on RNA-virus ja kuuluu reovirusten heimoon sukuun orthoreovirus. PRV-viruksia on todettu ainakin kolme eri genotyyppiä. PRV-1 aiheuttaa Atlantin lohen HSMI-taudin, PRV-2 EIBS-syndrooman (Erythrocytic inclusion body syndrome) Tyynenmeren lohilla,

ja PRV-3 kirjolohilla HSMI:n kaltaista tautia. PRV-3 todettiin ensimmäistä kertaa vuonna 2013 Norjassa. Viruksen säilyvyydestä ei juurikaan ole kokeellista tietoa, sillä sen kasvattaminen soluviljelmissä on haastavaa. Vaipattomana viruksena sen kestävyys erilaisia ympäristöolosuhteita vastaan on todennäköisesti hyvä.

Esiintyminen: HSMI-tautioireita todettiin ensimmäisen kerran Norjassa vuonna 1999. PRV-1 virus on löytymisensä jälkeen todettu sekä luonnonvaraisilla että viljellyillä lohilla Pohjois-Amerikassa, Etelä-Amerikassa ja Euroopassa. Virusta esiintyy sekä makeassa että merivedessä. PRV-2 genotyyppiä on todettu Japanissa, mutta EIBS-taudin oireita on kuvattu laajemmin sekä Euroopasta että Amerikoista. PRV-3 on löydetty Euroopan lisäksi Chilessä. Euroopan maista sitä on todettu Norjan lisäksi ainakin Espanjassa, Saksassa, Italiassa, Skotlannissa, Hollannissa ja Tanskassa. Vuosina 2017-2019 tehdyissä kartoituksissa Tanskassa PRV-3 todettiin kaikista kiertovesilaitoksista, joissa oli biosuodatin, sekä 50 %:ssa läpivirtauslaitoksista. Vanhojen, vuoden 1995 näytteiden uudelleen tutkiminen PRV:n varalta osoitti viruksen olleen yleinen jo silloin, sillä lähes 40 % laitoksista oli positiivisia. Viruksen esiintyminen ei kuitenkaan aina ole tarkoittanut, että kaloilla olisi oireita. Lohen ja kirjolohen lisäksi PRV-viruksia on löytynyt myös taimenesta.

Suomesta PRV löytyi ensimmäisen kerran kesällä 2023 Perämerestä pyydystetystä merilohesta, joka tutkittiin Tornionjoen villilohien seurantatutkimusten yhteydessä. Suomessa PRV-viruksia ei ole toistaiseksi todettu viljellyistä kaloista eikä sisävesialueen luonnonkaloista.

Taudin kulku: HSMI-taudissa havaitaan lihas- ja sydänlihastulehduksia sekä maksan kuolioita. Tautia todetaan Norjassa, Skotlannissa ja Chilessä Atlantin lohella yleensä 5-9 kuukautta merelle siirron jälkeen. Tauti aiheuttaa keskimäärin 20 %:n kuolleisuuden.

EIBS-tauti aiheuttaa anemiaa, ja jossain määrin myös sydänlihaksen kuolioita. Se hidastaa kasvua ja heikentää kalan vastustuskykyä.

PRV-3 tartunta kirjolohella voi olla täysin oireeton tai aiheuttaa korkeaa kuolleisuutta. Norjassa 2013 todetuissa tapauksissa usean makean veden viljelylaitoksen 25-100 gramman painoisissa kirjolohissa todettiin syömättömyyttä, apatiaa ja korkeaa kuolleisuutta. Niillä esiintyi verenpurkautumia, silmien pullistumista, anemiaa, nestettä vatsaontelossa, sydämen ja lihaksiston tulehdusta sekä kuolioita maksassa. Oireet ja kuolleisuus alkoivat makean veden kasvatusvaiheessa ja jatkuivat vielä merivaiheessa useita kuukausia. Tanskassa oireita on esiintynyt vain kiertovesilaitosten kaloissa. Ne ajoittuvat usein talvikuukausille. Kaloilla on hermostollisia oireita, esimerkiksi epänormaalialia uintia, vakava anemia ja usein lievä sydänpussin tulehdus. PRV-3 viruksia löydetään myös muiden tarttuvien tautien yhteydessä (IPN, BKD, flavobakteerit). Hollannissa PRV-3 aiheutti vuonna 2022 yhdessä flavobakterioosin kanssa 40-50 % kuolleisuuden 15-27 cm mittaisilla kirjolohilla. Näilläkin kaloilla oireena oli apatiaa, silmien pullistumista ja anemiaa.

Leviäminen: Virus voi levitä kalasiirtojen, veden ja ihmisen toiminnan mukana. Taudin leviämistapoja tutkitaan edelleen. Jonkun verran on viitteitä siitä, että mädin desinfiointi jodoforeilla estää viruksen siirtymisen poikasiin.

Enkäisy ja hoito: Taudille ei löydy hoitoa, joten tartunnan saamisen välttäminen on ainoa tapa estää taudin aiheuttamia tappioita. PRV-tartuntoja ei ole Suomessa todettu viljellyssä kalassa, mutta niiden yleisyys oireettomana tartuntana muualla muodostaa riskin virusten siirtymisestä kalasiirtojen mukana. PRV-virus ei tule esille tavanomaisessa, soluviljelymenetelmällä suoritettavassa virustauditutkimuksessa, vaan se tulee tutkituttaa erikseen PCR-menetelmällä. PRV ei ole lakisääteisesti vastustettava tauti, eikä löydös johda viranomaistoimenpiteisiin.

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 sydänlihäs- 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.

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.

VER-tautia (Viral Encephalopathy and Retinopathy) on todettu yli 20 viljellyssä kalalajissa ympäri maapallon. Taudinaiheuttaja 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 ruijapallas- 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 smolttivaihetta viileässä vedessä. Neljä kuukautta myöhemmin alkaa esiintyä edellä mainittuja kasvaimia tai haavaumia ihossa.

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 kuuluu EU-lainsäädännössä luokkiin A+B+C+D+E. Tautiepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille.

11. Bakteritaudit

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). Lajin määrittämisessä bakteeria viljellään elatusainemaljalla, jolle muodostuneita pesäkkeitä käytetään jatkotutkimuksissa. Kaloille tautia aiheuttavat bakteerit kasvavat melko hitaasti, joten tuloksia on odotettava vähintään muutama päivä. Joidenkin bakteerilajien tunnistukseen on käytettävissä myös perimää tunnistavia PCR-menetelmiä.

Tähän mennessä on löydetty noin 25 bakteerisukua, jotka ovat vahingollisia makean veden ja/tai meriveden kaloille. Eri bakteerilajien ja myös saman lajin eri kantojen taudinaiheuttamiskyky vaihtelee suuresti. Useita bakteereja voidaan todeta yleisesti esim. vedestä, pohjamudasta tai kalojen pinnalta, ja ne aiheuttavat taudin vain joissakin olosuhteissa. Luonnonvesissä yleisiä ovat esimerkiksi liikkuvat *Aeromonas*-suvun bakteerit kuten *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas*-lajit, *Vibrio anguillarum* ja monet *Flavobacterium*-lajit. Bakteeri-infektiot voivat johtaa suuriin menetyksiin kalaparvessa. Bakteerien 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.

Bakteritautien 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. Joitakin bakteeritauteja kuten paisetauti, vibriosisi ja yersinioosi voidaan ehkäistä rokottamalla (ks. luku 18).

Paisetauti eli furunkuloosi (ASS)

Aiheuttaja: Paisetaudin aiheuttaja on gramnegatiivinen 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: ASS-bakteerin aiheuttamaa 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 lohikaloiden paisetautiepidemioista luonnossa sekä makeassa että meri- ja murtovedessä, tosin usein ei ole selkeää, onko kyseessä juuri ASS vai sen epätyypilliset kannat.

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 eli paiseet. 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 18, Kuva 19).

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 työvälaineet saattavat toimia paisetaudin levittäjinä.

Ehkäisy 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 desinfiomalla se jodipitoisella aineella.



Kuva 18. Paisetauti aiheuttaa emokaloilla usein verestystä varsinkin rintaevän tyvellä (Kuva Perttu Koski, Ruokavirasto).



Kuva 19. Paisetaudin aiheuttama yleistulehdus, josta merkinä pistemäiset verenvuodot kalan sisäelimissä (Kuva Pia Vennerström, Ruokavirasto).

Vedestä bakteeri on mahdollista tuhota mm. otsonoinnilla, UV-sädeytyksellä ja kloorauksella. Välineiden välityksellä tapahtuva leviäminen estetään huolellisella desinfioinnilla.

Paisetaudin ennaltaehkäisyyn on kehitetty tehokkaita rokotteita, joita saa eläinlääkärin kautta. Paisetaudin ennaltaehkäisyssä on tärkeitä pitää kalojen elinolosuhteet hyvinä.

Puhjennutta tautia voidaan hoitaa antibiooteilla, jotka annetaan rehuun sekoitettuna. Paisetautibakteeri kehittää nopeasti antibiooteille vastustuskykyisiä (resistenttejä) kantoja. Bakteriviljelyllä ja siitä tehtävillä herkkyysmäärityksillä voidaan varmistua antibioottien tehosta. Herkkyysmäärityksellä testataan kaloille käytössä olevien antibioottien kykyä estää taudinaiheuttajan kasvua, mikä auttaa eläinlääkärää antibioottihoidon valinnassa. Taudin puhjettua tulee kerätä kuolleet tai kuolemaisillaan olevat kalat nopeasti pois ja hävittää ne asianmukaisesti.

Paisetauti ei ole lainsäädännön perusteella vastustettava eläintauti, mutta se on kansallisessa eläintautilaissa luokiteltu muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi.

Epätyypillinen paisetauti

Aiheuttaja: Meillä epätyypilliseksi paisetaudiksi kutsutaan tartuntoja, joita aiheuttavat *Aeromonas salmonicida* -bakteerin epätyypilliset kannat (ASA, ASX). Ne kuuluvat samaan lajiin kuin pääasiassa lohikaloille tautia aiheuttava ASS mutta poikkeavat siitä biokemiallisesti.

Esiintyminen: Suomessa epätyypilliselle paisetaudille herkkiä viljeltyjä kalalajeja ovat harjus, nieriä, taimen ja lohi, mutta tautia on todettu myös kirjolohilla. Epätyypillistä paisetautia on todettu lohikaloilla ympäri maailmaa, myös kaikissa Pohjoismaissa, ja sitä on nimetty myös lohikalojen tarttuvaksi ihotulehdukseksi. Tartuntoja tavataan myös muilla lajeilla kuin lohikaloilla. Bakteereiden esiintymistä luonnossa pidetään yleisenä, Suomessa niitä on eristetty useiden kalalajien kuten lahnojen ja ahventen ihovaurioista. Kalanviljelylaitoksissa tautia on todettu vuodesta 1982 lähtien joka puolella Suomea sekä sisävesissä että rannikkoalueella.

Taudin kulku: Epätyypillinen paisetauti 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 selkävästä. Taudin aiheuttamat vauriot sisäelimissä ovat yleensä lieviä. Kuolleisuus voi olla jopa 50 %. Taudista selvinneillä kaloilla on todettu mm. kasvun heikkenemistä (Kuva 20).

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

Ehkäisy ja hoito: Ennen kuin uusi kalaerä 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 tartuntaa ajatellen tärkeätä. Akuutin taudin hoidossa on käytetty antibioottirehua, ja hoidon tulos on yleensä ollut hyvä.

Epätyypillinen paisetauti ei ole lainsäädännön perusteella vastustettava eläintauti, mutta se on kansallisessa eläintautilaissa luokiteltu paisetaudin tavoin muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi.



Kuva 20. Epätyypillinen paisetauti, meillä aiemmin ASA-taudiksi kutsuttu sairaus ilmenee haavaumina kalan ihossa (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).

Yersinioosi

Aiheuttaja: Yersinioosin aiheuttaa suolistobakteereihin kuuluva *Yersinia ruckeri*, joka on gramnegatiivinen sauva. Bakteerista on olemassa useita eri serotyyppisiä ja kaksi eri biotyyppiä, joiden taudinaiheuttamiskyky vaihtelee riippuen bakteerikannasta, kalalajista ja kalan vastustuskyvystä. Suomessa on todettu kumpaakin biotyyppiä 1 ja 2, joista biotyyppi 2 aiheuttaa selvästi vakavamman taudinkuvan. Yersinioosista käytetään myös nimitystä ERM (Enteric Red Mouth).

Esiintyminen: Ennen vuotta 1981 yersinioosi tunnettiin vain Pohjois-Amerikassa ja Australiassa, 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 kuuluivat biotyyppiin 2 ja aiheuttivat korkeaa kuolleisuutta alun perin merialueen kalankasvattamoissa. Nämä kannat eroavat aikaisemmin lähinnä sisävesistöistä eristetyistä biotyypin 1 kannoista sekä perimältään että diagnostisissa testeissä. Niiden aiheuttamat tartunnat ovat merialueella nykyään yleisiä. Suomen sisävesialueelta *Y. ruckeri* -bakteerin biotyyppiä 1 on eristetty sekä luonnonkaloista (ahven, särki, siika) että kalanviljelylaitoksilta, erityisesti siiasta ja lohesta. Biotyypin 1 kannat vaikuttavat olevan taudinaiheuttamiskyvyltään heikompia kuin merialueella esiintyvät kannat, ja niitä todetaan harvoin akuutin taudin aiheuttajana. Sen sijaan biotyypin 2 aiheuttamaa yersinioosia tavataan nykyään myös sisävesialueella ja näyttää siltä, että se on voimakkaasti yleistymässä.

Taudin kulku: Yleisinfektiona yersinioosi on krooninen tartunta, joka aiheuttaa tavallisesti jatkuvaa vähäistä kuolleisuutta. Tauti voi puhjeta, jos kroonisesti sairaita kaloja stressataan käsittelyllä tai veden happipitoisuus on alhainen tai jokin muu ympäristötekijä muuttuu kalalle epäedulliseksi. Toisinaan myös vasta syömään totuttelevat poikaset saattavat sairastua yersinioosiin. Akuutin taudin alkuvaiheessa kalat muuttuvat apaattisiksi ja anemisiksi. ERM-tautimuodolle on ominaista myöhemmin suussa ja suun ympärillä esiintyvät ihonalaiset verenvuodot. Suomessa yersinioosille tyypillisiä muutoksia ovat runsaat pistemäiset verenvuodot eri puolilla elimistöä, kuten ihossa ja sisäelimissä, varsinkin uimarakossa, ja lihaksistossa (Kuva 21). Perna on turvonnut ja hauras. Silmät saattavat pullistua, niissä saattaa esiintyä verenvuotoja ja ne saattavat olla jopa puhjenneita (Kuva 22). Suolen loppuosa on tulehtunut ja kellertävän, paksun nestemäisen sisällön täyttämä ja peräaukko usein verestävä. Mikäli *Yersinia ruckeri* -bakteeria 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 ylläpitää tartuntaa ja tehdä taudista eron pääsemisen hyvin vaikeaksi. Lisäksi bakteeri säilyy ympäristössä pitkiäkin aikoja, esimerkiksi pohjasedimentissä jopa 2 kk.

Ehkäisy ja hoito: *Yersinia ruckeri* -tartuntoja vastaan on olemassa tehokkaita rokotteita.



Kuva 21. *Yersinia ruckeri* -tartuntaa sairastava siianpoikanen, jolla on runsaasti piste-mäisiä verenvuotoja ruumiinontelon rasvassa (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).



Kuva 22. Ulkoisia yersinioosin oireita kirjolohella ovat verenpurkautumat ihossa ja pullistuneet silmät (Kuva Anna Maria Eriksson-Kallio, Ruokavirasto)

Varminta on selvittää alkuperälaitoksen tautihistoria ja tutkituttaa laitokseen tuotavat kalaerät taudin varalta, jotta voidaan estää taudin leviäminen laitokseen. Mädin mukana ei bakteerin ole osoitettu leviävän, mutta varmuuden vuoksi täytyy mäti desinfioida. Taudin puhjettua hoitona käytetään antibiootteja, mutta tauti uusiutuu helposti kalaparvessa muutaman viikon kuluttua antibiootihoidon lopettamisen jälkeen.

Yersinia ruckeri -tartuntoja ei vastusteta lakisääteisesti, mutta ne kuuluvat muihin ilmoitettaviin vesieläintauteihin.

BKD eli bakteriperäinen munuaistauti (Bacterial Kidney Disease)

Aiheuttaja: BKD:n aiheuttaa grampositiivinen, liikkumaton sauva, *Renibacterium salmoninarum*. Lisääntyäkseen tehokkaasti se todennäköisesti tarvitsee kalakudosta, mutta sen on todettu säilyvän steriilissä jokivedessä useita viikkoja, jopa kuukausia. Altaan pohjamudasta on todettu pieniä määriä bakteereja vielä 21 päivää sen jälkeen, kun viimeinenkin kala oli kuollut. Bakteeria voidaan kasvattaa erikoiselatusaineella, mutta se on hyvin hidaskasvuinen. Tautimäärityksissä voidaan käyttää myös bakteerin perimän tunnistamista (PCR).

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

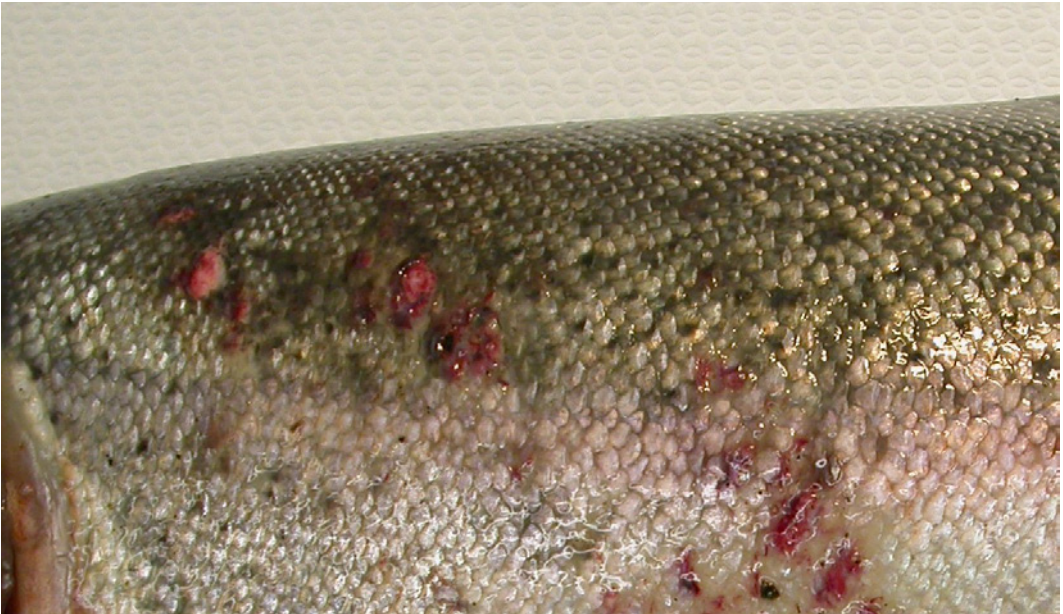
Taudin kulku: BKD on yleensä krooninen tauti, joka vaivaa sekä pieniä että isoja kaloja. Tauti kehittyy hitaasti. Tyypillisiä oireita ovat kalojen heikentynyt kasvu ja jatkuva vähäinen kuolleisuus. Tappiot ovat yleensä suurimmat sukukypsillä kaloilla. Oireet vaihtelevat, mutta yleensä kala on aneeminen, iho on tumma, vatsa on turvonnut ja silmät pullistuneet. Avatussa kalassa huomataan munuaisessa vaaleahkoja pesäkkeitä, mutta niitä saattaa esiintyä myös maksassa ja pernassa (Kuva 23). Alhaisissa lämpötiloissa (8 °C) voi munuainen olla kokonaan vaalean eritekalvon peitossa. Munuais kudosta 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). Kroonisessa vaiheessa tautia kantavassa emokalaparvessa saattaa lypsyaikaan esiintyä ohimenevää näppylämäistä ihotulehdusta (spawning rash) ilman muita muutoksia (Kuva 24).

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

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



Kuva 23. BKD-taudissa kalan munuaisen takaosa turpoaa ja sinne muodostuu vaaleita pesäkkeitä (Kuva Eija Rimaila-Pärnänen, Ruokavirasto).



Kuva 24. Emokaloissa BKD-tartunta voi näkyä pieninä ihomuutoksina lypsyaikana (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

BKD on bakteeritaudeista vaikeimmin hoidettavissa. Bakteri säilyy hengissä makrofaagisolun sisällä (= kudoksissa oleva, pieneliöitä syövä ja tuhoava valkosolu) ja on siten suojassa ruumiin puolustusjärjestelmän ja lääkkeitten vaikutukselta. Kuolleisuutta on väliaikaisesti voitu vähentää mm. erytromysiinillä ja trimetopriimi-sulfonamidihdisteillä, mutta lääkkeet ovat tehonneet vain hoitokuurin ajan. Ainoa keino päästä kokonaan eroon bakteerista on laitoksen tyhjentäminen kaloista ja sen jälkeen laitoksen huolellinen pesu ja desinfiointi. Desinfiointissa tavanomainen aktiivisen kloorin pitoisuus 200 mg/l ei vielä riittänyt bakteerin täydelliseen tuhoamiseen.

BKD ei ole lainsäädännön perusteella vastustettava eläintauti, mutta se on kansallisessa eläintautilaissa luokiteltu muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi. Koska tautia ei torjuta lakisääteisesti, todettu tartunta ei aiheuta rajoituksia eläinten siirroille eikä muita toimenpiteitä pitopaikassa. Eläinlääkärin on ilmoitettava taudista virkaeläinlääkärille viimeistään seuraavana arkipäivänä.

EU:n hyväksymästä BKD-taudin hävitysohjelmasta ja BKD-taudin suoja-alueista luovuttiin 1.12.2014 ja BKD-taudin luokitus lainsäädännössä muuttui vastustettavasta eläintaudista ilmoitettavaksi eläintaudiksi. Myös valtion varoin tehty BKD-taudin seuranta emokala- ja poikaslaitoksilla loppui. BKD-taudin vastustamista jatketaan vapaaehtoisen ohjelman avulla.

Vapaaehtoinen BKD:n terveysvalvonta

Vapaaehtoiseen BKD:n terveysvalvontaan voidaan liittää sisävesialueen pitopaikka, jossa kasvatetaan lohikaloja tai niiden sukusoluja istutettavaksi tai siirrettäväksi toiseen pitopaikkaan jatkokasvatusta varten. Terveysvalvontaan liitytään ilmoittamalla siitä kirjallisesti oman alueen aluehallintovirastoon. Liittymisasiakirja löytyy Ruokaviraston internetsivuilta. Liittäessään pitopaikkansa ohjelmaan, pitopaikasta vastaava toimija sitoutuu noudattamaan ohjelman ehtoja, mm. rajoituksia kalasiirroille ja säännöllisiä tutkimuksia taudin varalta. Aluehallintovirasto myöntää kullekin terveysvalvontaan liitettylle pitopaikalle terveysluokan (1-3). Terveysluokkaa voi hyödyntää käytäessä kaupaa istukkailla tai muiden laitosten kanssa. Vapaaehtoisesta BKD:n terveysvalvonnasta säädetään maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 319/2021.

Ruokavirasto ylläpitää internetissä luetteloa terveysvalvontaan liittyneistä laitoksista ja niiden terveysluokista. BKD-terveysvalvonnassa terveysluokkaan I kuuluvia pitopaikkoja pidetään BKD-tartunnoista vapaina. Lisäksi näistä kahdeksan on myös EU:n lainsäädännössä listattu BKD-vapaiksi.

Vibrioosi

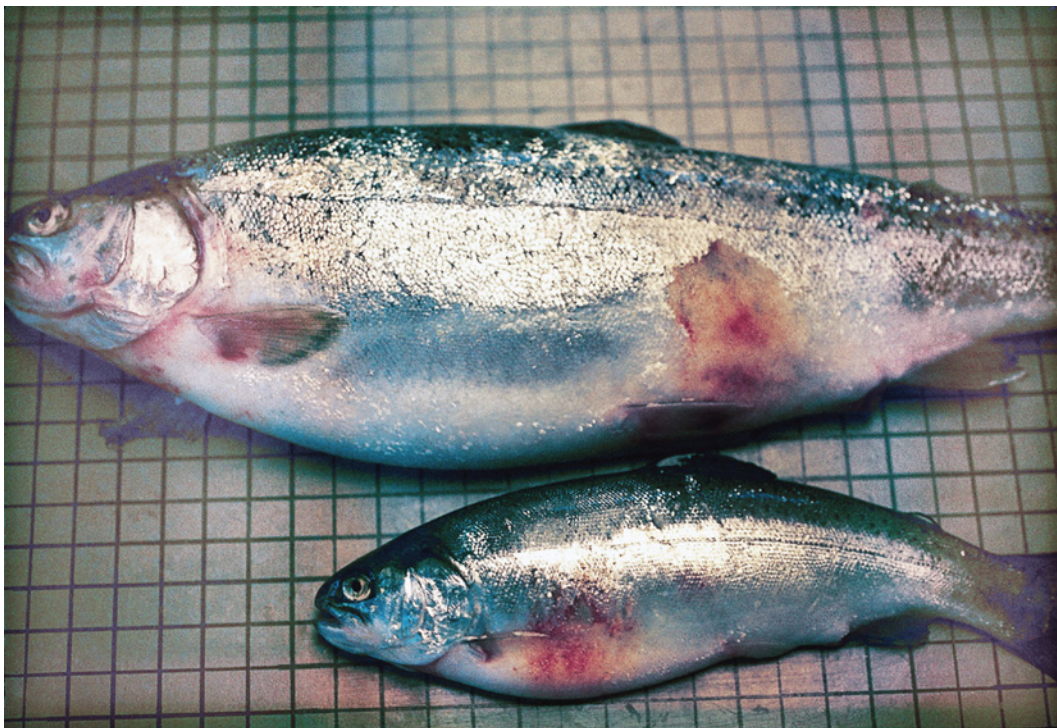
Aiheuttaja: Vibrioosin aiheuttaja on gramnegatiivinen, liikkuva sauvabakteeri, *Vibrio anguillarum*. Bakteerista on eristetty useita eri serotyyppisiä (O1-O10). Suomessa kirjo-lohesta eristetyt kannat ovat lähes pelkästään O1-tyyppiä.

Esiintyminen: Vibrioosi on yleinen villien ja viljeltyjen merikalujen tauti. Bakteri eristettiin ensimmäisen kerran ankeriaasta. Tauti on aiheuttanut suuria tappioita mm. Itämeren rannikon kirjolohen kasvatukselle. Bakteri 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 aneemisia, kidukset ovat vaaleat ja silmien sarveiskalvot samentuneet (Kuva 25).

Leviäminen: *V. anguillarum* -bakteeri kuuluu meri- ja murtoveden normaaliin bakteerilajistoon. Tiheässä kalaparvessa, jossa osa kaloista on sairastunut, tartuntapaine nousee usein suureksi varsinkin, jos kuolleita kaloja jää kassiin pidemmäksi aikaa.

Ehkäisy 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.



Kuva 25. Vibriosisia sairastavat kirjoloheet ovat usein kelmeitä ja aneemisia (Kuva Ruokaviraston kuva-arkisto).

Flavobakteerit

Suurin osa flavobakteerilajeista kuuluu veden normaalilajistoon ja ainoastaan muutaman lajin on osoitettu aiheuttavan ongelmia kalanviljelyssä. *Flavobacterium psychrophilum* ja *Flavobacterium columnare* ovat tärkeimmät taudinaiheuttajat. Suomessa on tautitapauksissa todettu satunnaisesti myös muita lajeja, kuten *F. branchiophilum*, ja flavobakteereita läheisesti muistuttavia bakteereita, jotka kuuluvat sukuun *Chryseobacterium*.

Sairaat yksilöt sekä taudin kantajakalat ovat tärkeimpiä bakteerin levittäjiä. Flavobakteereiden on todettu säilyvän tartuntakykyisinä pitkään myös kalan ulkopuolella, esim. vedessä. Flavobakteereiden leviäminen ja taudinaiheuttamisen mekanismit ovat olleet tiiviin tutkimuksen kohteena. Uusimmissa tutkimuksissa on selvitetty mahdollisuutta käyttää bakteereja tappavia viruksia, bakteriofageja, ehkäisemään kalojen flavobakteeritauteja. Suomessa flavobakteeritartunnat yleistyivät 1990-luvulla ja ovat nykyisin merkittävimpiä tappioita aiheuttavia taudinaiheuttajia poikaskasvatuvaiheessa.

Kylmän veden tauti ja RTFS

Aiheuttaja: Kylmän veden tauti ja kirjolohen pikkupoikassyndrooma RTFS (Rainbow Trout Fry Syndrome) ovat *Flavobacterium psychrophilum* -bakteerin aiheuttamia yleistulehduksia. *F. psychrophilum* on viileässä vedessä viihtyvä sauvabakteeri, joka tuottaa keltaista pigmenttiä. Laboratorio-olosuhteissa flavobakteerit tarvitsevat kasvaakseen ravinneköyhää elatusainetta ja ovat melko hidaskasvuisia.

Esiintyminen: *F. psychrophilum* -bakteeri aiheuttaa ongelmia lähinnä lohikalojen kasvatuksessa makeassa vedessä. Tautia esiintyy pikkupoikasilla starttiruokinnan yhteydessä, kun veden lämpötila on 4-12 °C. Tällöin puhutaan kirjolohen pikkupoikassyndroomasta. Isommilla poikasilla esiintyvää yleistulehdusta kutsutaan kylmän veden taudiksi, joskin tautia on todettu ja bakteerieristykseen tehty myös kesällä, aina 18 °C lämpötilaan saakka. Suomessa *F. psychrophilum* -tartuntoja on todettu sekä pienillä että isommilla poikasilla, myös murtovedessä.

Taudin kulku: Taudissa kalat ovat tummia, apaattisia ja niiden silmät pullistuvat. Vatsaontelossa todetaan nestettä, perna on suurentunut ja rasvakudoksessa sekä sisäelimissä on verenvuotoja. Isommilla poikasilla ihon pinnalla ja lihaksistossa, usein kyljissä ja pyrstön tyvellä, nähdään myös tulehduspesäkkeitä, jotka puhkeavat isoiksi avoimiksi haavaumiksi (Kuva 26). Haavojen reunat näyttävät usein kellertäviltä. Tarkasteltaessa tällaiselta vaurioalueelta otettua raapenäytettä mikroskooppisesti (400×), saattaa siinä näkyä kasoittain haaleita, ohuita pieniä sauvabakteereita. Kalat ovat monesti erittäin aneemisia. Kuolleisuus voi nousta 60 %:iin. Tauti voi pysyä pitkään piilevänä, mutta puhkeaa kun kaloja käsitellään tai muuten stressataan. Pikkupoikassyndroomassa ei yleensä todeta ihovaurioita, vaan pääoireet ovat korkean kuolleisuuden lisäksi voimakas anemia ja pernan tulehdusreaktio (Kuva 27).



Kuva 26. *Flavobacterium psychrophilum* -bakteerin aiheuttama kylmän veden tauti ilmenee usein ihotulehduksina (Kuva A) tai pyrstön syöpymisinä (Kuva B). (Kuva A Eija Rimaila-Pärnänen, Ruokavirasto; Kuva B Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).



Kuva 27. Pikkupoikassyndrooman tyypillinen oire on pernan suurentuminen ja verenvuodot (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

Taudin leviäminen: *F. psychrophilum* -bakteerin esiintymisestä luonnonympäristöissä ei ole tarkkaa tietoa, mutta tautipurkauksista kärsivillä kalanviljelylaitoksilla sitä esiintyy laajasti allasympäristössä, mm. altaiden biofilmeissä. Bakteeri tarttuu veden kautta ympäristöstä tai kalasta toiseen ja saattaa levitä myös mätimunien mukana emosta poikaseen tai jopa tunkeutua mätimunien sisään hedelmöityksen ja haudonnan aikana. Mädin desinfiointi ei siis välttämättä tehoa taudin torjuntaan.

Ehkäisy ja hoito: Tautia hoidetaan antibiooteilla, mutta kuolleisuus saattaa olla vaikeasti pysäytettävissä, jos tauti on edennyt pitkälle. Bakteerien määrää kalan pinnalla ja vedessä voidaan vähentää desinfioidulla kylvyillä (ks. luku 20). Tautiin on kehitetty rokote, jota on jo kaupallisesti saatavilla, mutta se soveltuu vain sen kokoluokan kaloille, joita voidaan rokottaa injektoimalla.

Kolumnaaritauti, evärutto, kidusrutto

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

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 (Kuva 28), 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



Kuva 28. Flavobakteerit aiheuttavat lämpimän veden aikana kidussyöpymiä (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

ovat tuolloin myös syöpyneet hapsuisiksi. Selkävän ympärillä esiintyy usein satulan muotoinen haavauma (= saddleback disease) (Kuva 29).

Myöhemmässä vaiheessa, ihon mentyä rikki, haavojen reunamat ovat kellertävät, myös leukaperissä ja kiduksilla. Tämä johtuu siitä, että haavoissa on runsaasti keltaista



Kuva 29. *Flavobacterium columnare* -bakteerin aiheuttama tyypillinen satulan muotoinen haavauma selkävän ympärillä (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun yliopisto).

väriainetta sisältäviä flavobakteereja. Tarkasteltaessa raapenäytettä muuttuneilta alueilta mikroskooppisesti (400-kertaisella suurennuksella) nähdään kasaantuneita ohuita pitkiä sauvoja, jotka usein kiinnittyvät toisesta päästään kalan pintaan (ks. luku 5).

Taudin leviäminen: Kolumnaaritauti leviää helposti sairastuneista ja erityisesti kuolleista kaloista, joista irtoaa bakteereita veteen suuria määriä. Taudista selvinneet kalat jäävät taudin kantajiksi, antibioottihoidosta huolimatta. *F. columnare* -bakteeria on eristetty myös jokivedestä ja kuolleista luonnonkaloista kalanviljelylaitosten yläpuolelta. Todenmäköisesti bakteeria esiintyy luonnonvesissä luontaisesti.

Enkäisy 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, sillä antibiootti ei saavuta vaurioalueille syntyvää kuolioista kudosta, jossa bakteerit lisääntyvät. Bakteerien määrää kalan pinnalla ja vedessä voidaan vähentää desinfiioivilla aineilla (ks. luku 20), 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 kuolleiden kalojen päivittäinen poistaminen hyvin tärkeää taudin puhjettua. Taudin leviämistä hidastetaan hyvällä laitoshygienialla, kalojen hyvällä hoidolla ja välttämällä suuria kalatiheyksiä.

Edwardsielloosi

Aiheuttaja: Edwardsielloosia aiheuttavat *Edwardsiella*-suvun bakteerit, kuten *Edwardsiella piscicida*, joka erotettiin omaksi lajikseen vasta 2010-luvulla. Ne ovat gramnegatiivisia suolistobakteereiden ryhmään kuuluvia sauvabakteereita.

Esiintyminen: *Edwardsiella*-bakteerien aiheuttamia yleistulehduksia on kuvattu pitkään useista lämpimän veden kalalajeista, Suomessa ensimmäiset tapaukset todettiin 2000-luvulla sioilla loppukesästä korkeissa veden lämpötiloissa. Tautia on todettu myös kiertovesilaitoksilta. Ympäristöperäinen stressi kuten korkea veden orgaanisten aineiden pitoisuus altistavat taudille korkean lämpötilan lisäksi.

Taudin kulku: Edwardsielloosi ilmenee yleistulehduksena, joka sioilla on aiheuttanut verestystä iholla ja evien tyvellä, ja johtanut verenmyrkytysoireisiin, mukaan lukien verenvuodot sisäelimissä, munuaisten ja pernan turvotus ja ilman hoitoa korkeaksi kehittyvä kuolleisuus. Oireita on ilmaantunut veden lämpötilan ollessa 17-20 °C. Siit näyttävät olevan herkkiä taudille, mutta edwardsielloosia on raportoitu hyvin monissa kalalajeissa mukaan lukien kirjolohessa.

Taudin leviäminen: Tartunta leviää sairastuneista kaloista tehokkaasti, mutta kalat voivat mahdollisesti myös jäädä bakteerin kantajaksi. Bakteeri säilyy hyvin myös ympäristössä. Tartunnan on arveltu tapahtuvan suoliston tai kalan ihovaurioiden kautta.

Enkäisy ja hoito: Ennaltaehkäisyssä on tärkeintä estää tartunnan saaminen laitokselle

mahdollisten kantajakalojen mukana. Hyvä laitoshygienia on oleellinen taudinpurkausten ehkäisyssä. Oireellisia kaloja hoidetaan antibiootilla.

Muita bakterisairauksia

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

Tavallisimpia tulehdussairauksia kalanviljelylaitoksilla ovat evämätä ja läikkätauti. Tulehdusalueelta tavataan useimmiten liikkuvia *Aeromonas*-suvun bakteereita kuten *A. 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.

Pääosin 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.

Ehkäisy ja hoito: Näiden bakteerien aiheuttamilta vahingoilta säästyään parhaiten, kun huolehditaan kalojen hyvästä kunnosta ja veden hyvästä laadusta. Lisäksi kannattaa välttää liiallista kasvatustiheyttä, käsitellä kaloja varoen sekä pitää altaat puhtaina. Mikäli ongelmia esiintyy, täytyy sairaat kalat poistaa ja harventaa kalaparvea. Bakteereiden määrää altaassa voidaan vähentää kloramiinilla (ks. luku 20). Vaikeissa tapauksissa, erityisesti verkkokassiympäristössä, voidaan joutua lääkitsemään kaloja antibiooteilla.

Kirjolohen kesäripuli - Rainbow trout gastroenteritis RTGE

Aiheuttaja: Kirjolohen kesäripuli on lämpimän veden aikana esiintyvä suolistotulehdus. Taudin yhteydessä on suolistossa todettu runsaasti pitkiä segmentoituneita lankamaisia bakteereja, joita kutsutaan nimellä SFB (Segmented Filamentous Bacteria, aiemmin myös *Candidatus Arthromitus*). Toistaiseksi bakteeria ei ole onnistuttu eristämään, koska siihen soveltuvaa bakteerin viljelymenetelmää ei ole vielä löydetty. Tämän takia bakteeria ei ole voitu tutkia perinteisillä menetelmillä ja siitä tiedetään vielä melko vähän. Bakteerin perimää voidaan kuitenkin tunnistaa oireellisista kaloista PCR-menetelmällä.

Esiintyminen: Tauti on kuvattu ensimmäisen kerran Ranskassa 1992 ja tämän jälkeen useassa Euroopan maassa mm. Espanjassa, Italiassa, Kroatiaassa 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. Seuraavana vuonna kesäripulia todettiin sisävesialueella kirjolohen poikaslaitokselta, ja tautia todetaan nyt usein kesäkuukausien aikana sisämaassa. Se näyttää tyypillisesti uusiutuvan laitoksilla, joista sitä on löydetty aiemminkin.

Taudin kulku: Taudin on kuvattu alkaneen kuolleisuuden äkillisellä kohoamisella, jota yleensä on edeltänyt jokin stressiä aiheuttanut tapahtuma, esimerkiksi 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. Kalojen suolen sisältö on vaaleaa tai veristä limaa ja suolen seinämä voi olla voimakkaasti verestävä (Kuva 30). Mikroskoipoitaessa suolen sisältöä (100-400×) nähdään lankamaisia bakteeriketjuja, jotka usein hajoavat itiöiksi kalan kuoleman jälkeen (ks. luku 5).

Taudin leviäminen: Taudin leviämistapa on epäselvä, mutta todennäköisesti sitä on siirtynyt kalasiirtojen mukana laitokselta toiselle.

Ehkäisy ja hoito: Tautia on hoidettu antibiooteilla yleensä huonolla menestyksellä. Myös suolan lisäystä rehuun on kokeiltu, mutta ei erityisen tuloksekkaasti. Ruokinnan lopettamisella taudin purkauksen alussa on saatu melko hyviä tuloksia. Ongelmalaitoksilla on ehdotettu ruokinnan vähentämistä tai jopa paastoa kesän loppupuolella, jolloin oletetaan, että bakteeri on lisääntynyt laitoksella. Tällä menetelmällä on välttytty antibioottien käytöltä, mikä joka tapauksessa tarjoaa vain hetkellisen avun tämän taudin hallinnassa. Taudinpurkauksiin on yleensä liittynyt korkea veden lämpötila, yli 15 °C, stressi ja korkea tuotanto sekä nopea tuotantokierto eli annoskalatuotanto. Taudin torjuntaa hankaloittaa erityisesti se, että bakteeri muodostaa ympäristössä todennäköisesti hyvin säilyviä itiöitä.



Kuva 30. Verestävä suoli ja runsas, limainen tai vetinen suolensisältö voivat viitata RTGE-tautiin (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto)

12. 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 Suomessa kalojen loisista tarttua käytännössä vain leveä heisimato eli lapamato (*Dibothriocephalus latus*), jonka voi saada hauesta, mateesta, ahvenesta ja kiiskestä, mikäli näiden lihaa tai mätiä syö raakana tai huonosti kypsennettynä. Lokkilapamato (*Dibothriocephalus dendriticus*) on saatu kokeellisesti tarttumaan myös ihmiseen, mutta tämä loinen poistuu kalasta yleensä perkeiden mukana.

Alkueläimet (yksisoluiset aiotumaiset loiset, Protozoa)

Siimaeläimet (Mastigophora)

Ichthyobodo necator

Hexamita -lajit

Ripsieläimet (Ciliophora)

Chilodonella-lajit

Ichthyophthirius multifiliis (valkopilkkutauti)

Apiosoma-tyyppi

Trichodina-tyyppi

Capriniana piscium

Ameebat

Neoparamoeba (Paramoeba) perurans

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)

Dibothriocephalus dendriticus (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

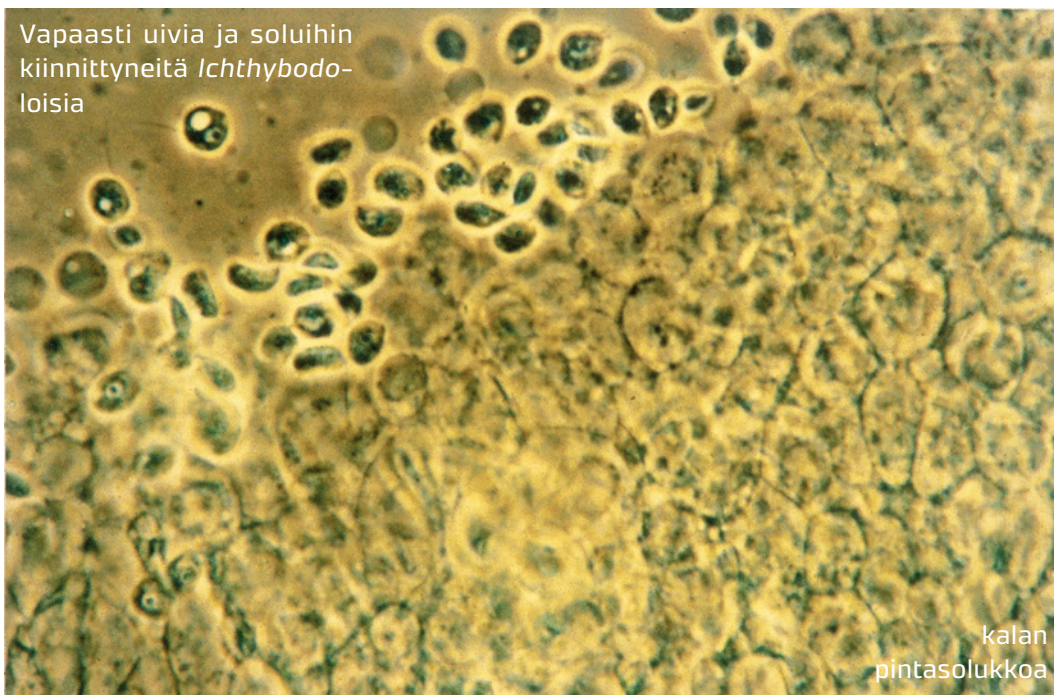
Alkueläimet (yksisoluiset aitotumaiset loiset)

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. Pienpoikasia tuottavilla kalanviljelylaitoksilla on välttämätöntä seurata säännöllisesti loistilannetta valomikroskoopin avulla.

Hoitoa vaativat lajit (*Ichthyobodo necator*, *Chilodonella*, valkopilkkutauti)***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 pisanan muotoiselta (Kuva 31).

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 lisä-ärsytystä. Meillä voimakkaita tartuntoja on todettu mm. kierto-vedessä ja kalojen ruskuaispussi- ja starttivaiheessa sekä heikkokuntoisilla poikasilla ensimmäisenä talvena. Formaliinikylvetykset saattavat helpottaa tilannetta, mutta tärkeintä on parantaa veden laatua ja poikasten yleiskuntoa.



Vapaasti uivia ja soluihin kiinnittyneitä *Ichthyobodo*-loisia

kalan pintasolukkoa

Kuva 31. *Ichthyobodo necator eli Costia*-loisen voimakas tartunta kalan iholla. Loiset ovat lähes samankokoisia 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.

Enkäisy 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

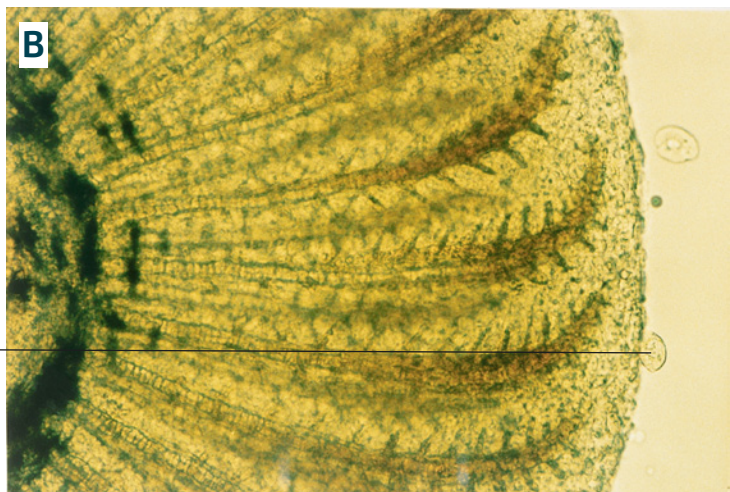
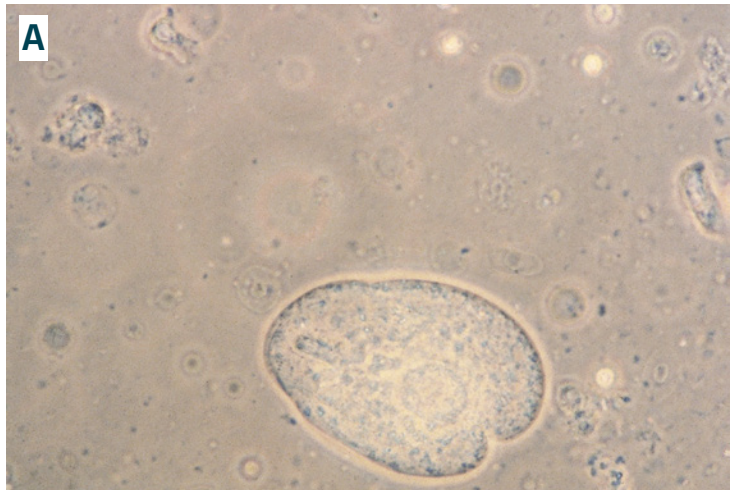
huolehtimalla kalojen yleiskunnosta. Puhjenneen loistartunnan hoitoon käytetään pääasiassa formaliinikylvetystä (ks. luku 17). Pienillä kaloilla jo yksittäisten loisten näkyminen mikroskoopin näkökentässä edellyttää kylvetystä.

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 32).

Esiintyminen: *Chilodonella* on yleinen makean veden kalojen loinen sekä luonnossa että viljellyillä 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.

Kuva 32. *Chilodonella*-loinen (Kuva A) ja sen aiheuttama erittäin voimakas kiduksen pintasolukon liikakasvu (Kuva B). Kuva A on otettu 400- ja kuva B 100-kertaisesti suurennetusta näkökentästä (Kuvat Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).



Chilodonella

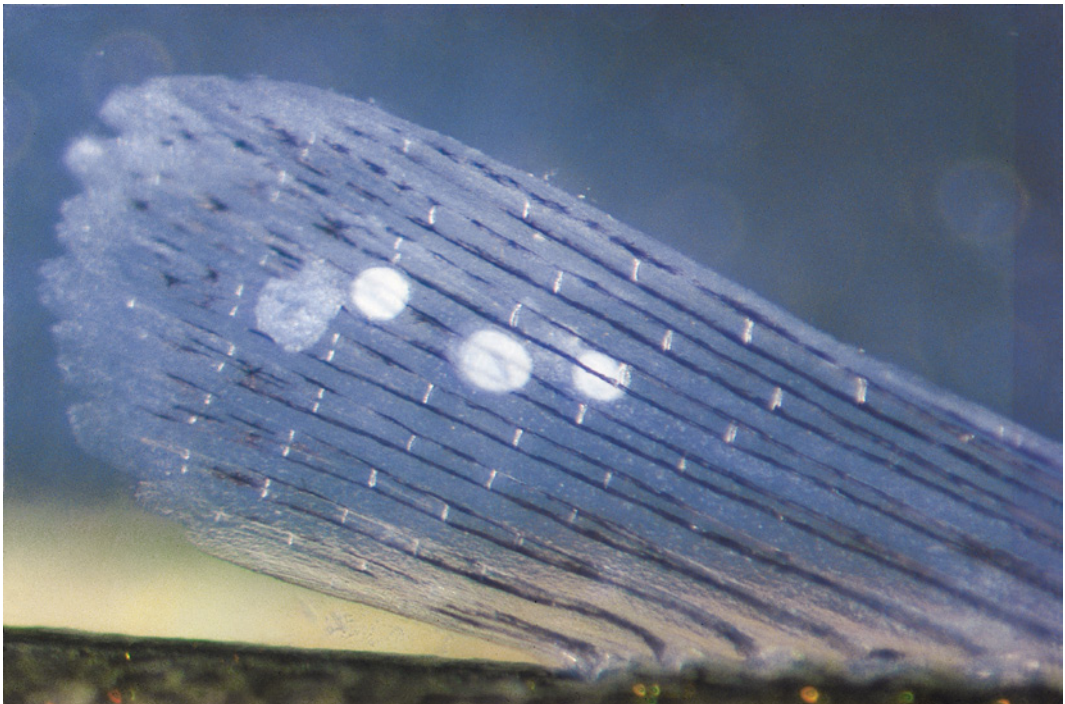
Vaikutukset kaloihin: *Chilodonella* esiintyy iholla ja kiduksilla. Loiset liikkuvat pitkin kalan pintaa ja syövät soluja. Tämä ärsyttää ja vaurioittaa kalan ihoa ja lisää liman eritystä ja pintasolukon liikakasvua. Loiset, solumassa ja lima tukkivat helposti kidukset, ja kalat kuolevat hapen puutteeseen kidukset turvonneina, kiduskannet levällään (Kuva 32 B). Bakteerit ja sienet tarttuvat helposti vaurioituneeseen ihon kohtaan.

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

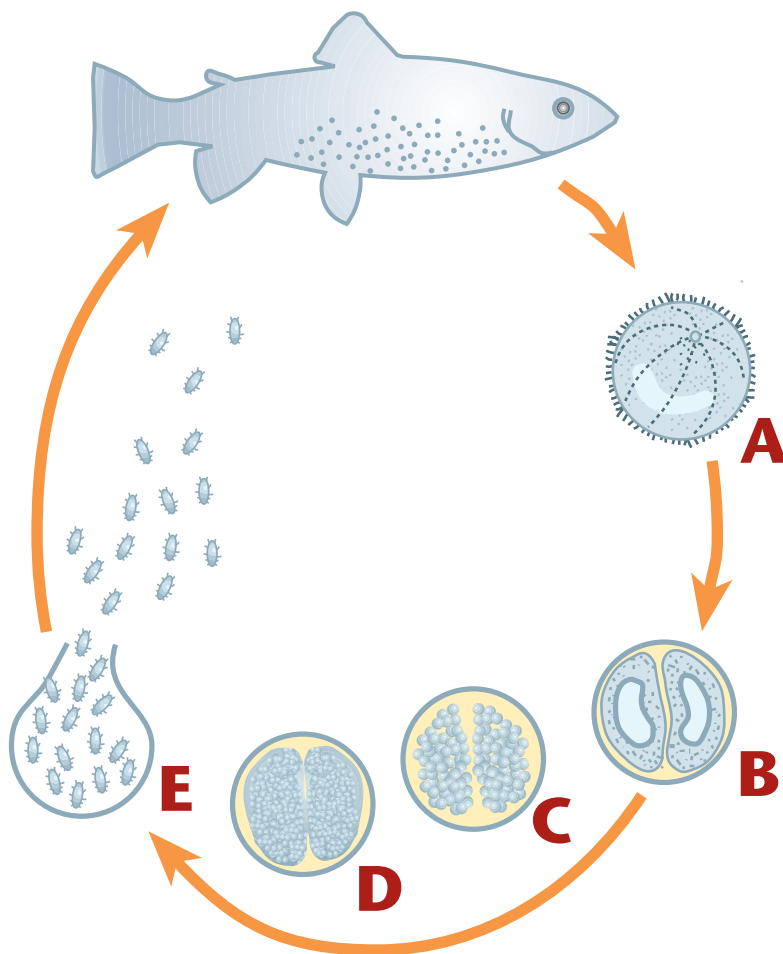
Ehkäisy ja hoito: Taudin puhkeamista voidaan ehkäistä parhaiten huolehtimalla kalojen kunnosta sekä altaiden ja lammikoiden puhtaudesta. *Chilodonella*-tartunnan aiheuttamia tappioita ehkäistään parhaiten rajoittamalla loisten lisääntymistä suolan avulla (ks luku 7). Suolan käyttö pitää aloittaa heti, jos mikroskooppitutkimuksessa loisia havaitaan kalojen kiduksilla.

***Ichthyophthirius multifiliis* (ICH), valkopilkkutauti**

Ichthyophthirius multifiliis aiheuttaa kaloille valkopilkkutaudin (Kuva 33). Sitä pidetään torjunnan kannalta hankalimpana vaarallisista kalojen yksisoluisista loisista. Loisen lisääntyminen on suotuisissa olosuhteissa erittäin nopeaa. Loisen elämänsykliin kuuluvat seuraavat vaiheet (Kuva 34):



Kuva 33. Valkopilkkutautia aiheuttavia *Ichthyophthirius multifiliis* -loisia kalan evällä (Riitta Rahkonen ja Aimo Järvinen, Luke).



Kuva 34. *Ichthyophthirius multifiliis*-loisen kierto luonnossa. Kirjainten selitykset tekstissä. Piirros on muokattu versio Bauerin ym. (1973) kirjasta.

A. Pallomainen aikuinen loinen (\varnothing 0,5-1,0 mm) irrottautuu kalasta. Loisen ympärillä on säteittäisiä ripsinauhoja, ja sillä on kaareva, hevosenkengän muotoinen tuma (Kuva 35).

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

Löytäessään kalan parveilija kaivautuu ihon alle ja alkaa kasvaa. Loinen näkyy paljaalla silmällä valkoisena pilkkuna. Kesän kuumimpaan aikaan loisen lisääntymiskiertoon kuuluu aikaa vain noin viikko. Alle 2-3 °C:een lämpötilassa loinen ei pysty enää koteloitumaan.

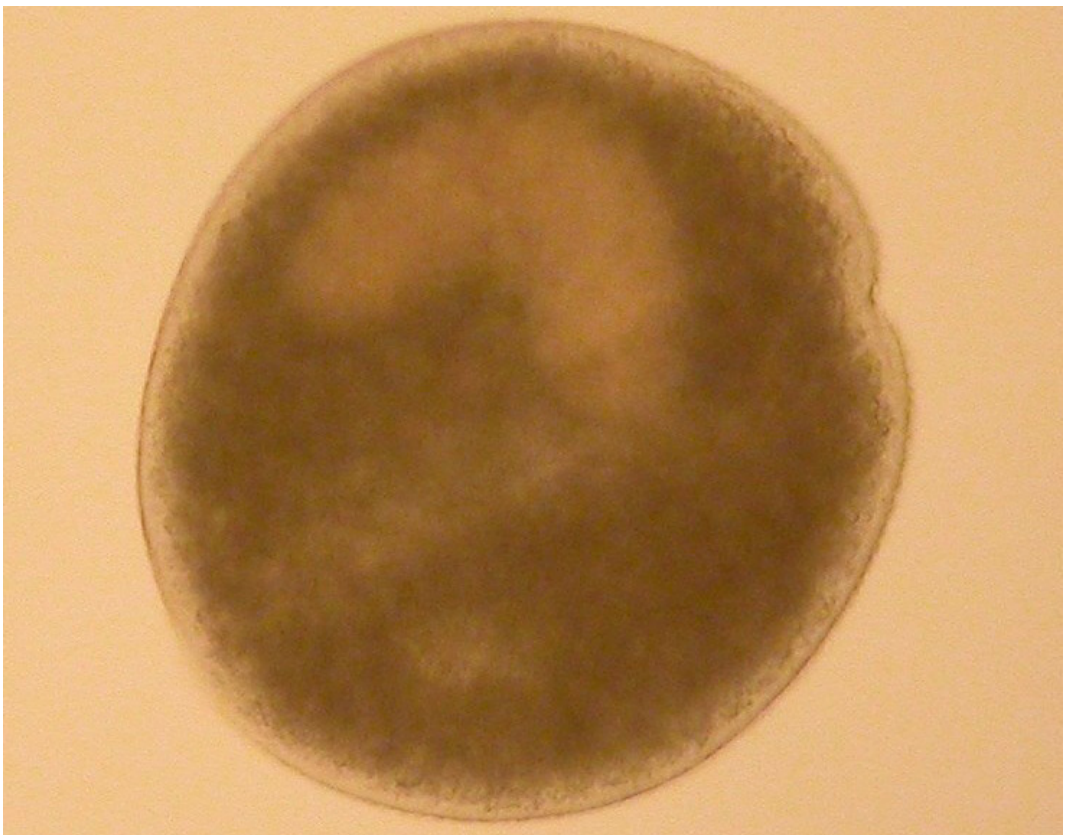
Esiintyminen: *Ichthyophthirius multifiliis* on makean veden loinen, jota tavataan sekä luonnossa että kalanviljelylaitoksissa. Loisen aiheuttamaa valkopilkkutautia esiintyy vain lämpimän veden aikaan. Tauti on vaivana kalanviljelylaitoksissa etenkin maalammikoissa.

Vaikutukset kaloihin: Kalat hyppivät kohtisuoraan ylös vedenpinnan yläpuolelle yritäessään 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.

Ehkäisy ja hoito: Niissä altaissa, jotka voidaan säännöllisesti puhdistaa, ei valkopilkkutaudista ole harmia. Puhjennutta tautia hoidetaan formaliinikylvetyksillä tai formaliinikylvetyksillä yhdistettynä peretikkahappoon, mikä tappaa parveilijat vedestä (ks. luku 17 ja 20). Kylvetykset tulee aloittaa heti, kun ensimmäisen valkoinen pilkku havaitaan. Kylvetykset 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. Kylvetykset ei myöskään tehoa koteloituneisiin loisiin. Maa-altaat, joissa tautia on esiintynyt, tulisi tyhjentää ja kalkita loisen kotelovaiheiden tuhoamiseksi pohjalietteestä. Katso kalkituksesta tarkemmin luvusta 20.



Kuva 35. Aikuisella valkopilkkutautiloisella on hevosenkengän muotoinen tuma (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto)

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 vetäytyneenä, mutta ripsikiehkura on yleensä kuitenkin erotettavissa. Loiset kiinnittyvät kalan pintaan jalkalevyllä, mutta voivat myös irrottautua ja lähteä liikkeelle (Kuva 36).

Esiintyminen: *Apiosoma*-tyypin loiset ovat hyvin yleisiä kaloissa, sekä luonnonvesissä että kalanviljelylaitoksissa. Loiset suosivat runsasravinteisiä 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 erityis lisääntyy, jolloin kidusten ja ihon normaali toiminta vaikeutuu.

Leviäminen: Loiset leviävät kalasta kalaan kosketustartuntana.

Ehkäisy ja hoito: Hyvä veden laatu, elinympäristön puhtaus ja kalojen hyvä kunto ehkäisevät parhaiten loisten liiallista lisääntymistä. Voimakkaan tartunnan hoidossa voidaan käyttää formaliinikylypyjä (ks. luku 17).

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

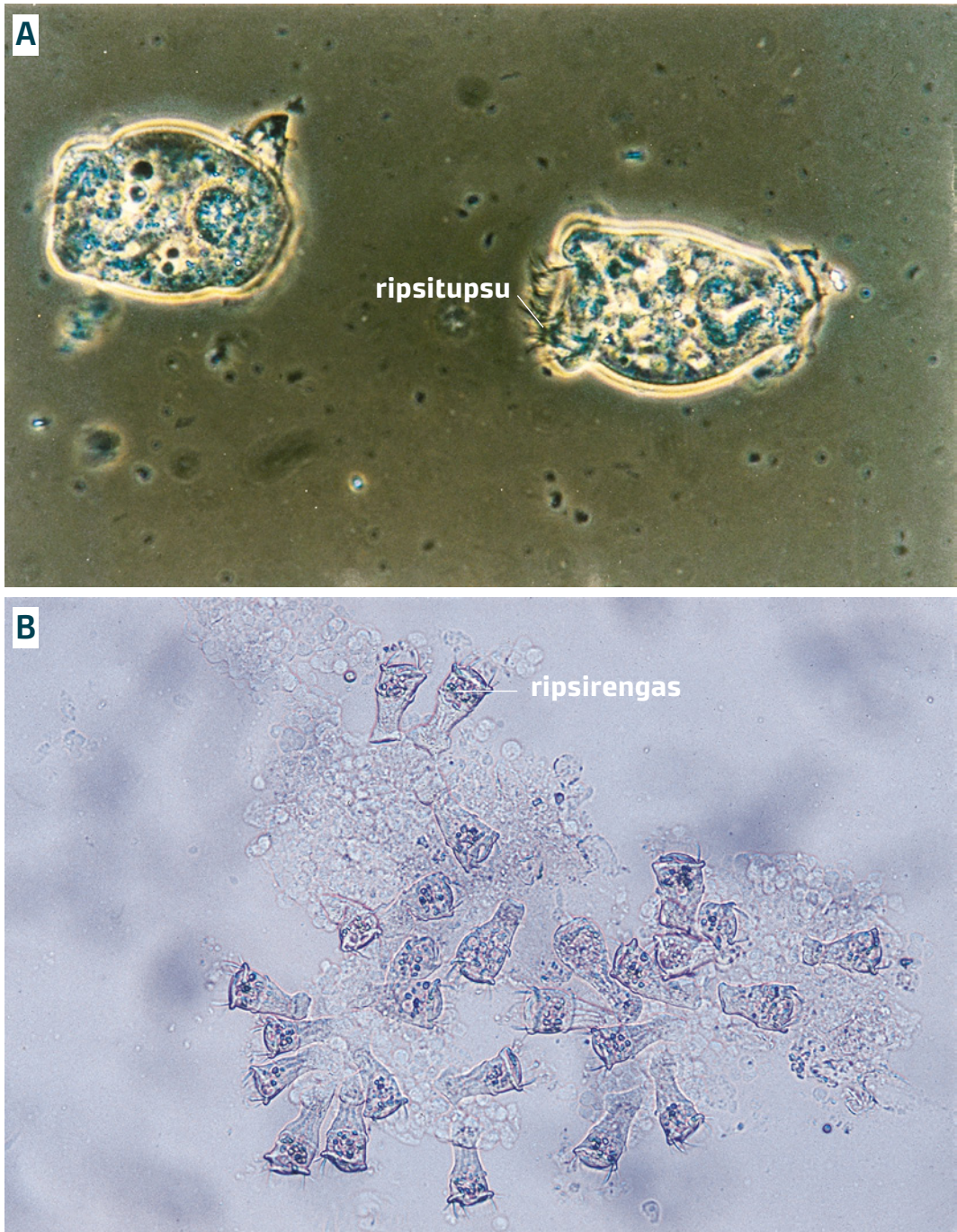
Trichodina-tyypin ripsieläimet ovat päältä katsottuna pyöreitä ja sivulta puolipallonmuotoisia. Loisten halkaisija on 20-80 µm. *Trichodina*-tyypin alkueläimillä on alapuolellaan hakasrengas kiinnittymistä varten. Loiset liikkuvat yleensä vilkkaasti pitkin kalan pintaa (Kuva 37).

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

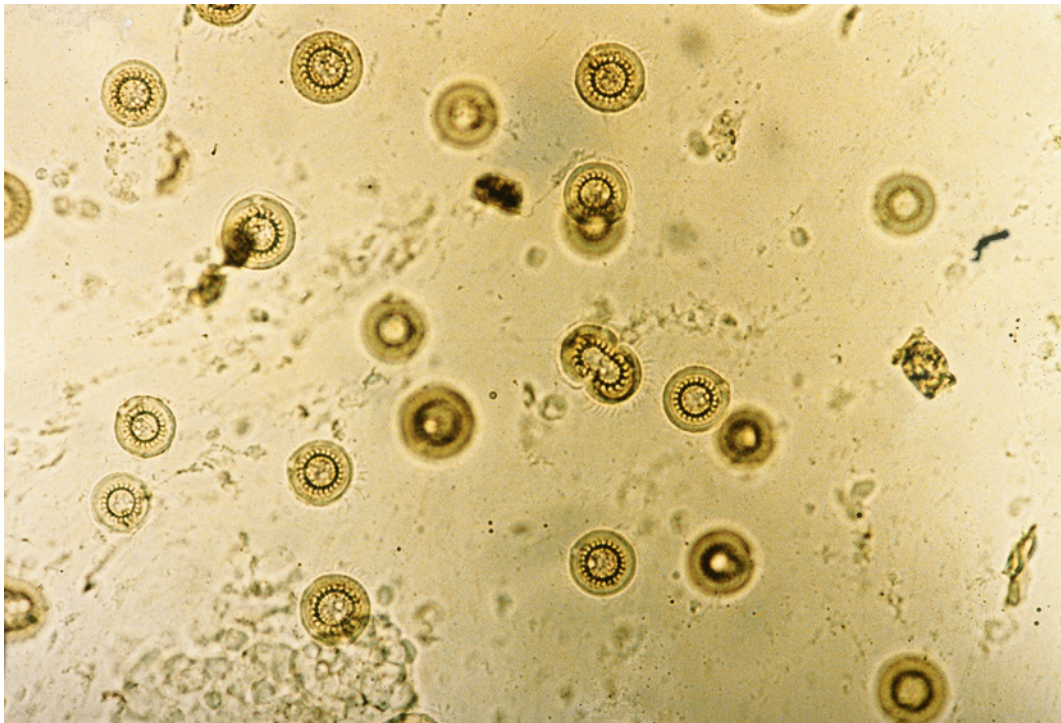
Vaikutukset kaloihin: *Trichodina*-tyypin loiset syövät tavallisesti kalan pinnalta bakteereja ja sieniä sekä ohiajalehtivia hiukkasia, jolloin ne eivät juuri haittaa kalaa. Voimakkaassa tartunnassa loiset alkavat syödä kalan pinnan soluja. Mekaaninen ärsytys vaurioittaa kalan ihoa ja lisää liman eritystä.

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

Ehkäisy ja hoito: Hyvä veden laatu, hyvä laitoshygienia ja kalojen hyvä hoito ehkäisevät *Trichodina*-tyypin loisten massaesiintymisen tehokkaimmin. Formaliinikylypyjä käytetään voimakkaan tartunnan hoidossa (ks. luku 17).



Kuva 36. 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, Luke).



Kuva 37. 100-kertaisella suurennoksella kuvattu näkymä kalan iholimanäytteestä, jossa runsaasti *Trichodina*-tyypin loisia. Loiset ovat selvästi suurempia kuin ihon solut (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

Harvoin hoitoa vaativa laji (*Capriniana*)

Capriniana piscium (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 38).

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

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



Kuva 38. *Capriniana*-loinen kalan kiduslimassa kuvattuna 400-kertaisesti suurennusta näkökentästä (Kuva Riitta Rahkonen, Luke).

Enhkäisy ja hoito: Puhdas, vähäravinteinen vesi pitää loisen lisääntymisen kurissa. Voimakkaan tartunnan hoidossa voidaan käyttää mm. formaliinikylpyjä (ks. luku 17), 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.

Ehkäisy ja hoito: *Hexamita*-loisen liiallista lisääntymistä voidaan estää parhaiten pitämällä kalojen yleiskunto hyvänä.

Kidusameebat (*Neoparamoeba* (*Paramoeba*) perurans ja makean veden lajit)

Ameebat ovat vapaana eläviä, monimuotoisia loisia, jotka otollisissa olosuhteissa voivat loisia kalojen kiduksilla. Ne ovat kooltaan 5-25 µm ja niitä on usein vaikea tunnistaa mikroskooppisesti muiden solujen joukosta.

Esiintyminen: *Neoparamoeba perurans* on maailmanlaajuisesti merivesiympäristössä esiintyvä ameeba, joka on yhdistetty merilohien kassikasvatuksessa esiintyviin kidusongelmiin (Amoebic gill disease, AGD). Myös kirjolohia kasvattavilta makean veden laitoksilta on todettu ameebojen aiheuttamia kidustulehduksia (Nodular gill disease, NGD), mutta niiden aiheuttajalaji tai -lajit ovat edelleen epäselviä. Makean veden NGD-tautia on todettu Pohjois- Amerikassa ja useissa Keski- ja Etelä-Euroopan maissa, myös Tanskassa, usein yhdistettynä muihin kidusongelmiin kuten bakteereihin ja muihin yksisoluisiin loisiin. Kidusameeboja ei ole toistaiseksi todettu Suomessa.

Vaikutukset kaloihin: Ameebat kiinnittyvät kiduksen pintaan ja lisääntyessään voivat peittää sen lähes kokonaan. Kidukset reagoivat limanerityksellä ja solujen uudismuodostuksella, joka ensin näkyy paikallisina vaaleina myhkyinä, jotka laajenevat isommiksi alueiksi, tyypillisesti kiduslehtyköiden päissä. Kidoksen paksuuntuminen vaikeuttaa hengitystä, ja kuolleisuus voi nousta korkeaksi muutamassa päivässä.

Loisen tunnistus: Suoramikroskopoinnissa loisia on vaikea erottaa, erityisesti kun kidus on jo reagoinut loisiin. Epäiltäessä tartuntaa tyypillisten oireiden perusteella on parasta lähettää kaloja tutkittavaksi myös muilla menetelmillä.

Leviäminen: Loinen ui vapaana vedessä ja tarttuu suoraan kalasta toiseen. Lisääntymisen voi olla nopeaa.

Ehkäisy ja hoito: Merivedessä esiintyvää AGD-tautia hoidetaan makeavesikylvetyksillä, mutta koska loiset elävät vapaana ympäristössä, kylvetyksiä on toistettava usein. Makeassa vedessä voidaan käyttää suolaa tai formaliinikylvetystä, mutta formaliinin käyttöön on suhtauduttava varoen kaloille, joilla on kidusvaurioita. (ks. formaliinikylvetyksestä tarkemmin luvusta 17. Kalojen lääkitseminen.) Loisten määrää voidaan formaliinilla vain vähentää, mutta veden laadusta huolehtiminen on ennaltaehkäisyssä tärkeintä.

Itiöeläimet (rakkoloisiot)

Itiöeläimet ovat monisoluisia loisia, jotka muodostavat itiöitä. Itiöiden avulla nämä loiset leviävät uusiin isäntiin. Useimpien lajien elämänkierto on epäsuora, ne tarvitsevat kaksi pakollista 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 sioista.

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 8 µm. Itiön sisällä näkyy kaksi paria ns. polaarikapseleita.

Rakkoloisio *Henneguya zschokkei*

Esiintyminen: *Henneguya zschokkei* on itiöeläin, jota esiintyy yleisesti itiöpesäkkeissä lohikalojen lihaksissa, enimmäkseen siialla ja muikulla, sekä sisävesissä että rannikolla. Pesäke on täynnä maitomaista nestettä, jossa on suuri määrä itiöitä. Itiöpesäkkeet alentavat kalan kauppa-arvoa ja ovat siten haitallisia esimerkiksi kasvatettaessa siikaa ruokakalaksi kassilaitoksissa. (Kuva 39).

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



Kuva 39. *Henneguya zschokkei* -itiöeläinloisia sisältävä pesäke siian lihaksessa (Kuva Riitta Rahkonen, Luke).

Loisen tunnistus: *H. 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: *H. 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.

Enkäisy ja hoito: Kasseihin siirrettävien siikojen tulisi olla vapaita rakkoloisista. Muovi- tai lasikuitualtaissa kasvatetuissa siianpoikasissa rakkoloisioin esiintymisriski on hyvin pieni. Luonnonravintolammikossa kasvatetulla siialla *Henneguya zschokkei* -loisen esiintymisen todennäköisyys on suurempi. Hoitokeinoa ei ole.

Kierretauti

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

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

Taudin kulku: *M. 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 rusto- ja luukudoksesta ja kulkeutuvat *Tubifex*-matoihin.

Enkäisy ja hoito: Taudin ennaltaehkäisyssä tulisi laitokseen tuotavien kalojen olla vapaita itiöistä. Tauti voodaan 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. Puhjenneseen tautiin ei ole olemassa hoitokeinoa.

PKD eli loisperäinen munuaistauti

Aiheuttaja: PKD-tautia (Proliferative kidney disease) aiheuttaa itiöeläimiin kuuluva loinen, *Tetracapsuloides bryosalmonae*. Useat makean veden sammaleläinlajit toimivat loisen pääisäntänä. Tartunnan saaneet sammaleläimet erittävät veteen tuhansia itiöitä, jotka tunkeutuvat kalaan ja päätyvät verenkierron mukana munuaiseen. Munuaisvaiheesta kypsyneet itiöt kulkeutuvat virtsan mukana ympäristöön ja uuteen sammaleläimeen.

Esiintyminen: PKD vaivaa etenkin kirjolohen mutta myös muiden lohikalojen viljelyä Euroopassa ja USA:ssa. Tautia on todettu muista Pohjoismaista ja yksittäisiä kertoja myös Suomesta Ahvenanmaalta, ensimmäisen kerran v 2006 ulkomailta tuoduissa kirjolohenpoikasissa sekä vuonna 2013 Inarinjärven vesistöalueelta viljellyltä nieriältä. PKD-tautia on tavattu myös luonnonkaloilla, erityisesti taimenilla, mutta myös mm. hauella ja harjuksella makeassa ja murtovedessä. Sitä pidetään yhtenä syynä luonnon taimenkantojen vaarantumiselle Keski-Euroopassa. Ilmaston lämpiäminen ja vesistöjen rehevöityminen suosivat sammaleläimiä, ja esimerkiksi Islannissa loinen on yleistynyt viime vuosikymmeninä ja myös oireellisia luonnonkaloja tavataan aikaisemmasta poiketen.

Taudin kulku: Tauti puhkeaa ensimmäisen kesän kaloissa useimmiten pian maalammikkoon siirtämisen jälkeen. Kalat tummuvat, ovat aneemisia 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 40). Sairastuneen kalan munuaisessa ja pernassa esiintyy ameebamaisia, 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. Tartunnan saaneet taimenet voivat jäädä kantajiksi ja erittää itiöitä vielä vuosia tartunnan jälkeen.



Kuva 40. PKD-tautia sairastavan kalan munuaisten laajenee voimakkaasti. (Kuva Pia Vennerström, Ruokavirasto)

Leviäminen: Tauti leviää muihin laitoksiin pääsääntöisesti loista kantavien kalojen mukana. Tartunta ei siirry kalasta kalaan, vaan ympäristössä olevien sammaleläinten kautta. Myös vesilintujen on arveltu voivan levittää itiöitä.

Ehkäisy ja hoito: Tehokasta hoitoa loista vastaan ei ole. Niissä laitoksissa, joissa PKD:tä on esiintynyt, on taudin puhkeaminen voitu yleensä välttää siirtämällä poikaset maaltaaseen vasta loppukesällä. Pohjaveden käytöllä ja läpivirtauksen lisäämisellä voidaan vähentää tartuntapainetta.

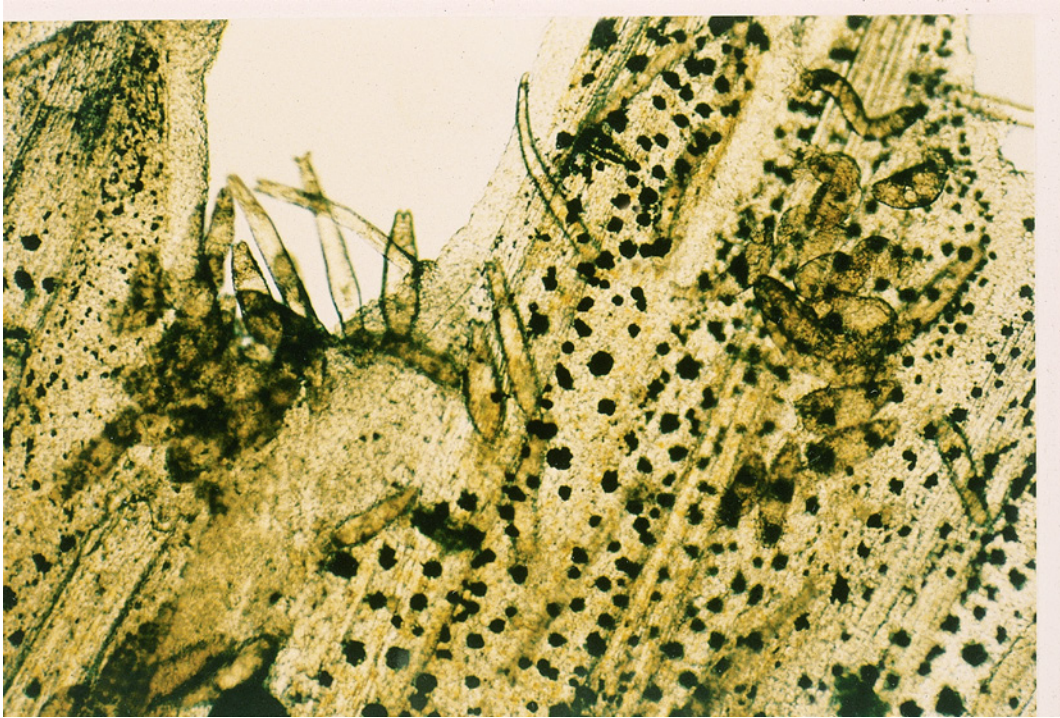
Loismadot sekä äyriäiset ja nilviäiset

Monogeenilla, heisimadoilla, imumadoilla ja juotikkailta sama yksilö tuottaa sekä naaraan että koiraan sukutuotteita, mutta ne pyrkivät silti ristisiitokseen eli kaksi yksilöä hedelmöittää toisensa. Väkäkärsämodoilla, sukkulamadoilla ja äyriäisillä naaras ja koira ovat eri yksilöissä. Osalla loisista on monivaiheinen elämänsykli. 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 lohikalossa pääasiassa *Gyrodactylus*-lajeja ja särkikalossa *Dactylogyrus*-lajeja. Monogeenit kiinnittyvät kalan 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 nopeaa. 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 41).

Esiintyminen: Monogeenit ovat hyvin isäntäspesifejä, eli tietty laji loisii vain yhdessä tai muutamassa lähisukuisessa kalalajissa. *Gyrodactylus salaris* on lohen loinen mutta kykenee elämään ja lisääntymään myös kirjjohohen pinnalla. Loinen voi lyhytaikaisesti elää myös monien muiden lohikalajien 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 lohen 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 liiallista lisääntymistä kohtaan. Vastaava lohikannan romahdus tapahtui 1990-luvulla Venäjällä Vienanmereen laskevassa Kierrettijossa, johon loinen tuli Ääniseltä siirrettyjen lohenpoikasten mukana.



Kuva 41. *Gyrodactylus salaris* -monogeeneja runsaasti lohen evällä (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

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 varsinkin poikasten kuolleisuus voi olla suurta.

Loisen tunnistus: *Gyrodactylus*-monogeeneja voi nähdä varmimmin tutkimalla kalan rintaeväitä 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.

Enkäisy ja hoito: Monogeenien lisääntyminen nopeutuu veden lämpötilan kohotessa. Suomessa lohen *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 (ks.

luku 17). Norjan jokia on puhdistettu Rotenon-myrkyllä, jonka tarkoituksena on tappaa kaikki kalat ja sen myötä myös loiset. Rotenonin arviointi biosidina on kesken ja sen käyttöön on haettava lupa ELY-keskukselta.

Imumadot

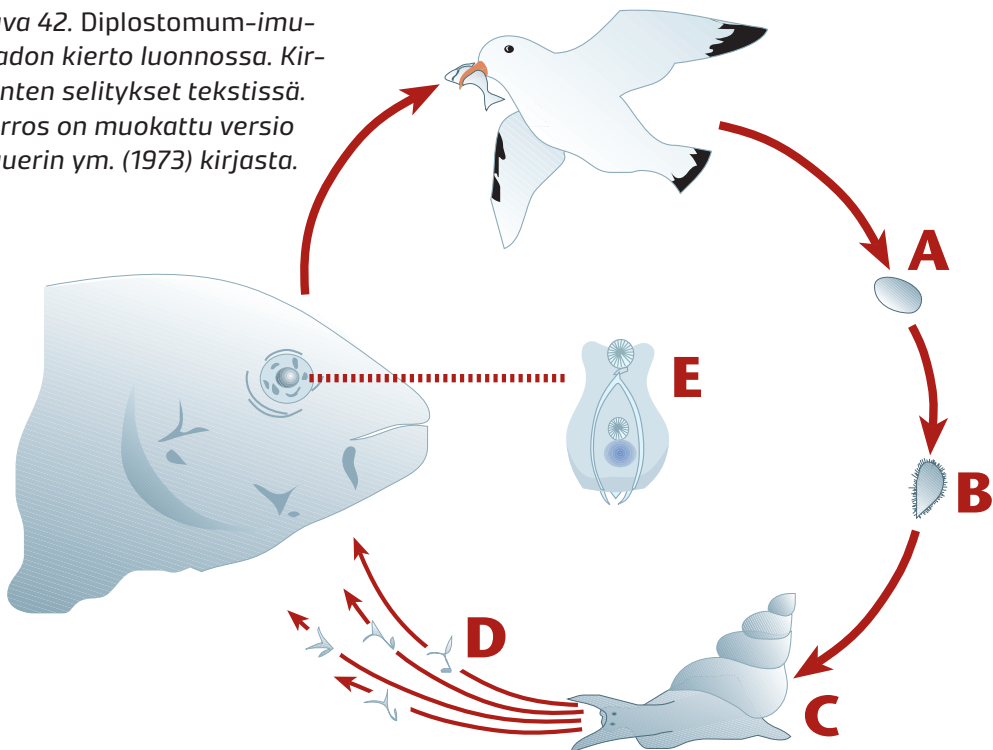
Diplostomum, loiskaihin aiheuttaja

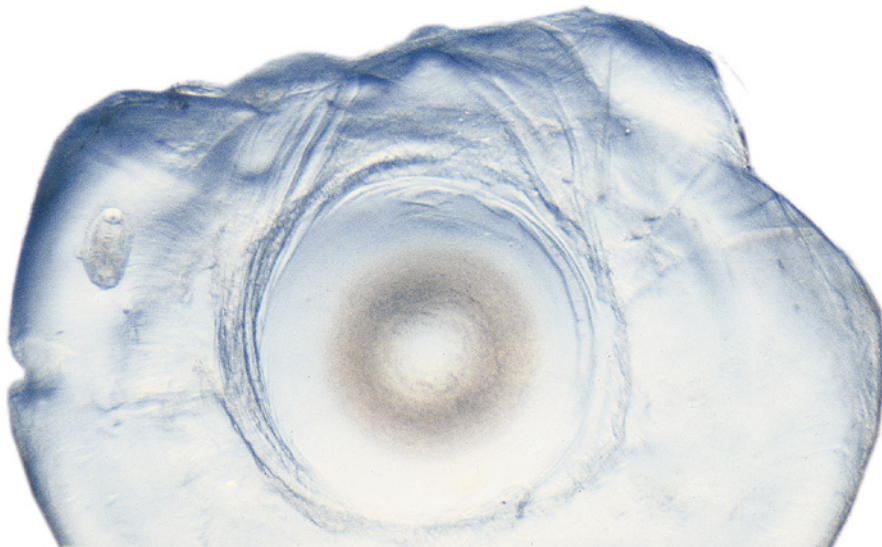
Diplostomum-imumadoilla on monivaiheinen elämänkierto: Lokin ulosteiden mukana kulkeutuu veteen muna (A), josta vapautuu ripsellinen toukka (B). Toukka tunkeutuu kotiloon (C), ja muutamien kehitysvaiheiden jälkeen kotilosta vapautuu lämpiminä alku- tai keskikesän päivinä suuri määrä hännällisiä kerkariatoukkia, 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 42).

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,

Kuva 42. *Diplostomum*-imumadon kierto luonnossa. Kirjainten selitykset tekstissä. Piirros on muokattu versio Bauerin ym. (1973) kirjasta.





Kuva 43. *Diplostomum*-imumato tutkimusta varten rikutussa kalan silmän linssissä (Kuva Riitta Rahkonen, Luke).

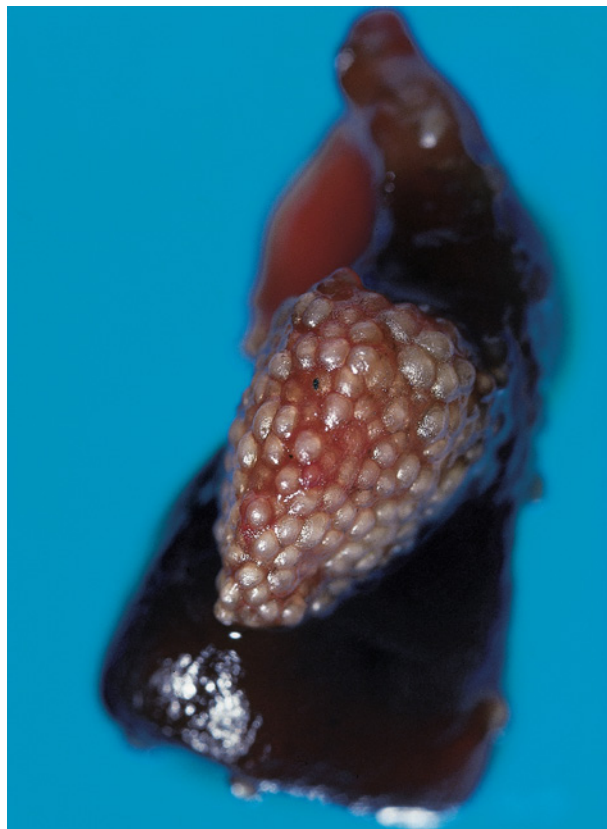
että kalan näkökyky heikkenee. Tämä vaikeuttaa mm. kalan ruuan etsimistä ja kasvu hidastuu. Kalat voivat sokeutua kokonaan (esim. maa-altaiden emokalat), jolloin silmien linssit ovat valkoiset.

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 43).

Ehkäisy ja hoito: *Diplostomum*-loisten esiintymistä voidaan vähentää mm. estämällä lokkien pääsy allasalueelle sekä kuivaamalla ja kalkitseamalla maa-altaat kerran vuodessa kotiloiden tuhoamiseksi. Toukkien pääsyä 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.

***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 elämäntie on *Diplostomum*-loisen kaltainen. Silmän sijasta toukat elävät lohikalojen sydämen pinnalla (Kuva 44).



Kuva 44. *Ichthyocotylurus erraticus*-imumadon toukkakystat kekona siian sydämen pinnalla (Kuva Riitta Rahkonen ja Viljo Nylund, Luke).

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

Ehkäisy 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 umpilisäke-

alueelle. 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.

Kalojen suoletta on tavattu myös muita heisimatoja, mm. *Bothriocephalus* sp. Niiden merkityksestä kaloille tiedetään vähän, mutta runsas loismäärä suolessa voi hidastaa suolen toimintaa pikkupoikasilla.

Haukimadot *Trienophorus nodulosus* ja *Trienophorus crassus*

Haukimadoilla on monivaiheinen elämänkierto. Pääisäntänä on hauki, jonka suolessa mato tuottaa munia. Munat vapautuvat veteen keväällä. Munista vapautuvat ripselliset toukat kulkeutuvat planktonnäryäisiin, jotka toimivat loisen ensimmäisenä väli-isäntänä. Toisena väli-isäntänä voi olla esim. lohikala, ahven, kiiski tai made, joissa loisen toukkavaihe koteloituu maksaan (*T. nodulosus*) (Kuva 45) tai siialla ja muikulla lihakseen (*T. crassus*) (Kuva 46). 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



Kuva 45. *Trienophorus nodulosus* -haukimadon toukkia mateen maksassa. Kaksi toukkaa on vedetty kystasta esille maksan pinnalle (Kuva Viljo Nylund, Luke).

Suomessa tämä haukimato ei ole aiheuttanut ongelmia. *T. crassus* -loisen esiintymisalue on pohjoisempi verrattuna *T. nodulosus* -lajiin. Kirjallisuustietoja loisen haitallisuudesta lohikalojen viljelylle on Venäjältä, jossa loinen on vaikeuttanut kassikasvatusta Volgajossa. *T. crassus* -loista esiintyy koko Suomessa, mutta loisen määrissä on suuria järvi-kohtaisia vaihteluja. Loisia on tavattu myös viljellyllä kirjolohella erityisesti merialueella.

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

Loisen tunnistus: *T. nodulosus* -mato voidaan tunnistaa seuraavalla tavalla: Riko mak-sassa oleva kysta ja vedä esille mato (yleensä 2-7 cm). Aseta mato objektilasin päälle vesitippaan ja paina toinen lasi päälle. Mikroskoopilla voi helposti havaita neljä lentävän lokin muotoista koukkuu 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.

Ehkäisy ja hoito: Loistartuntaa voidaan kontrolloida vähentämällä vedenottamon hauki-kantaa tai siirtämällä kalanpoikaset kasseihin vasta heinäkuun lopulla, jolloin infektoitu-



Kuva 46. Tyypillisiä sukkulanmuotoisia *Triaenophorus crassus* -haukimadon toukka-kystia siian selkälihaksessa, selkävän tyvellä. Hammaslankamainen toukka on vedetty kystasta esiin lihaksen pinnalle (Kuva Riitta Rahkonen ja Viljo Nylund, Luke).

neiden planktonäyriäisten osuus on enää vähäinen. Haukimatorakkuloiden aiheuttamiin maksa- tai lihasvaurioihin ei ole olemassa hoitokeinoja.

Lokkilapamato, *Dibothriocephalus dendriticus* (ent. *Diphyllobothrium 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 47) tai tunkeutua vatsaontelon elimiin: maksaan, sydämeen, pernaan, suoliston pinnalle (muut lohikalat). Loiset päätyvät pääisäntäänsä lokkien 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.

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 vastaaviin. Lokkilapamadon päässä ovat kuitenkin imu-uurteet eikä koukuja kuten haukimadolla.



Kuva 47. Lokkilapamadon, *Dibothriocephalus dendriticus*, kystat siian ruokatorven ja mahalaukun pinnalla (Kuva Riitta Rahkonen ja Aimo Järvinen, Luke).

Ehkäisy ja hoito: Lokkilapamadon 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 lokkien ja tiirojen syötäviksi. Hoitokeinoa loistartunnasta kärsiville kaloille ei ole.

Sukkulamadot

Anisakis simplex ja *Pseudoterranova decipiens*

Ihmisen anisakiaasi-tautia aiheuttavat kaloissa loisivat sukkulamatolajien toukat, jotka luokitellaan *Anisakis simplex*-, *Pseudoterranova decipiens* - ja *Contracecum osculatum* -komplekseihin. 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 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. Turskamato on ohut noin 1 mm:n paksuinen ja noin 3 cm:n pituinen sukkulamato. Se esiintyy useimmiten kalan vatsaontelossa ja maksassa, harvemmin myös kalan lihaksessa.

Anisakis simplex -loisen eli sillimadon 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 vatsaontelon seinämään koteloituneita *A. simplex* -toukkia. Tämä on johtanut merialueelta kalastettujen kalojen pakastuspakkoon. Toistaiseksi pakastuspakko ei koske viljeltyjä lohikaloja. Yksittäisiä *Anisakis*-löydöksiä viljellystä lohesta Norjassa on kuitenkin todettu vuonna 2012, kun norjalaiset tutkijat löysivät ensimmäisen kerran viljellyistä Atlantin lohista *A. simplex* -sukkulamatoja. Kyseessä olivat teuraslinjalla hylätyt huonosti kasvaneet ja huonokuntoiset kalat.

A. simplex pystyy tunkeutumaan ihmisen ruuansulatuskanavan limakalvon läpi ja vaeltamaan eri puolille elimistöä. *Pseudoterranova* jää yleensä ruuansulatuskanavaan ja aiheuttaa suolisto-oireita. Loiset voivat aiheuttaa yliherkkyysoireita ihmisissä, jotka ovat altistuneet niille 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*.

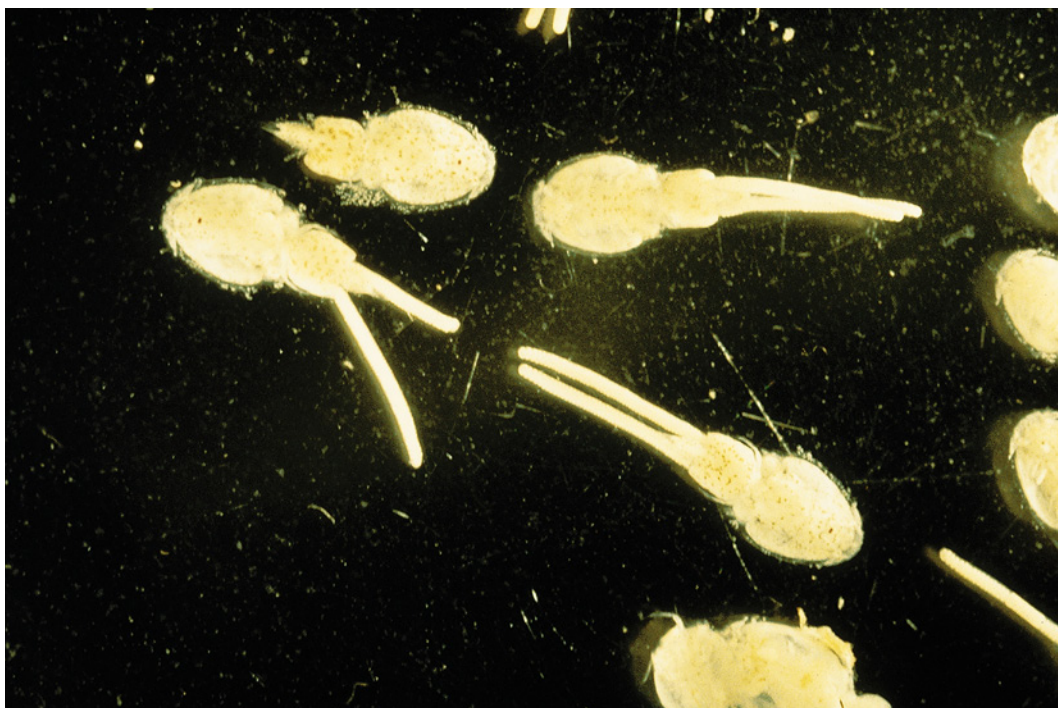
Caligus-kalatäi

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 48).

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 kudostenesteitä ja verta. Voimakas loistartunta häiritsee kaloja, jolloin liman erityis 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.

Ehkäisy 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 lääkemääräyksellä hoitavalta eläinlääkäriltä. Kalatäit kehittävät nopeasti vastustuskykyä 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 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 järvässä lähemmäs olevat laitokset.



Kuva 48. Alkoholiin säilöttyjä *Caligus*-äyriäisiä. Loisten koko pitkin munapusseineen on 8-7 mm (Kuva Riitta Rahkonen, Luke ja Antti Koli).

Argulus-kalatäit

Argulus foliaceus ja *A. coregoni* ovat lähisukuisia lajeja, joita kutsutaan kalatäiksi. Kalatäit ovat täysikasvaisina 5-10 mm:n mittaisia, vihertävän harmaita, litteitä loisia. Ne kiinnittyvät kalan pintaan vatsapuolen piikeillään ja imukupeillaan, mutta voivat myös irrottautua ja uida vapaana vedessä. Loiset lisääntyvät laskemalla munat kiinteille pinoille kuten kiville ja vesikasvillisuuteen. Lämpimänä kesänä saattaa kehittyä yhdestä kahteen loissukupolvea (Kuva 49).

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, mutta sitä esiintyy myös virtaavissa vesissä.

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 veden lämmön ylittäessä 10 astetta. 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 myrkkyyneeseen. Kalatäin vaurioittama iho altistuu herkästi bakteeri- ja sienitartunnoille.

Ehkäisy ja hoito: Hyvä veden virtaus ja vesikasvillisuuden vähyyt 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-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 väliaikaisesti alustaan alkuperäisen lammikon tyhjennyksen ja kalkituksen ajaksi. Kirjallisuuden mukaan kalatäitartunnalta



Kuva 49. Voimakas kalatäitartunta (*Argulus coregoni*) siian iholla (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).

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).

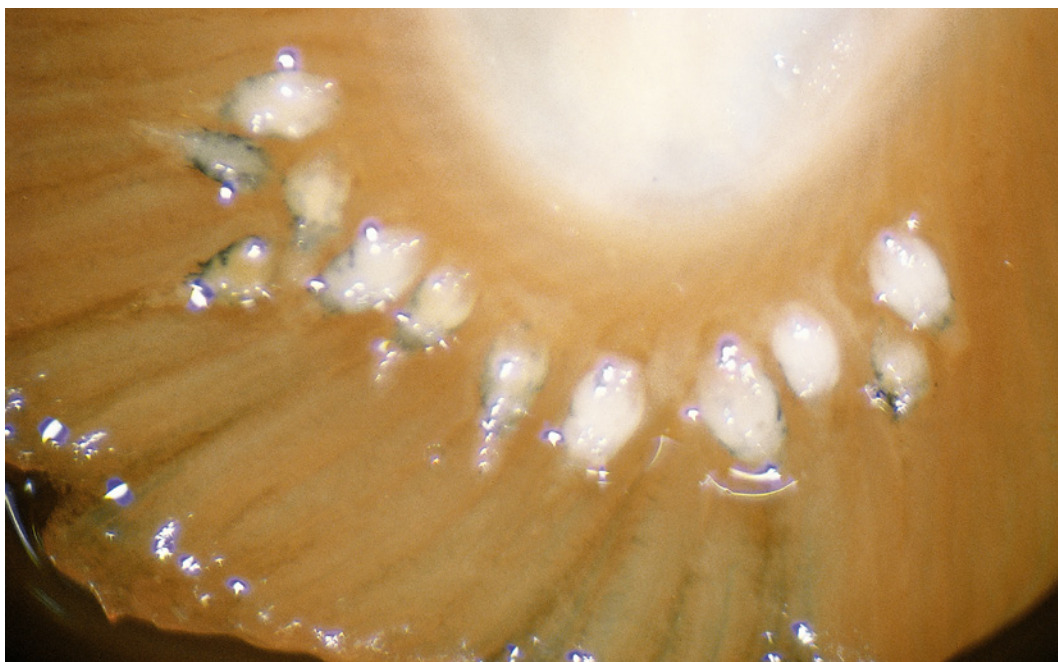
***Ergasilus sieboldi* eli kidustäi**

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 50).

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

Enkäisy ja hoito: Toukkien pääsyn estäminen veden mukana laitokselle on hankalaa. Jos kiduksilla loisivien aikuisvaiheiden määrä lisääntyy hyvin suureksi ja alkaa häiritä kalojen



Kuva 50. *Ergasilus*-äyriäisiä eli kidustäitä kalan kiduksella (Kuva Riitta Rahkonen ja Aimo Järvinen, Luke).



Kuva 51. Kalajuotikas hauen iholla (Kuva Pekka Vuorinen, Luke).

hyvinvointia, voidaan hoitona käyttää eläinlääkärin määräämää emamektiinibentsoattia sisältävää rehua (ks. *Caligus*-loisen hoito).

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 51).

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

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

Ehkäisy ja hoito: Kalajuotikkaiden lisääntymistä voidaan vaikeuttaa poistamalla maaltaista vesikasvillisuutta. Kalajuotikkaiden esiintymistä voidaan jonkin verran vähentää formaliinikylvyin (ks. luku 17).

Nilviäiset

Jotkut simpukkalajit (mm. järvisimpukka ja jokihelmisimpukka) viettävät osan toukkavaiheestaan kalojen kiduksilla, evillä tai iholla. Kalat kehittävät ohuen kystan alle 0,5 mm:n 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.

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

13. Muut tarttuvat taudit

Vesihome

Vesihometaudissa kalan pinnalla kasvaa vaaleata pumpulimaista kasvustoa (Kuva 52). Vesihomeen aiheuttajana voi olla monta vedessä elävää leväsieniin, sienenkaltaisiin organismeihin eli oomykkeetteihin kuuluvaa lajia, joko yksittäisinä tai sekakasvustona. Tällaisia leväsieniä ovat *Achlya*, *Aphanomyces*, *Leptolegnia*, *Leptomitus*, *Pythiopsis* ja *Saprolegnia*. Tavallisimmat vesihomeen aiheuttajat ovat *Saprolegnia*-sukuun kuuluvat lajit, erityisesti *Saprolegnia parasitica*. Niiden aiheuttamasta taudista käytetään myös nimitystä saprolegnioosi.

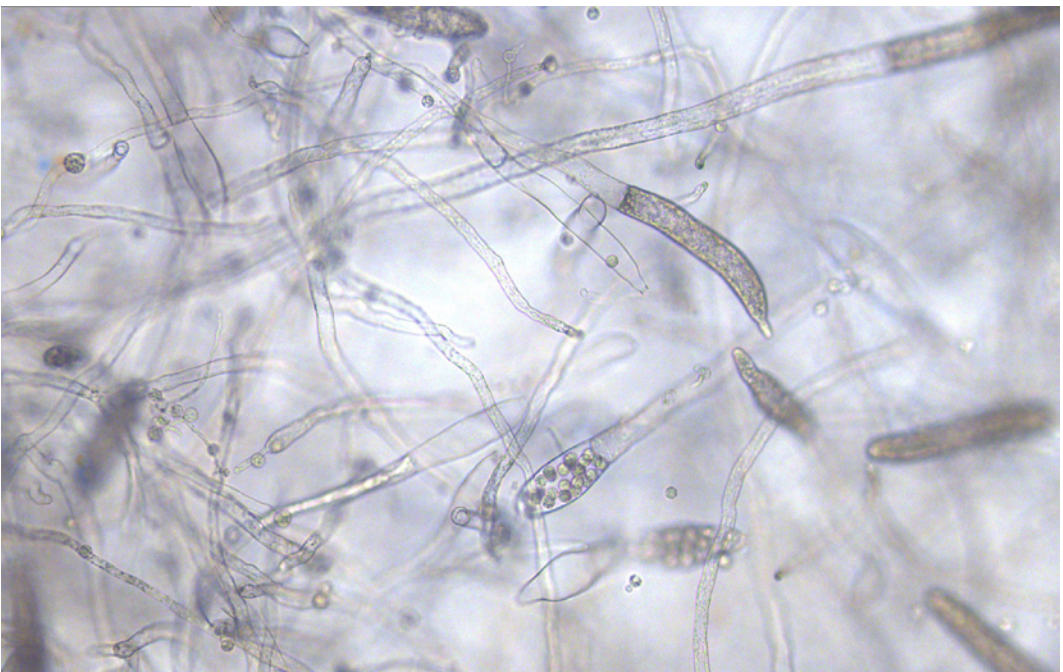
Saprolegnia-leväsienen elinkierto on useita vaiheita, joissa se voi lisääntyä sekä suvullisesti että suvuttomasti. Suvuton lisääntyminen on yleisempää, jolloin kalassa tai mädissä kasvava rihmasto (Kuva 53) tuottaa siimallisia primäärisiä parveiluitiöitä. Nämä asettuvat rihmaston lähelle ja muodostavat lepoitiön. Tämä lepoitiö voi kasvattaa uutta rihmaa tai muodostaa sekundäärisiä parveiluitiöitä, joita pidetään pääasiallisena vesihomeen leviämistapana. Ne voivat elää vapaina useita päiviä tai asettua lepoitiöksi, joka selviytyy pitkiä aikoja hyvinkin keunoissa oloissa. Itiöiden ansiosta vesihomeet ovat tehokkaita leviämään paikasta toiseen. Vesihome ei tartu ihmiseen.

Esiintyminen: Vesihomeita esiintyy makeassa vedessä ja myös terveiden kalojen pinnalla. Kaikki makeanveden kalalajit voivat saada tartunnan. Murtovedessä on myös todettu vesihometartuntoja. Vesihomeitiöt ovat ympäristössä yleisiä, ja ne tarttuvat kaloihin vain joissain tilanteissa. On kuitenkin todettu, että kalanviljely-ympäristöissä vallitsevat tietyt *Saprolegnia parasitica*- tyytit, ja on syytä epäillä, että tartunnat ovat siirtyneet pääasiassa kalojen mukana, eivätkä niinkään ole ympäristöstä peräisin. Tosin on mahdollista, että kalanviljely suosii tiettyjen alun perin ympäristöstä peräisin olevien vesihomekantojen lisääntymistä. Vesihometta esiintyy kaikkina vuodenaikoina, mutta tautia esiintyy yleisimmin veden lämpötilan muuttuessa keväällä ja syksyllä. Vesihomeen aiheuttamat ongelmat ovat yleistyneet viime vuosina erityisesti siikojen, järvilohen, järvitaimenen sekä merilohen viljelyssä.

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 smolttiutumisen ja kutu altistavat kalaa vesihometartunnalle. Vesihometta pidetäänkin usein sekundaarisena eli toissijaisena tautina. Vesihomeesta kärsivistä kaloista on eristetty mm. epätyypillistä paisetautia, flavobakteereita ja *Iodobacter limnosediminis* -bakteerilajia. Joidenkin *Saprolegnia parasitica* -kantojen on epäilty olevan niin aggressiivisia, että ne pystyvät sinällään aiheuttamaan tautia. Kun vesihometartuntaa sairastavia kaloja on parvessa paljon, itiömäärät vedessä kasvavat vastaavasti ja hyväkuntoisetkin kalat voivat sairastua. Tartunta tulee usein ensimmäiseksi näkyviin pyrstön tai evien tyvellä tai laikkuina kyljissä tai pään alueella. Myös kiduksilla voi esiintyä vesihomekasvustoja, jotka aiheuttavat kiduksessa kuolion.



Kuva 52. Pitkälle edennyttä vesihometartuntaa sairastava lohi (Kuva Päivi Rintamäki, Oulun Yliopisto).



Kuva 53. Vesihomerihmaston päihin muodostuu itiöemiä, joista vapautuu runsaasti itiöitä (Kuva Satu Viljamaa-Dirks, Ruokavirasto).

Pahimmillaan rihmastot peittävät suuren osan kalan ihosta ja voivat levitä myös kalan sisäelimiin. Pikkupoikasilla on todettu myös suolistosta leviävää rihmastoaa. Vesihometartunnan saanut kala kuolee lopulta nestetasapainon häiriöön, koska ruumiinnesteet pääsevät vuotamaan vaurioituneesta ihosta. Vesihome tarttuu helposti myös kuolleisiin mätijyviin, joista rihmat leviävät elävään mätiin.

Leviäminen: Vesihomeiden itiöitä esiintyy yleisesti vedessä, vesikasvien pinnalla, kaloissa ym. Kaloihin ja mätiin syntyvät leväsienikasvustot kylvävät tehokkaasti itiöitä veteen.

Ehkäisy ja hoito: Vesihomeelta säästytään parhaiten pitämällä kalan elinympäristö puhtaana, välttämällä ylitieheitä parvia ja käsittelemällä kaloja hellävaraisesti. Tärkeätä on vähentää itiöiden määrää poistamalla oireelliset kalat altaista ja kuolleet ja homeiset mätijyvät haudonta-aseteilta. Näkyviin homekasvustoihin kylvetyksineen tehoavat huonosti. Suolalla ja formaliinikylvetyksillä saadaan lähinnä hidastettua tartunnan leviämistä parvessa, ks.. formaliinikylvetyksestä tarkemmin luvusta 17. Kalojen lääkitseminen. Sairaantuneet kalat kannattaa poistaa, koska ne kuolevat joka tapauksessa ennemmin tai myöhemmin.

Vaikka vesihomekasvusto on helppo tunnistaa silmämääräisesti, kannattaa sairaita kaloja lähettää tarkempaan tutkimukseen mahdollisten altistavien bakteeritartuntojen poissulkemiseksi.

Ichthyophonus hoferi

Ichthyophonus hoferi luokiteltiin aiemmin sieniin, mutta nykyään alkueläimeksi. *Ichthyophonus*-alkueläinlloinen 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*-tartunta esiintyy luonnonkaloissa enemmän meri- kuin makeassa vedessä. Tauti on aiheuttanut vakavia epidemioita mm. Atlantin sillikannoille Amerikan itärannikolla. Itämeressä *Ichthyophonus*-tartunta on todettu turskassa, mutta Suomessa sitä ei ole tiettävästi esiintynyt.

Taudin kulku: Kala saa tartunnan syömällä tämän alkueläinloisen 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 kudoksia. Itiöpesäkkeiden muodostuminen aivoihin aiheuttaa hallitsemattomia, keuhkoja uunitililikeitä.

Ehkäisy ja hoito: *Ichthyophonus*-tartunnan leviäminen laitokselle ehkäistään parhaiten välttämällä merikalalan käyttämistä tuorehuna. Höyrysterilointi tuhoaa itiöt kalasta.

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

Loma salmonae

Aiheuttaja: *Loma salmonae* on Microsporidia-luokkaan kuuluva solunsisäinen loinen, joka nykyään luetaan lähemmäksi sieniä kuin yksisoluisia loisia.

Esiintyminen: *Loma salmonae* on syynä mikrosporidien aiheuttamalle kidustaudille (Microsporidial gill disease of salmon, MGDS), joka aiheuttaa tappioita Pohjois-Amerikassa Tyynenmeren lohilajien viljelyssä. Myös Suomesta on yksittäinen havainto USA:sta peräisin olevista kirjolohista.

Taudin kulku: *Loma* siirtyy isäntäänsä suolesta, josta se kulkeutuu sydämeen ja sitä kautta kiduksiin isännän syöjäsoluissa. Kiduksilla kehittyy kiduksen epiteelin alla olevaan soluun itiöpesäke (ksenooma), josta vapautuvat kypsät itiöt. Itiöpesäkkeiden puhkeaminen saa aikaan tulehdusreaktion kiduksilla, hengitysvaikeuksia ja toissijaisia tulehduksia sekä lisääntyntä kuolleisuutta.

Leviäminen: *Loma* leviää itiöiden välityksellä kalasta toiseen ilman väli-isäntiä, myös lisääntyminen kalassa itsessään (autoinfektio) on mahdollinen. Itiöt säilyvät vedessä useita kuukausia, ja ovat tartuntakykyisiä 9-20 °C:een lämpötilassa. Mädin mukana siirtymisestä ei ole havaintoja, mutta ainakin lähisukuiset hyönteisten loiset voivat siirtyä suoraan seuraavaan sukupolveen.

Ehkäisy ja hoito: Hoitoa ei ole, joten tartunnan siirtymisen estäminen itiöitä kantavien kalojen mukana on ainoa ennaltaehkäisyn muoto. Itiöpesäkkeet voi nähdä mikroskoopissa tutkimuksessa rakeisina palloina, mutta varmemmin ne tulevat esiin formaliiniin otetuissa kudoksenäytteissä.

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 ympäröiviin kudoksiin.

EUS - Epitsoottinen ulseratiivinen syndrooma (epizootic ulcerative syndrome)

EUS-taudin aiheuttaa rapuruton sukulainen *Aphanomyces invadans* -leväsieni. Taudin aiheuttamia joukkokuolemia on todettu trooppisilla vesialueilla sekä viljelyissä että

luonnonvaraisissa kaloissa, siellä 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 irttaa). Diagnoosi tehdään kalan oireiden sekä organismin eristyksen avulla. Itse leväsieni tunnistetaan molekyylibiologisin menetelmin. Taudin pelätään leviävän EU:n alueelle lähinnä koristekalakaupan kautta.

Exophiala salmonis

Exophiala salmonis -sieni aiheuttaa merivedessä lohikalojen yleistulehduksen. Infektioituneessa 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.

14. Bioturvallisuus, kalatautien leviämisen ehkäiseminen

Toimijoiden vastuu bioturvallisuudesta

Toimijoiden vastuulla on huolehtia eläintensä terveydestä, käyttää eläinlääkkeitä vastuullisesti, ja toteuttaa tarvittavia bioturvaamistoimenpiteitä eläinten terveyden suojelemiseksi. Tautien leviämiskäsi on pyrittävä minimoimaan. Bioturvaamistoimenpiteillä tarkoitetaan fyysisiä toimia, kuten puhdistamista ja desinfiointia, eläinten kulun rajoittamista tai veden käsittelyä - sekä hallinnollisia toimia, kuten eläinten, sivutuotteiden, tavaroiden tai ajoneuvojen siirtoihin liittyvät menettelyt sekä kirjanpito. Eläinalan ammattilaisten on varmistettava riittävä tietämyksensä eläintaudeista, bioturvaamisesta ja hyvästä kotieläintaloudesta. Yhteistyö viranomaisten ja eläinlääkäreiden kanssa on oleellista taudinehkäisy- ja torjuntatoimenpiteiden onnistumiseksi.

Vesiviljelyn pitopaikan hyväksyntää varten pitopaikalle tulee laatia **bioturvaamissuunnitelma**. Kalankasvattajaliitto on laatinut ohjeen ja malleja bioturvaamissuunnitelman laatimiseksi. Bioturvaamissuunnitelmassa on tärkeä pohtia keinoja, millä estetään taudinaiheuttajien pääsy pitopaikkaan, miten tartunnat havaitaan mahdollisimman varhain, miten hallitaan tauteja, millä estetään taudinaiheuttajien leviäminen pitopaikan sisällä ja millä estetään niiden leviäminen pitopaikan ulkopuolelle ja ympäristöön. Yhtä tärkeää on miettiä, millä toimenpiteillä edistetään kalojen terveyttä ja hyvinvointia sekä miten dokumentoidaan laitoksen arkipäivän kalaterveysseuranta. Suunnitelmallinen ja hyvin toteutettu bioturvallisuus vähentää eläintautien esiintymistä, parantaa tuotannon kannattavuutta ja edistää koko kalaketjun turvallisuutta.

Bioturvallisuussuunnitelmassa laitokselle tulee nimetä **kalaterveysvastaava**, jonka tehtävänä on vastata laitoksen kalaterveysasioista. Kalaterveysvastaavan on oltava perehtynyt kalatauteihin sekä bioturvaamisen periaatteisiin. Kalaterveysvastaavan on seurattava aktiivisesti kalojen terveyttä sekä alan lainsäädännön muutoksia. Hän myös huolehtii, että kaikki työntekijät on perehdytetty tehtäviinsä asianmukaisesti ja että he saavat tarvittaessa lisäkoulutusta. Jokaisella kalojen kanssa toimivalla työntekijällä on velvollisuus ilmoittaa kalaterveysvastaavalle havaitsemistaan bioturvaamiseen liittyvistä asioista, sekä hygieniaan ym. liittyvistä epäkohdista.

Kalatautien leviämisen ehkäiseminen

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

Kalatautien leviämisen ehkäisyssä on oleellista, että omavalvonta toimii:

- Laitoksessa on siistiä ja hyvä järjestys.
- Kasvatusaltaat ja muut tilat ovat puhtaita.
- Toiminta on jaettu erillisiin yksiköihin, esim. ikäluokat erillään, altailla omat

päivittäiset välineet, eri halleissa omat välineet ja kalusto. Jos samassa vesiviljelypito paikassa on seuraavia toimintayksiköitä, ne on erotettava toisistaan asianmukaisilla hygieniasuluilla: hautomoyksiköt, lihotusyksiköt, jalostusyksiköt, lähettämö.

- Laitoksen sisäinen kala- ja mättiliikenne on huolellisesti suunniteltu ja toteutettu.
- Laitoksen ulkopuolella suuntautuva kala- ja mättiliikenne on huolellisesti suunniteltu ja toteutettu.
- Kaikesta toiminnasta, veden laadusta, kuolleisuudesta, hoidoista ym. pidetään tarkkaa kirjanpitoa.

Kalat

Tautien ehkäisyssä 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, mutta parven harventaminen siirtämällä osa siitä puhtaaseen altaaseen on kuitenkin paras vaihtoehto, jos tiheys käy liian suureksi kalojen kasvaessa.

Elävän kalan tuominen laitokselle luonnonvesistä tai toisilta laitoksilta voi sisältää suuren tautiriskin. Ruokaviraston vapaaehtoiseen kalaterveyspalveluun kuuluville, tarkimmin suojatuille emokalalaitoksille (PO-luokka) on elävien kalojen tuonti kielletty joitakin poikkeusluvan vaativia tapauksia lukuun ottamatta. Mikäli kaloissa on tai on ollut jokin virus- tai bakteeritauti, ne pysyvät taudinkantajina ja siten myös levittäjinä rokotuksista ja antibioottihoidosta huolimatta. Tietty loistaudit, kuten kierretauti ja PKD, eivät lähde kaloista kylvettämällä, koska loiset ovat kalan sisällä eivätkä kalan pinnalla. Ruokaviraston vapaaehtoiseen kalaterveyspalveluun kuuluvien poikastuottajien laitoshistoriasta tautitilanteen suhteen voi pyytää myyjältä ns. laitostodistuksen, johon on listattu Ruokavirastossa tutkitut kalat ja tutkimustulokset 2-3 vuoden ajalta. Laitoksen tautihistoria kertoo aina enemmän kuin yksittäinen tutkimus jostakin kalaryhmästä. Ruokaviraston nettisivulla on myös luettelo vapaaehtoiseen BKD-ohjelmaan kuuluvista laitoksista, josta voi tarkistaa lähtölaitoksen vapauden BKD-taudista.

Tuodut kalat pitää sijoittaa erilleen (esim. eristysosastoon) laitoksen muista kaloista tutkimusten ja seurannan ajaksi. Kalojen tutkiminen vähentää tautien siirtymisen riskiä, mutta ei poista sitä. Kalaparven jokaista yksilöä ei voida tutkia kattavasti, joten epävarmuutta jää aina. Taudit, joiden suhteen kalat ovat kantajia, jäävät lisäksi tavanomaisissa tutkimuksissa usein havaitsematta. Tällaisia ovat mm. monet bakteeritaudit, kuten paisetauti.

Kun uusitaan emokalastoja luonnosta pyydettyjen kalojen mädillä ja maidilla, on erityisen vaikea selvittää emojen tautitilannetta. Mädin desinfiointikaan ei estä esimerkiksi IPN-viruksen tai BKD-taudin siirtymistä. Siksi kaikki emot olisi tutkittava vähintään näiden tautien varalta. Tutkimuksissa voidaan nykyään käyttää sentinellikala-altistusta, jonka vuoksi arvokkaita luonnonkaloja ei tarvitse tappaa. Sentinelli- eli sijaiskaloina käytetään kalataudeille herkkiä sijaislajeja kuten nieriiä ja kirjojohta. Sijaiskalat sijoitetaan

karanteenitiloissa erilliseen tutkittavien kalojen alapuolelle sijoitettavaan altaaseen, jonne poistovesi johdetaan. Sentinellikaloja altistetaan poistovedelle 60 vrk:n ajan. Veden lämpötilan tulisi olla alle 14 °C suurimman osan ajasta. 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 yläpuoliseen 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 desinfioitava asianmukaisesti (Kuva 54). Joillakin laitoksilla kuolleet kalat kerätään erilliseen säiliöön, johon lisätään esim. muurahaishappoa. Toinen käytössä oleva tapa on kerätä kalat esim. molok-syväkeräilyssäiliöön tai biojätepuristimeen.

Kuolleita kaloja koskee sivutuotelainsäädäntö. Kalaperäisillä sivutuotteilla tarkoitetaan kokonaisia kuolleita kaloja, kalanosia ja kalaperkeitä, joita ei ole tarkoitettu ihmisravinnoksi. Sivutuotteiden luokittelun mukaan kalanviljelylaitoksessa lakisääteisesti vastustettavaan tautiin kuolleet tai tautisaneerauksen vuoksi tapetut kalat ja niiden kala-alanlaitoksissa muodostuvat perkeet kuuluvat sivutuoteluokkaan 2. Testosteronia sisältävät kalat ja kalasivutuotteet käänkökoiraiden tuottamiseksi kuuluvat sivutuoteluokkaan 1. Muut kalanviljelylaitoksessa kuolleet tai lopetetut kalat ja niiden perkeet kuuluvat sivutuoteluokkaan 3. Sekoitettaessa luokan 1, 2 ja 3 sivutuotetta, seos on luokkaa 1.

Luokkaan 2 ja 3 kuuluvan kalaperäisen aineksen **hävittäminen** on mahdollista seuraavilla tavoilla:

- Polttamalla kokonaiset kalat kalanviljelylaitoksen omassa, sivutuoteasetuksen mukaisesti hyväksytyssä polttolaitoksessa.
- Polttamalla sellainen kalaperäinen aines, joka sisältää kalan osia tai esimerkiksi perkuusivutuotteita ympäristöviranomaisten hyväksymässä jätteenpolttolaitoksessa.
- Kaikkien kalasivutuotteiden osalta hautaaminen tai toimittaminen kaatopaikalle on sallittua erikseen määritellyllä syrjäisellä alueella, johon kuuluvat Lapin maakunta ja seuraavat kunnat: Kuusamo, Taivalkoski, Hyrynsalmi, Kuhmo, Suomussalmi, Ristijärvi, Puolanka, Pudasjärvi, Ii.
- Vesiviljelylaitoksilta peräisin olevat kokonaiset kuolleet kalat ja elintarvikkeita valmistavasta laitoksesta peräisin olevat kalojen sivutuotteet saa haudata koko maassa, jos määrä on enintään 50 kg/vko.

Luokkaan 1 kuuluvan kalaperäisen aineksen hävittäminen on mahdollista seuraavilla tavoilla:

- Polttamalla omassa sivutuoteasetuksen mukaisesti hyväksytyssä polttolaitoksessa tai ympäristöviranomaisten hyväksymässä jätteenpolttolaitoksessa.

Kuva 54. Luken Taivalkosken viljelylaitoksella kehitetty kuolleiden kalojen keräämiseen tarkoitettu kärry (Kuva Matti Karjalainen, Luke).



Hyödyntämistä varten kalaperäinen aines voidaan toimittaa sivutuoteasetuksen mukaan hyväksytyyn käsittelylaitokseen. Luokan 2 ainesta voivat vastaanottaa luokan 1 ja 2 käsittelylaitokset ja luokan 3 ainesta luokan 1, 2 ja 3 laitokset. Kaikki laitokset eivät kuitenkaan ota vastaan kalaperäistä ainesta, joten on hyvä olla etukäteen yhteydessä laitokseen. Käsittelylaitoksista ainoastaan Honkajoki Oy voi vastaanottaa ja käsitellä luokan 1 sivutuotetta.

Käsittelylaitoksessa kalaperäistä ainesta käsitellään tietyillä hyväksytyillä menetelmillä, joissa lähtöaines murskataan ja kuumennetaan, jolloin massasta saadaan erotettua rasvaosa ja kiinteä aines. Kiinteä aines voidaan hyödyntää mm. turkisrehun raaka-aineena ja rasvaosa käyttää biodieselin valmistukseen. Yleensä kala-aineksen käsittely eli renderointi ja biodieselin valmistus tapahtuvat eri käsittelylaitoksissa, mutta on myös laitoksia, joissa tehdään sekä renderointi että biodieselin valmistus.

Luokkaan 2 ja 3 kuuluvaa kala-ainesta voidaan toimittaa sellaiseen sivutuoteasetuksen mukaan hyväksytyyn biokaasu- tai kompostointilaitokseen, joissa aineksen käsittelyyn sisältyy murskaus- ja kuumennuskäsittely (12 mm, 70 °C, 1 tunti). On kuitenkin hyvä olla yhteydessä laitokseen etukäteen ja varmistaa, että laitoksella on lupa vastaanottaa kalaperäistä ainesta.

Sisävesialueelta peräisin olevia luokan 3 kalasivutuotteita voidaan käyttää lemmikkieläinten, turkiseläinten ja tarhakoirien rehun raaka-aineena. Tällaista ainesta voidaan toimittaa hyväksytyihin lemmikkieläinten ruokia valmistaviin laitoksiin, rehusekoitamiin, tilarehustamoihin ja keräyskeskuksiin, joista ne päätyvät turkiseläinten tai tarhakoirien rehukäyttöön. Kalaa voidaan toimittaa edellä mainittuihin laitoksiin joko tuoreena, pakastettuna tai hapotettuna. Hapotettua ainesta voi käytännössä toimittaa vain turkiseläinrehukäyttöön. Rehuksi toimitettaessa on otettava huomioon, että sivutuotteiden on pysyttävä hyvälaatuisina, eivätkä ne saa pilaantua.

Kaikki edellä mainitut sivutuoteasetuksen mukaiset laitokset, jotka voivat vastaanottaa kalaperäistä ainesta löytyvät Ruokaviraston internetsivulta.

Mäti

Turvallisinta on tuoda kaikki laitoksella tarvittava kalamateriaali mätinä. Huolellinen desinfiointi tappaa mädin pinnan haitalliset pieneliöt, joten varmintä on desinfioida kaikki laitokselle otettava ja laitokselta luovutettava mäti. Kaikkiin taudinaiheuttajiin desinfiointi ei auta. Esimerkiksi IPN-virustaudin ja BKD-bakteeritaudin aiheuttajat elävät mädin sisällä, joten ne ovat suojassa desinfiointiaineilta. Useiden taudinaiheuttajien kohdalla mädin mukana tapahtuvan siirtymisen mahdollisuus ei ole täysin tiedossa, esimerkiksi *Flavobacterium psychrophilum* on tällainen. Varmin tapa varmistua mädin terveydestä on tutkia emokalat. Mädin tutkiminen tautien varalta on hyvin epävarmaa, sillä tutkimukseen tulee vain pieni osa erästä. Ovariaalinnesteestä voidaan tutkia viruksia ja BKD-taudin aiheuttajabakteereita, ja maidista on mahdollista tutkia joitakin viruksia. Emokalan elinten, esim. munuainen ja perna, tutkiminen on kuitenkin 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 kalatautien aiheuttajat kykenevät yleensä säilyttämään tartuntakykynsä vedessä jonkin aikaa. Meriveden mukana kulkeutuvien taudinaiheuttajien pääsy rannikon verkkoallaskasvattamoihin ja merivettä käyttäviin laitoksiin on mahdotonta torjua. Merilaitosten tilannetta tulisikin erityisesti seurata.

Myös sisämaan vesistöjen tautitilanne on huonontunut vuosien varrella. Varmin tapa estää taudinaiheuttajien tulo laitokselle veden mukana on käyttää pohjavettä, mutta Suomessa tämä ei ole yleistä. Kiertovesilaitosten ajatellaan usein olevan läpivirtauslaitosta turvallisempia, koska vaihtuvan veden määrä on pienempi. Koska uutta vettä tarvitaan kuitenkin jossain määrin, ja kiertovesimenetelmä saattaa tarjota useille taudinaiheuttajille optimaaliset olosuhteet lisääntymiseen, on erityisesti kiinnitettävä huomiota kiertovesilaitosten korvausveden vapautteen taudinaiheuttajista.

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 vesistöistä nousemaan kaloja. Kalojen kuljetuksessa käytetty vesi sisältää myös ilmeisen tautiriskin.

Rehu

Turvallisinta on ruokkia kaloja tehdasvalmisteisilla kuivarehuilla. Kaloja 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. Happokäsittely tappaa varsin

tehokkaasti bakteerit, mutta ainakin IPN-virus säilyttää elinkykynsä vuosia. On huomioitava, että viljeltyä kalaa ei voi käyttää samaan lajiin kuuluvien kalojen rehuna. Esimerkiksi kirjolohiperkeiden käyttö kirjolohille tarkoitetun rehun valmistuksessa ei ole sallittua.

Käytettäessä merialueen tai merikalojen nousualueen kaloja tai niiden perkeitä kalarehukseksi, tulee niiden olla käsiteltyjä maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 783/2015 mukaisesti. Sisävesialueelta pyydettyjä kaloja tai niiden perkeitä saa käyttää rehuna sellaisenaan, jos toimivaltaisen viranomaisen arvion mukaan niiden käyttöön ei liity eläintautien leviämisen riskiä. Jos tuorerehun käyttöä välttämättä halutaan, on suositeltavaa käyttää käsittelemättömänä rehuna vain viljelylaitoksen omasta vesistöstä pyydettyä kalaa. Loisten takia rehuksia on syytä pitää pakasteessa muutamia päiviä.

Rehujen käyttö elintarviketuotantoeläimille on tarkoin säädeltyä. Kalanviljelijöiden on rekisteröidyttävä Ruokavirastoon rehualan alkutuotannon toimijaksi. Alkutuotannon rekisteröivät toiminnot ovat rehun tuotanto, rehun sekoittaminen tilan omaan tarpeeseen käyttämättä lisäaineita tai esiseoksia muuten kuin täydennysrehujen sisältäminä ja kotoisten rehujen ja/tai ostorehujen käyttö elintarviketuotantoeläinten ruokintaan. Edellä mainittuja toimintoja harjoittavien tuottajien on noudatettava rehuhygieniasäätöjen säännöksiä, jotka liittyvät hygieniaan ja tietojen kirjaamiseen. Lisäksi tuottajien on noudatettava tuotantoeläinten ruokinnassa käytettäviä hyviä toimintatapoja, jotka liittyvät eläinsuojien ja ruokintalaitteiden puhtauteen, rehun varastointiin ja jakeluun, vesiviljelyssä käytetyn veden laatuun sekä henkilöstön pätevyyteen. Vaatimukset koskevat myös rehujen kuljetusta, varastointia ja käsittelyä tuotantopaikalla.

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 lammikolla tulee olla omat harjat, haavit, liipit ym. usein tarvittavat välineet. Välttämättömät yhteiset välineet on aina pestävä ja desinfioitava 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. Tähän tarkoitukseen ei ole tällä hetkellä biosidilainsäädännön mukaisesti hyväksyttyä valmistetta, joten kyseiselle käytölle on haettava Tukesin poikkeuslupa (ks. biosideistä luvusta 20). Kassikasvatuspaikkojen kesannoinnista on saatu hyviä kokemuksia mm. Norjassa. Kiertovesilaitoksen altaiden ja välineiden desinfioinnissa voidaan käyttää samoja aineita ja työtapoja kuitenkin varmistaen, ettei desinfiointi ulotu biosuodattimeen, jonka bakteeritoiminta häiriintyy helposti. Kiertovesilaitoksen desinfiointi tarttuvan kalataudin vuoksi on suunniteltava tapauskohtaisesti rakenteiden monimutkaisuuden vuoksi.

Kalankuljetusvälineistö muodostaa riskin tartunnanaiheuttajien siirtymiselle, kun liikutaan alueelta toiselle. Kalakuljetusten järjestämiseen on kiinnitettävä tarkoin huo-

miota varmistuen siitä, että kuljetusvälineistö desinfioidaan huolellisesti aina kuljetusten välissä, kosketusta eri vesistöjen tai pitopaikkojen välillä ei synny ilman esimerkiksi siirtoputken desinfiointia, ja vedenvaihto, mikäli sellaista tarvitaan, on turvallista sekä kuljetettaville kaloille että purkuveden lähistön vesistöille.

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.

Laitoksen eri alueille pääsy on varminta järjestää ns. tautisulun (hygieniasulku) kautta, jossa vähintään huolehditaan jalkineiden desinfioinnista tai vaihtamisesta suojajalkineisiin, vierailun tarkoituksesta riippuen myös muun vaatetuksen vaihtamisesta. Tautisulku toteutetaan siten, että suora kulku erillisinä pidettäville alueille estetään. Myös laitoksen omien työntekijöiden käytössä tulee olla pitopaikan eri yksiköiden välillä (hautomo- ja pikkupoikashalli, kasvatushallit, allasalueet, lähettämö) välillä astia, jossa kengät desinfioidaan tai vaihdetaan alueelle mentäessä ja sieltä poistuttaessa. Desinfiovaa 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. Turvallisinta olisi kierrättää vieraita lammikkoalueella autolla.

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

Eläimet

Muutkin eläimet kuin kalat voivat levittää tauteja laitokseen ja laitoksen sisällä. Lokit, merimetsot, haikarat, 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. Merialueella taudinaiheuttajia voi kulkeutua hylkeiden mukana.

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.
- Lokkilangoilla tai -verkoilla vaikeutetaan lintujen pääsyä ottamaan kaloja altaasta.

- Aidataan laitosalue tai ainakin allasalue. Käytetään tarvittaessa karja- ja hevostaloudesta tuttua sähköpaimenta estämään saukkojen pääsyä laitosalueelle.

Lisätietoja:

[Sivutuoteasetuksen mukaisesti hyväksytyt laitokset](#)

[MMM asetus 783/2015 eläimistä saatavista sivutuotteista](#)

[Ruokaviraston ohjeistusta rehualan toimijoille](#)

[Ruokaviraston ohjeistusta kuolleiden kalojen hävittämiseen](#)

15. Mädin kylvetys vesihomeen torjumiseksi

Haudottavan mädin joukossa oleviin kuolleisiin mätijyviin tarttuu helposti vesihome, mm. *Saprolegnia*-leväsieni. Leväsienirihmat muodostavat runsaasti uusia itiöitä ja uutta rihmastoja, 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 vesihometartunnan eliminoimiseksi.

Formaliini

Malakiittivihreän käytön kieltämisen jälkeen hautomotoiminnassa jouduttiin etsimään korvaavia käsittelyjä vesihomeen torjumiseksi. Luonnonvarakeskuksen kalanviljelylaitoksilla päädyttiin formaliinin käyttöön, joka oikein annosteltuna torjuu vesihomeen tehokkaasti ja turvallisesti. Erilaisten olosuhteiden takia mädin kylvetysmenetelmät ja formaliinipitoisuudet vaihtelevat kalanviljelylaitosten välillä. Oleellista on, että eri olosuhteisiin löydetään parhaiten sopiva menetelmä ja riittävä formaliinimäärä, jolla vesihome saadaan ehkäistyä mädin elinvoimaisuutta vaarantamatta, ks. formaliinikylvetyksestä tarkemmin luvusta 17. Kalojen lääkitseminen.

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

Formaliinia käsiteltäessä on tärkeää suojautua tarkoitukseen sopivin suoja-asuin sekä käyttää A-luokan suodattimella varustettua moottoroitua hengityssuojainta (Kuva 55). Mahdollisuuksien mukaan formaliinikylvetykset on syytä tehdä esim. ajastetuin annostelupumpuin varsinaisen työajan ulkopuolella, jolloin kyseisissä tiloissa ei tarvitse kylvetyaikana työskennellä.

Seuraavassa kerrotaan muutama käsittelymenetelmä, joita voi soveltaa eri olosuhteissa. Valittavaa menetelmää testattaessa suositellaan käytettäväksi formaliiniin sekoitettua väriainetta (elintarvikeväri), jotta nähdään liuoksen leviäminen mädin sekaan.

Kiertovesimenetelmä

Haudontavettä kierrätetään haudontayksiköiden läpi kylvetyksen ajan. Formaliini (38 %) annostellaan lappoletkulla tai annostelupumpulla kiertovesisäiliöön. Kemikaalin kylvetyksaikainen pitoisuus (esim. 1:2 500) lasketaan kokonaisvesimassan mukaan. Kylvetys kestää 30-60 minuuttia, jonka jälkeen kierto on vaihdetaan vettä 1-2 tunnin ajan. Kylpy toistetaan 3-7 kertaa viikossa. Kylvetyskertoja voidaan vähentää tai ne voidaan kokonaan lopettaa 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.

Läpivirtauskylvetyks

Formaliini (38 %) annostellaan lappoletkulla tai annostelupumpulla kaukalon tai saavin tuloveteen niin että pitoisuudeksi tulee esim. 1:1 300 kokonaisvesimäärään nähden. Annostelu toistetaan 3-7 kertaa viikossa olosuhteet ja vesihomeen tartuntauhka huomioiden.

Lyhyt kylpy

Haudontakaukalon tulovesitys seisautetaan kylvetyksen ajaksi. Formaliinin (38 %) pitoisuus 1:2 500 - 1:3 000 lasketaan kokonaisvesimäärään nähden. Tarvittava formaliinimäärä sekoitetaan pariin litraan vettä ja kaadetaan varovasti ja tasaisesti jakaen mätiasettien päälle. Tulovesitys laitetaan päälle ½-1 tunnin päästä. Annostelu toistetaan 3-7 kertaa viikossa olosuhteet ja vesihomeen tartuntauhka huomioiden.

Menetelmä ei vaadi niin suurta formaliinipitoisuutta kuin läpivirtauskylvetyksessä, mutta on paljon työläämpi.

Muut mahdolliset kylvetysaineet

Kirjallisuuden mukaan myös vetyperoksidia (H_2O_2) voidaan käyttää vesihomeen ehkäisyyn 15 minuutin kylpynä annostuksella 500-1 000 mg/litra.

Peretikkahapon käyttöä on kokeiltu, mutta tarkempaa tietoa tarvittavista pitoisuuksista ja vaikutusajoista eri olosuhteissa ei ole vielä saatavissa.

Näitä aineita käytettäessä mädin kylvetykseen on varmistuttava siitä, että käytettävä valmiste on lääkelatuista, tai löytyy biosidilainsäädännön mukaisesti tarkoitukseen hyväksytty valmiste tai lupaa on haettu ja sen käsittely on kesken. Katso tarkemmin biosideistä luku 20.

Kuva 55. Formaliinikylvetyks käynnissä Luonnonvarakeskuksen Enonkosken kalantiljelylaitoksella. Kalastusmestari Kimmo Mannilla on kylvetyksen aikana käytössä moottoroitu hengityssuojain (Kuva Juha-Pekka Turkka, Luke)



16. 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 oltava neutraali (6,8), jotta jodoforien myrkyllisyys ei lisääntyisi. Asianmukainen desinfiointitila varmistaa hyvän lopputuloksen (Kuvat 56, 57).

Vastalypsetyn mädin desinfiointi on tehtävä erittäin huolellisesti, koska väärin tai vääränä ajankohtana tehtynä se voi johtaa suuriin tappioihin. Harjuksen mätiä ei suositella desinfioitavaksi vastalypsettynä, 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.
- Lisätään jodofori käyttöohjeen mukaisesti.
- Mäti upotetaan liuokseen 10-15 minuutin ajaksi ja sekoitetaan varovasti 2-3 minuutin välein koko desinfektion ajan.
- Huuhdellaan mäti useita kertoja fysiologisella suolaliuoksella.
- Käytetty jodoforiliuos hävitetään käyttöohjeen mukaisesti

Silmäpisteasteella oleva mäti:

- Kuolleet mätijyvät poistetaan silmäpisteasteisesta mädistä.
- Lisätään jodofori käyttöohjeen mukaisesti.
- Mäti upotetaan liuokseen 10-15 minuutin ajaksi ja sekoitetaan varovasti 2-3 minuutin välein koko desinfektion ajan.
- Huuhdellaan mäti useita kertoja puhtaalla vedellä.
- Käytetty jodoforiliuos hävitetään käyttöohjeen mukaisesti

Nykyisin on saatavilla valmiiksi puskuroitua jodoforiliuosta tuotemerkillä Buffodine. Tuotteen mukana tulee suomenkielinen käyttöohje. Lisäksi tuotteella on oma käyttö-turvallisuustiedote.

Mädin desinfioidun muistilista (Eskelinen & Forsman 1996):

Desinfioi vain hyväksi todettua mätää

- optimaalinen lypsy aika
- oikeat lypsy- ja hedelmöitystekniikat
- huono mäti ei desinfioidulla parane

Desinfioi paisunutta mätää

- 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

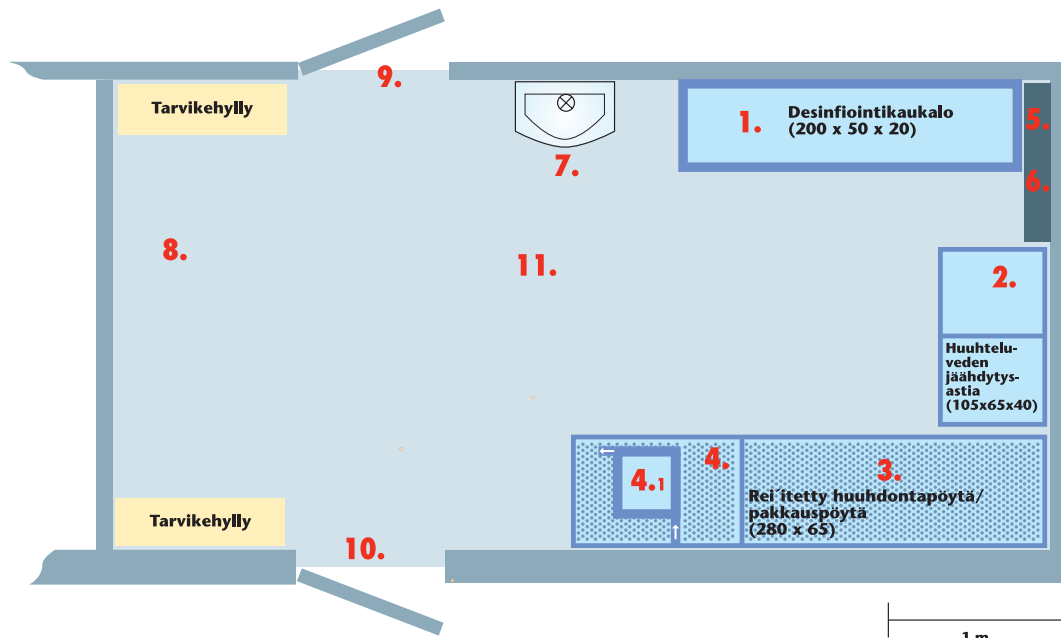
- käytä vain hyvänlaatuista jodoformia, tarkista parasta ennen leimaus
- desinfiointiaineen aliannostus voi vaarantaa tarkoituksen toteutumisen
- lievä yliannostus on harvoin haitallista

Mädin desinfiointiprosessissa on monta tärkeätä osatekijää

- desinfiointiaine, sen pitoisuus ja pH:n tarkistus
- mädin kehitysvaihe
- desinfiointin työtavat
- desinfiointin jälkeen mäti siirretään puhtaaseen veteen tai tulevaan kasvatuspaikkaan

Ennen desinfiointia silmäpisteasteinen mäti on puhdistettava

- eloperäinen aine heikentää desinfiointiaineen tehoa
- desinfiointiaineen tehon heikkeneminen vaarantaa tarkoituksen toteutumisen



Kuva 56. Pohjapiirros toimivasta mädin desinfiointitilasta ja varustelusta. Luke, Taivalkoski.

1. Desinfiointikaukalo: Vetoisuus on noin 100 l desinfiointinestettä. Kerralla voidaan desinfioida noin 20 l (neljä asettia) mätää. Yläpuolella on poistoimuri, joka imee desinfiointiaineen höyryt ulos. Kaukalo on vaipallinen ja vaipan sisällä kulkee lämpötilaa tasaava jäähdytysvesi. Käytetty desinfiointineste neutraloidaan natriumtiosulfaattilla ja johdetaan viemäriin.
2. Huuhteluveden jäähdytysastia: Desinfioidun mädin huuhtelussa käytetty pohjavesi jäähdytetään 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 huuhdontapöydällä. Huuhteluvesi valuu rei'itetyn pinnan läpi alapuolella olevaa kourua myöten viemäriin.
4. Pakkauspöytä: Mäti pakataan styroksilaatikoihin pakkauspöydällä, jonka pintana on rei'itetty ritilälevy.
 - 4.1. Vaipallinen pakkausasetti: Styroksilaatikon 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 lattiakäivöjen 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 57. Mädin desinfiointi käynnissä. Jodoforiliuos värjää desinfioitavan mädin tummanruskeaksi (Kuva Matti Karjalainen, Luke).

17. Kalojen lääkitseminen

Yleistä

Kalat ovat elintarviketuotantoeläimiä ja niiden lääkitsemistä säädelään tarkasti lainsäädännöllä elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi. Vain eläinlääkäri saa määrätä eläimille lääkkeitä. Kaloille saa käyttää ainoastaan tuotantoeläimille sallittuja lääkkeitä. Kalojen lääkityksiin luetaan suun kautta annettavat, sairauden hoitoon tarkoitetut valmisteet kuten antibiootit, mutta myös kalojen kylvetykset, kun niitä käytetään hoidollisissa tarkoituksissa.

Lääkemääräystä vaativat lääkehoidot määrää hoitava eläinlääkäri varmistuttuaan lääkityksen tarpeesta. Ryhmälääkityksissä on hoidon tarve aina varmistettava näytteenotolla. 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 kalatautidiagnostiikkaan erikoistuneeseen laboratorioon, jotta taudin syyt voidaan luotettavasti selvittää.

Jos suun kautta annettava lääke sekoitetaan rehuun tehtaalla, eläinlääkäri toimittaa lääkemääräyksen rehutehtaalle lääkerehun saamista varten. Jos lääkkeen sekoitus rehuun tehdään kalanviljelylaitoksessa, saadaan lääke reseptillä apteekista tai suoraan eläinlääkäriltä.

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 eläinlääkärin on määrättävä varoaika pidennettäväksi, jos on todennäköistä, että lääkevalmisteen antamisesta aiheutuu jäämiä tavanomaista pidemmäksi ajaksi.

Eläinlääkärin on annettava kirjallinen tai muu luotettava selvitys tuotantoeläimelle antamastaan tai annettavaksi määräämästään 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). Lääkekirjanpitoon on merkittävä myös kalojen kylvetykset ja niissä käytetyt lääkeaineet, samoin nukuttaminen ja rokottaminen.

Kalojen lääkitseminen kylvettämällä

Silloin kun kylvetyt tehdään kalojen lääkitsemiseksi, tarvitaan eläinlääkärin itse tekemä diagnoosi tai hänen saamansa luotettava selvitys lääkityksen tarpeellisuudesta, ja käytettävien aineiden on oltava lääkelaatuisia (hankitaan eläinlääkärin kautta tai lääkemääräyksellä apteekista). Niistä on myös pidettävä elintarviketuotantoeläinten lääkekirjanpitoa.

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

Kylvetys aiheuttaa aina stressiä kaloille, jotka jo muutenkin ovat lois- tai bakteeritartunnan heikentämiä. Kylvetysaineet voivat mm. hidastaa kalojen kasvua, vaurioittaa kiduksia tai muuten heikentää kaloja, jolloin ne ovat alttiimpia sairastumaan myöhemminkin. Kalojen kylvetys täytyisi suorittaa vasta olosuhteiden huolellisen arvioinnin jälkeen ja kun taudinaiheuttaja on selvitetty.

Yhteenvetotaulukko kaloilla yleisimmin käytettävistä, myös ei-lääkinnällisistä kylvetysaineista (poislukien formaliini), ks. kappale 20. Laitoshygienia ja desinfiointi.

Kylvetyksen suorittaminen

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

Kylvetyksen suorittajan tulisi noudattaa seuraavia tärkeimpiä sääntöjä jokaisen kylvetyksen yhteydessä:

- Kylpy olisi hyvä suorittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, 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 kylvetys 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 kylvetysaineen pitoisuus**. Testaa liuos erikseen muutamalla kalalla varsinkin, jos käytät uutta kylvetysainetta tai pitoisuutta.
- **Valvo aina kylvetystä**. Keskeytä heti, mikäli kalat esim. näyttävät kärsivän hapen puutteesta.
- Seuraa veden happipitoisuutta ja käytä **hapatusta** 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 suojavarustusta**. Esimerkiksi formaliinia 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. Kylvetysaine lisätään veteen ja annetaan

vaikuttaa yleensä 15-60 minuuttia, jonka jälkeen altaaseen juoksetetaan normaali vesimäärä. Kylvyn aikana on aina vaarana hapen puute.

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

Huuhtelukylpy

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

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

Kastaminen

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

Kalojen siveleminen lääkeaineella

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

Kylvetysaineet

Formaliini

Teho: Formaliini on erittäin tehokas alkueläinten (paitsi *Chilodonella*) häätämiseen. Voimakas kylpy tappaa myös monogeeniä, 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 38 % formaliini = 167-125 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 38 % formaliniä = 250 - 200 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 38 % formalini eli 40 - 50 ml/1 000 l vettä 24 tuntia. Monogeenien, äyriäisten ja juotikkaiden häätäminen voi vaatia suurempia pitoisuuksia: 1:1 700 eli 600 ml/1 000 l, 15-30 min, mutta tämä pitoisuus alkaa olla jo kalojen kestokyvyn rajoilla.

Huomioi että formaliniainvalmisteita on eri pitoisuuksia. Taulukossa esimerkkejä kahden eri formaliniinipitoisuuden käyttömääristä eri vesitilavuuksissa ja käyttöpitoisuuksissa:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	38 % (380 g/l) formalini, ml			30 % (300 g/l) formalini, ml		
			1:6 000 (0,065 g/l)	1:5 000 (0,08 g/l)	1:4 000 (0,1 g/l)	1:4 800 (0,065 g/l)	1:4 000 (0,08 g/l)	1:3 100 (0,1 g/l)
1	10	100	17	20	25	21	25	32
1	20	200	35	40	50	42	50	65
4	10	400	70	80	100	85	100	130
4	20	800	140	160	200	170	200	260
50	20	10 000	1 700	2 000	2 500	2 110	2 530	3 170
50	30	15 000	2 550	3 000	3 750	3 170	3 800	4 750

Haittavaikutuksia: Formaliini sitoo happea, joten vettä täytyy hapettaa kylvetyksen ajan varsinkin korkeissa lämpötiloissa. Formaliinin myrkyllisyys vaihtelee kalalajin ja lämpötilan mukaan. Älä käytä formaliniä kaloille, joiden kidukset ovat huonossa kunnossa. Formaliini aiheuttaa kidusepiteelin irtoamista, mistä on seurauksena häiriöitä vesi- ja ionitasapainossa sekä happo-emästasapainossa. 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 käyttökelvoton, paraformaldehydiksi muuttunut liuos ongelmajätteen käsittelylaitokselle.

Kiertovesilaitoksilla formaliniin käytön aikana tulee tarkkailla biosuodatuksen toimintaa, sillä käyttö haittaa nitrifikaatiota. Jos mahdollista, niin eri altaiden kylvetystä tulee porrastaa useille päville niin, että biosuodattimelle kulkeutuva formaliniin määrä pysyisi mahdollisimman pienenä.

Lääkelaatuisen formaliniin toimitushäiriöiden vuoksi Tukes on myöntänyt formaliniinille biosidiasetuksen mukaisen 180 vrk poikkeusluvan 14.10.2025 asti poikkeukselliselle käytölle kalojen ja poikastuotantomädin sekä veden desinfiointiin.

Formaliini 38 % + Peretikkahappo (PAA) 12:20

Teho: Formaliini yhdistettynä desinfiointiin peretikkahapolla PAA12:20 (ks. luku 20) on osoittautunut käyttökelpoiseksi valkopilkkutaudin hoidossa. 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 (kalkin käytöstä ks. luku 20).

Annostus: Ennen kylvetystä tarvittava formaliinimäärä (1:20 000-25 000, katso annostusohjeet edellä) ja PAA12:20 (1:125 000-1:100 000) -määrä voidaan sekoittaa erillisessä astiassa tai tankissa pieneen vesimäärään. 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. Kylvetys toistetaan 1-3 kertaa viikossa 4-6 viikon ajan, tai niin kauan kuin pilkkuja kaloissa havaitaan.

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

Yhteenveto formaliinikylvetyksissä käytettävistä pitoisuuksista:

Aine	Pitoisuus	Aika	Kalan ikä	Hoidettava tartunta
Formaliini 38 %	1:6 000 - 1:8 000 (0,06 - 0,05 g/l)	huuhtelu- 15 min	vk-3 kk	loiset paitsi <i>Chilodonella</i> , vesihome
	1:4 000 - 1:5 000 (0,1 - 0,08 g/l)	15-30 min	3 kk-emot	loiset paitsi <i>Chilodonella</i> , vesihome
	1:20 000 - 1:25 000 (0,02 - 0,015 g/l)	huuhtelu	3 kk-emot	valkopilkkutauti
Formaliini 38 %	1:20 000 - 1:25 000 (0,02-0,015 g/l)	huuhtelu	3 kk-emot	valkopilkkutauti
+ PAA12:20	1:125 000 - 1:100 000 (1 - 1,2 mg/l)			

Peretikkahappo

Teho: Peretikkahappo heikentää bakteereiden kasvua, inaktivoi homeitiöitä ja hajottaa orgaanista ainetta. Kaupalliset peretikkahappotuotteet sisältävät myös vetyperoksidia ja etikkahappoa. Esimerkiksi PAA12:20 tuote sisältää noin 12 % peretikkahappoa ja 20 % vetyperoksidia. Peretikkahappo on turvallisempi sekä vesiluonnolle että ihmisille kuin formaliini ja sitä käytetään mm. Tanskassa pieninä pitoisuuksina kierto-vesilaitosten vedenlaadun yleiseen parantamiseen, orgaanisen aineen hajotukseen sekä loisten ja vesihomeen torjuntaan. Peretikkahappo tehoaineena on hyväksytty käyttöön biosidina, mutta valmistella tulee olla biosidilainsäädännön mukainen PT3-ryhmän käyttöluva (ks. tarkemmin luku 20). Tukes on myöntänyt biosidiasetuksen mukaisen 180 vrk poik-

keusluvan 14.10.2025 asti peretikkahapon käytölle kalojen ja poikastuotantomädin sekä veden desinfiointiin. Peretikkahappoa on myös lääkelatuisena, jolloin sen saatavuudesta tulee keskustella hoitavan eläinlääkärin kanssa.

Annostus: Kirjallisuuden mukaan 1 mg/l peretikkahappoa vähentää bakteerien määrää vedestä. Käytettävään annostukseen kalanviljelylaitoksella vaikuttaa kalan laji ja ikä, veden laatu ja käytettävät biosuodattimet. Käytön yhteydessä tulee tarkkailla sekä kalojen käytöstä että biosuodatuksen toimintaa, sillä käyttö haittaa nitrifikaatiota.

Haittavaikutuksia: Kirjallisuudessa on havaittu 3,2 mg/l peretikkahappopitoisuuden aiheuttavan 80 % kuolleisuutta lohen poikasille, kirjolohella vuorostaan ei havaittu haittavaikutuksia peretikkahappopitoisuuksissa jotka olivat 2,8 mg/l tai alle. Yliannostus on myrkyllistä kaloille ja pienempinä pitoisuuksina voi pitkään käytettynä heikentää biosuodatuksen toimintaa.

Vetyperoksidi

Teho: Vetyperoksidia voidaan käyttää vesihomeen ja myös bakteeriperäisten kidus-, iho- ja evätulehdusten torjunnassa. Vetyperoksidi on todettu yhdeksi vaihtoehdoksi malakiittivihreän tilalle. Vetyperoksidi tehoaineena on hyväksytty käyttöön biosidina, mutta valmisteella tulee olla biosidilainsäädännön mukainen PT3-ryhmän käyttöluva (ks. tarkemmin luku 20). Hyväksytyjä valmisteita ei ole Suomen markkinoilla, mutta Tukes on myöntänyt biosidiasetuksen mukaisen 180 vrk poikkeusluvan 14.10.2025 asti poikkeukselliselle käytölle kalojen ja poikastuotantomädin sekä veden desinfiointiin. Vetyperoksidia on myös lääkelatuisena, jolloin sen saatavuudesta tulee neuvotella hoitavan eläinlääkärin kanssa.

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 formaliinikylvetyksissä.

Malli pitoisuustaulukosta. Laadi vastaava omalle laitokselle sopivaksi:

Allas, m ²	Veden korkeus, cm	Tilavuus, litraa	50 % vetyperoksidi-liuos, ml	
			50 mg/litra	100 mg/litra
4	10	400	40	80
4	20	800	80	160
50	20	10 000	1 000	2 000
50	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 kidusvaurioita.

Kalojen lääkitseminen suun kautta

Bakteeritautien hoidossa joudutaan joskus turvautumaan antibiootteihin tai suun kautta annettaviin loislääkityksiin. Suomessa kaloille yleisimmin käytetyt antibiootit ovat oksitetrasykliini, florfenikoli ja trimetopriimi-sulfonamidit. Lisäksi kalatäiden häätöön on Suomessa markkinoilla emamektiinibentsoaattia sisältävä valmiste. Nämä lääkitykset annetaan kaloille useimmiten rehun mukana.

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 antibioottil herkkyysmäärittystä varten. 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 lääkettä sisältävän rehun lisäksi. Tällöin vuorokaudessa syötettävä lääkerehumäärä jaetaan eläinlääkäriin ohjeen mukaan 2-3 annokseen, eikä syötetä kaikkea esim. aamuruokinnan yhteydessä. Mikäli lääke sekoitetaan rehuun itse, on erittäin tärkeää noudattaa annettuja sekoitusohjeita, jotta rehussa on oikea määrä lääkeainetta. Liian vähän lääkettä sisältävä rehu ei tehoa ja edistää myös resistenttien bakteerikantojen kehittymistä, ja toisaalta myös yliannostusta tulee välttää, koska esim. trimetopriimi-sulfonamidilla hoitoon tarvittava annostus on melko lähellä tasoa, joka on kalalle myrkyllinen. Oksitetrasykliinin yliannostuksen on todettu aiheuttavan selkärangan epämuodostumia.

Työturvallisuuden sekä rehun tasaisen lääkepitoisuuden varmistamiseksi on suositeltavaa, että kalojen lääkintään käytettävät valmisteet sekoitettaisiin ensisijaisesti rehutehtailla. Lääkerehun valmistukseksi katsotaan lääkerehuihin tarkoitettujen esisekotteiden (premix) sekoittaminen rehuun. Jos valmistetaan valmiin lääkkeen ja rehun sekoitusta, tätä ei lääkerehuasetus koske, mutta (EU) 2024/1159 asettamat velvoitteet tulee huomioida. Mikäli lääke sekoitetaan rehuun itse, 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 pölyvää 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 n. 3 minuuttia.
- On tärkeää noudattaa yllä mainittua aineiden sekoitusjärjestystä.

Laskuesimerkki rehun ja lääkkeen 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 g/500 kg kalaa/vrk
- esimerkkivalmisteesta 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

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

Lääkityllä kalalla on tietty varoaika, ennen kuin sitä saa luovuttaa elintarvikkeeksi. Varoaika on valmistekohtainen ja sen ilmoittaa lääkkeen määräävä eläinlääkäri. Varoajkojen noudattaminen on välttämätöntä, ettei kulutukseen menevässä kalassa esiintyisi haitallisia lääkemuurijäämiä. Käytetyistä lääkkeistä on pidettävä kirjaa, ja hoidetut altaat tulee merkitä selvästi varoikoineen.

Varoaika lasketaan seuraavasti: varoaika (vrk) = lääkkeen varoaika astevuorokausina/lämpötila

Esimerkiksi, jos varoaika on 500 astevrk ja veden lämpötila on 15 °C hoidon aikana, lasketaan varoaika : $500 \text{ vrk} / 15 = 33 \text{ vrk}$

Lisätietoja:

[MMM Eläinten lääkitsemistä koskeva lainsäädäntö](#)

18. Kalojen rokottaminen

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

Suurin osa mereen jatkokasvatukseen siirrettävistä kaloista on nykyään rokotettu vibriosia, paisetautia sekä yersinioosia vastaan. Raportoidut vibriooosi- ja paisetauti-tapaukset ovat selvästi vähentyneet lisääntyneen rokotuksen myötä, ja kalanviljelyssä käytettävien antibioottien määrä on myös laskenut huomattavasti viime vuosikymmenien aikana. Rokotteita saa vain eläinlääkäriin lääkemääräyksellä.

Rokotuksen periaatteet

Rokotuksessa kalan elimistöön viedään tiettyjä vaarattomiksi tehtyjä tautia aiheuttavia bakteereja tai niiden osia. Myös virus- ja loistauteja vastaan on kehitetty rokotteita, joita ei kuitenkaan Suomessa ole saatavilla. Rokote aktivoi kalan puolustusjärjestelmää ilman, että siitä 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.

Rokotteiden koostumus

Rokotteen vaikuttavana aineena toimii antigeeni, joka on joko elävä, heikennetty tai tapettu kokonainen taudinaiheuttaja, tai osia siitä. Tämän lisäksi rokotteet sisältävät tyypillisesti tehosteaineita (adjuvantti) ja apuaineita. 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 jäätä. 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 saostu-

maa 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 paasotetaan 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. Rokote pistetään kalan vatsaonteloon vatsaevien etupuolelle, keskilinjasta hieman oikealle (Kuva 58). Ennen rokottamista tulisi avata muutama kala ja varmistaa että neulan pituus on oikea. Neulan tulisi kokonaan läpäistä kalan vatsaontelon seinämä, mutta ei pistää sisäelimiin. Mitä paremmin kala on lajiteltu etukäteen, sen paremmin neulan pituus sopii, kunhan ensin on valinnut oikean pituuden. 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



Kuva 58. Rokote pistetään kalan vatsaonteloon vatsaevien etupuolelle, kalan keskilinjasta hieman oikealle. Ohjaimet rokotuspysyissä suojaavat rokottajaa harhapistoilta (Kuva Lars-Gustaf Lönnström, Åbo Akademi).



Kuva 59. Nukutettuja siikoja ohjataan rokotuskoneeseen (A), joka myös lajittelee kalat rokotuksen jälkeen (B) (Kuvat Harri Orenius, Aqua Care Oy).

59). Kone myös tunnistaa, jos kala on syötetty väärin päin, eikä pistä kalaa selkään vaan palautta kalan rokotamattomien altaaseen. Nykyiset koneet eivät kuitenkaan pysty rokotamaan 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. Kun öljypohjainen rokote on ravistettu kunnolla esim. minuutin, tulisi sen pysyä sen jälkeen homogeenisenä. Jos rokote erottuu uudestaan ravistamisen jälkeen ei sitä tule käyttää. 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 säädettävä lämpökaappi rokotteille. Lisäksi ne puhdistavat neulan jokaisen piston jälkeen ja ilmoittavat milloin neula tulisi vaihtaa.

Öljypohjaiset rokotteet antavat parhaimman suojan paistetautia 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. Vesiliukoisen Yersinia-rokotteen antaminen upotusrokotuksena antaa hyvän suojan taudinpurkauksia vastaan yhdelle kasvukaudelle. Suomen kalanviljelyssä kaivataan kolmoisrokotetta, jossa olisi paistetaudin 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. Vesipohjaisen rokotteen teho lasketaan yleensä kuukausissa, eikä se välttämättä enää tarjoa tehokasta suojaa seuraavalle kasvatuskaudelle.

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 asteapäivistä 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:een eikä pakkassäällä. Pakkasella on vaarana, että kalojen kidukset ja silmät jäätyvät, kun ne nostetaan vedestä. Lisäksi pakkasella 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. smolttiutumisen ja sukukypsytymisen, 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. Esimerkiksi tetrasykliinien 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 kudosaireydytys, haava- tai yleisinfektio tai pahimmillaan allerginen reaktio. Toistuvat rokotusvahingot saattavat johtaa herkistymisen myötä voimakkaampiin allergisiin reaktioihin (esim. anafylaktinen shokki). Jos pistää öljypohjaista rokotetta vahingossa itseesi, ota heti yhteyttä lääkäriin. Rokotteen mukana tulee aina valmisteyhteenveto, jossa on rokotevalmistetta, sen käyttöä ja säilytystä koskevat tiedot. Harhapistoja voi ehkäistä asentamalla rokotuspistooliin ohjaimet, joiden väliin kala asetetaan (Kuva 58).

Rokotus suojaa kalaa noin kaksi vuotta

Öljypohjainen rokote antaa kalalle suojan tautia vastaan kahdeksi vuodeksi. Käytännössä tämä tarkoittaa, että suoja kestää ruokakalan elämän loppuun saakka. 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 kehittymisessä. 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.

Vibrioosia 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

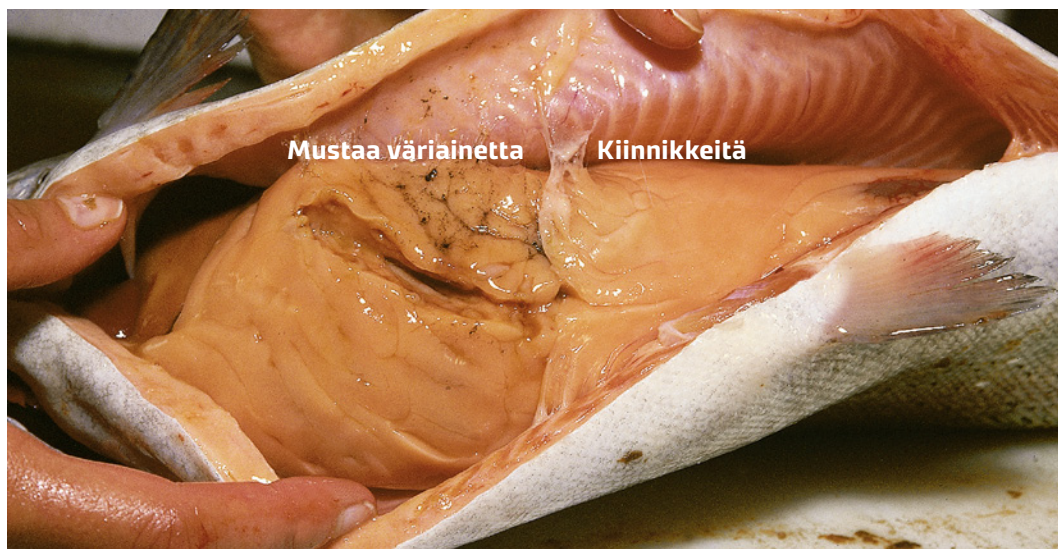
puhkeaa rokotetussa parvessa, se ei yleensä aiheuta yhtä suurta kuolleisuutta kuin rokottamattomassa parvessa. Tällöin yksi hoitokuuri yleensä riittää taudin torjumiseksi.

Pistorokotusten aiheuttamat haittavaikutukset

Pistettävät rokotteet aiheuttavat eri asteisia tulehdusreaktioita 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 60). Kalalajien välillä on kuitenkin eroa reaktion voimakkuudessa: kirjolohilla, joita ylivoimaisesti eniten Suomessa rokotetaan, näitä muutoksia ei juuri havaita, mikäli rokotus on oikein suoritettu. 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 seinämässä jättäen jälkiä perattuun kalaan. Myös tummaa väriainetta saattaa olla runsaasti, ja jälkiä jää perattuun kalaan.



Kuva 60. Rokote saattaa aiheuttaa kalan vatsaontelossa tulehduksen, erityisesti jos rokotetaan taimenia. Tästä on seurauksena kiinnikkeet kalan sisäelinpaketin ja vatsaontelon seinämän välillä. Rokotuskohtaan saattaa kertyä myös mustaa väriainetta (Kuva Vesa Mylly, Ruokavirasto).

Kun pistorokotetaan on vaarana, että toisinaan neula joko pistetään liian syväälle 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, mikä ongelma on poistunut käytettäessä uusia rokotuskoneita.

19. 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.

Nukutusaineet hankitaan eläinlääkärin kautta. Suomessa ei ole tällä hetkellä myyntiluvallista kalojen nukuttamiseen tarkoitettua eläinlääkevalmistetta. Trikaiini-metaanisulfonaattia sisältävän Tricaine Pharmaq 1000 mg/g -valmisteen käyttö vaatii Fimean myöntämän erityisluvan. Trikaiinimetaanisulfonaattia sisältävän jauhemuotoisen lääkevalmisteen Tricaine Pharmaq varoaika on elintarvikkeeksi menevälle kalalle 70 astevuorokautta. Puskuroimaton trikaiini -liuos on hapan ja ärsyttää kalaa. Neutraaliksi puskuroidun (ruokasooda, NaHCO_3) liuoksen käyttö on siten suositeltavaa.

Aiemmin nukutukseen käytetystä bentsokaiinista ei ole tällä hetkellä saatavilla hyväksyttyä valmistetta Suomen markkinoilla, mutta EU-alueella on myyntiluvallisena kalojen nukutukseen tarkoitettuja bentsokaiini-lääkevalmisteita, joiden käyttöön saamiseen hoitava eläinlääkäri voi hakea erityslupaa. Huonosti veteen liukenevan bentsokaiiniliuoksen lisääminen kalojen nukutusveteen on tehtävä hitaasti esim. ruiskulla ohuen neulan kautta samalla vettä hyvin sekoittaen.

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:

Nukutettaessa kaloja trikaiinilla käytetään nukutusainepitoisuutta 80-100 mg/litra. Kun kaloja merkitään, on niiden oltava täysin rauhallisia. Merkinnässä käytetty pitoisuus on 140 mg/litra. Valmistajan ohjeen mukaan taimenlajeilla voidaan käyttää nukutusainepitoisuutta aina 180 mg/litraan asti.

Trikaiini-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 trikaiinia ja 20 g ruokasoodaa litraan vettä (2 %:n liuos). Säilyy tummassa pullossa 1-2 vuotta.

Lohikalojen nukutukseen käytettävät ohjeelliset pitoisuudet ovat seuraavat:

Trikaiini 80 mg/l	Trikaiini 100 mg/l	Trikaiini 140 mg/l
Varastoliuosta 40 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 vältä 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.

Käytetty nukutusliuos suodatetaan aktiivihiiisuodattimella ennen laimentamista kalanviljelylaitokselta poistettavaan jäteveeteen. Vaihtoehtoisesti käytetty liuos siirretään vedellä täytettyyn säiliöön, josta se poistetaan hallitusti laimennettuna jäteveden mukana.

20. Laitoshygienia ja desinfiointi

Laitoksen puhtaanapito ja desinfiointi

Päivittäinen puhtaanapito

Tautien tehokas torjunta kalanviljelylaitoksella edellyttää hyvää yleistä siisteyttä ja järjestystä (Kuva 61). 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.

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. Happamilla 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. Nykyään on saatavilla tehokkaita puhdistusaineita, joilla on myös hyvä desinfiointiominaisuus.

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



Kuva 61. Tautien hallinnan kannalta oleellista on laitosten siisteys ja hyvä järjestys sekä allaskohtaiset välineet (Kuva Matti Karjalainen, Luke).

Desinfiointi

Desinfiointi on tarpeen etenkin seuraavissa tilanteissa:

- Välineitä ja kalustoa siirtyy 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. Eläinlääkintäviranomaiset antavat erilliset ohjeet laitoksen saneerauksesta ja desinfioinnista.

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

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.

Fysikaalisia menetelmiä

Lämpö

Saunan tai lämpökaapin kuuma, kuiva ilma, jossa desinfioitavan kohteen lämpötila on yli 70 °C vähintään tunnin ajan, soveltuu hyvin monien 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.

UV-sädetys

Ultraviolettivaloa, aallonpituudeltaan noin 254 nm, käytetään kalanviljelylaitosten veden desinfioinnissa. UV-valoa käytetään lähinnä hautomoiden tuloveden ja kiertovesilaitosten veden desinfiointiin, mutta sen teho riippuu veden laadusta. Ennen UV-sädetystä tulee vedestä poistaa suodattamalla kaikki ylimääräiset partikkelit. Yleisimmät kalabakteerit ja IHN-virus tuhoutuvat jopa 99,9 %:sti, jos säteilyannos on noin 5 mJ/cm². ja veden laatu on optimaalinen. IPN-viruksen vastaava vähentäminen vaatii noin 125 mJ/cm² säteilyannoksen.

Kemiallisia menetelmiä

Desinfiointiaineet ovat biosidejä

Desinfiointiaineet ovat biosidejä, joita säännellään biosidiasetuksella (EU) N:o 528/2012. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) toimii biosidiasetuksen mukaisena toimivaltaisena viranomaisena. Tukes vastaa biosidiasetuksessa toimivaltaiselle viranomaiselle

osoitetuista tehtävistä, kuten biosidisten tehoaineiden ja biosidivalmisteiden riskin-arvioinnista, biosidivalmisteiden hyväksymisestä ja biosideihin liittyvän neuvonnan toteuttamisesta. Tukes pitää rekisteriä kemikaalilain mukaan tehtävistä ilmoituksista ja tekemistään biosidivalmisteiden hyväksymispäätöksistä.

Desinfiointiaineet jaotellaan valmisteryhmiin (product type, PT 1-5) käyttötarkoituksensa mukaisesti. Suomessa voi myydä ja käyttää vain sellaisia biosidivalmisteita, jotka ovat vaatimusten mukaisia. Asetuksen siirtymäaikaana kaikki valmisteet eivät vielä kuulu lupamenettelyjen piiriin. Tällä hetkellä valmistetietoja voi hakea Kemidigistä (www.kemidigi.fi) tai sen alaisesta biosidirekisteristä. Unionin luvan (EU:n laajuinen lupa) saaneet biosidivalmisteet löytyvät vain [Euroopan kemikaaliviraston \(ECHA\) kotisivuilta](#).

Jos valmisteryhmän PT3 (Eläinten hygieenia) käyttöön tarkoitetussa valmisteessa on esimerkiksi vain seuraavia biosidisia tehoaineita, on valmisteelle jo pitänyt hakea biosidiasetuksen mukaista valmistelupaa määräaikaan mennessä: natriumhypokloriitista vapautunut aktiivinen kloori, vetyperoksidi, peretikkahappo, jodi ja PVP-jodi, isopropanoli ja n-propanoli, glutaraldehydi, kalsiumoksidi, kvatit didekyylidimetyyliammoniumkloridi (DDAC) (CAS-numero 7173-51-5) ja alkyyli-(C12-16) dimetyylibentsyyliammoniumkloridi (ADBAC/BKC) (CAS-numero 68424-85-1), trivetyptentakaliumdi(peroksimonosulfaatti)disulfaatti (CAS-numero 70693-62-8). Laajempi listaus tehoaineiden tilanteesta löytyy Tukesin julkaisusta ”Desinfiointiaineet eläinperäisten elintarvikkeiden alkutuotannossa”. Tukes on myös laatinut oppaan ”Opas biosidivalmisteiden olosuhdevalvontaan ympäristöviranomaiselle”. Viranomaisten lisäksi opas on hyödyllinen myös toiminnanharjoittajille. Oppaan luvussa 4.2. on selkeät ohjeet, kuinka tarkastetaan, onko valmisteiden käyttö sallittua Suomessa.

Desinfiointiaineen ja -valmisteiden valinta

Vaikuttavan aineen (valmisteiden tehoaineen) ja desinfiointivalmisteiden valinnassa tulee ottaa huomioon etenkin sen **soveltuvuus suunnitellussa käyttökohteessa** tuotanto-eläintiloissa (valmisteryhmä, PT 3) tai tiloissa, joissa on elintarvikkeita tai rehuja (PT 4). Eläintiloihin sopivia tehoaineita ovat esimerkiksi glutaraldehydin ja kvaternääristen ammoniumyhdisteiden seokset tai hapetusreaktioon perustuvat desinfiointiaineet.

Varmista myös, että käytettävä aine sopii desinfioitavalle materiaalille. Eri kohteet vaativat eri aineita, pitoisuuksia ja menetelmiä. Osa aineista saattaa syövyttää herkkiä metalleja tai haurastuttaa kumia, jos niitä ei huuhdella pois vaikutusajan jälkeen. Esim. kloori ja lipeä korrosoivat ja jodipitoiset aineet liuottavat betonista alkaaleja, mikä vie desinfiointiaineelta tehon. Pintadesinfiointiaineiden käyttöohjeiden mukaisen annostelun tehokkuus on yleensä osoitettu ainoastaan ei-huokoisille pinnoille. Huokoiset pinnat edellyttävät niille soveltuvaa valmistetta ja annostelua.

Eri aineita ei saa sekoittaa keskenään eikä käyttää peräjälkeen, jos pintoja ei välillä huuhdella. Eri valmisteet saattavat neutraloida toisensa, kuten hapot ja emäksinen kalkki, tai sekoitessaan kehittää terveydelle haitallisia kaasuja.

Desinfiointiaineet toimivat vain oikein käytettynä - lue valmisteiden käyttöohje, valmisteyhteenvedo ja käyttöturvallisuustiedote huolellisesti aina ennen käyttöä ja noudata niitä. Desinfiointiaineiden valmiit käyttöliuokset eivät välttämättä säilytä tehoaan kovin pitkään. Siksi käyttöliuosta tulee valmistaa vain kerralla tarvittava määrä tai muutaman päivän tarpeeseen. Käyttöliuoksen säilyvyys voi olla mainittuna valmisteiden käyttöohjeissa.

Desinfiointiainetta ei tule levittää märille pinnoille, koska aineen pitoisuus laimenee ja vesi eristää desinfiointiaineen kohteena olevasta taudinaiheuttajasta. Etenkin märkä puu ja betoni voivat olla desinfiointin kannalta ongelmallisia.

Kuivat pinnat desinfioidaan tarkoitukseen soveltuvalla desinfiointiaineella. Valmistajan käyttöohjeita tulee noudattaa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää oikeaan käyttöliuoksen vahvuuteen ja vaikutusaikaan.

Desinfiointiaineen levityksessä voidaan käyttää tarkoitusta varten saatavana olevaa desinfiointilaitetta, mutta desinfiointi voidaan tehdä myös levittämällä desinfiointiainetta painepesurilla tai paineruiskulla. Kaikkia menetelmiä käytettäessä **on huolehdittava siitä, että desinfiointiaineen pitoisuus levitettävässä liuoksessa on riittävä**. Painepesurin annostelijat eivät välttämättä ole kalibroituja ja siksi valmis käyttöliuos kannattaa tehdä erilliseen astiaan, josta se levitetään painepesurilla. Pesuriin ei tällöin oteta vettä vesijohtoverkosta.

Desinfiointujen pintojen tulisi pysyä kosteina desinfiointiaineesta sen vaikutusajan. Etenkin kattoon ja pystypinnoille levitetty desinfiointiaine valuu nopeasti pois. Osalla valmisteista vaikutusaika voi olla jopa tunteja. Valmisteen kontaktiaikaa pinnoilla saadaan pidennettyä uusimalla käsittely tai sumuttamalla desinfiointiainetta tarkoitukseen sopivalla laitteella tietyn aikaa ja tarvittaessa uusimalla käsittely. Altaiden, tankkien ym. rakenteiden desinfiointissa paras tapa on sumutus, ja työvälineiden desinfiointissa upotus vaaditaksi ajaksi ja sen jälkeen huuhtelu tarpeen mukaan ja kuivaus. Upotukseen käytettävä liuos on vaihdettava riittävän usein. Vaihtotiheyden voi tarkastaa käyttöohjeesta.

HUOMIOITAVA DESINFIINTIAINEIDEN KÄYTÖSSÄ

- Valmisteita tulee käyttää niiden käyttöohjeen mukaisesti (esimerkiksi käyttökohde, kohde-eliöt, käyttöliuoksen vahvuus ja vaikutusaika, ympäristönsuojelu).
- Muista lukea käyttöturvallisuustiedote ja käytä tarvittavia suojaimia.
- Huolehdi, että useita valmisteita käytettäessä eri aineet eivät kumoa toistensa vaikutusta.
- Jos valmiste on laimennettava, käytä laimennos mahdollisimman pian sen tekemisen jälkeen.
- Jos mahdollista, desinfioi yli 10 °C lämpötilassa. Desinfiointiaineet eivät välttämättä tehoa alhaisissa lämpötiloissa tai niiden vaikutusaika pitenee.
- Desinfiointiliuokset on uusittava säännöllisesti. Kemiallisten desinfiointiaineiden teho laskee niitä käytettäessä ja säilytettäessä. Säilyvyysaika ohjeen mukaisesti säilytettäessä löytyy pakkauksesta. Lämpö ja auringonvalo nopeuttavat tehon laskua. Taudit voivat jopa levitä tehonsa menettäneen desinfiointiliuosastian välityksellä.

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).

Kloori ***

Teho

Klooriyhdisteiden (esim. natriumhypokloriitti CAS 7681-52-9) teho perustuu aktiivisen kloorin kykyyn hapettaa pieneliöiden solujen valkuaisaineita ja muodostaa niissä myrkyllisiä yhdisteitä. Klooria sisältävät desinfiointiaineet kykenevät tuhoamaan nopeasti erityyppisiä taudinaiheuttajia. Klooriyhdisteitä on hyväksytty tehoaineena valmisteryhmään PT3, mutta valmisteita ei ole toistaiseksi hyväksytyynä tähän tarkoitukseen.

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. 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. Desinfioidut altaat, nuotat, haavit yms. kohteet tulee huuhdella huolella, mikäli ne joutuvat kosketuksiin kalojen kanssa pian desinfioinnin jälkeen. Valmisteen käyttöohjeessa tai valmisteyhteenvedossa olevia ohjeita hävittämisestä tulee aina noudattaa.
- Kloori haihtuu vesiliuoksesta varsinkin lämpimässä, joten nestemäistä klooriyhdistettä ei voi varastoida pitkään varsinkaan avonaisessa astiassa.

Tarvittava pitoisuus

Desinfiointiliuoksen tulee sisältää 200 mg/litra aktiivista klooria, ja käsittelyaika on 30 minuuttia. Pitoisuutta kasvattamalla tarvittava vaikutusaika lyhenee (esim. saappaat). Noudata aina tuotteen käyttöohjeita.

Vetyperoksidi ja peroksihapot ***

Teho

Vetyperoksidi (CAS 7722-84-1) ja peroksihapot kuten peretikkahappo (CAS 79-21-0) ovat tehokkaita ja nopeavaikutteisia eläviä taudinaiheuttajia vastaan. Tehoaineena on vapautuva aktiivinen happi, joka tuhoaa taudinaiheuttajia hapettamalla pieneliöissä olevia valkuaisaineita. Vetyperoksidi ja peretikkahappo on hyväksytty biosidilainsäädännön mukaisina tehoaineina valmisteryhmään PT3, mutta on varmistuttava, että valmiste on hyväksytty tarkoitettuun käyttöön. Kalojen hoidossa on mahdollista käyttää lääkelaatuisia valmisteita. (Katso peretikkahapon ja vetyperoksidin käytöstä kala-altaissa tarkemmin luvussa 17 Kalojen lääkitseminen).

Ominaisuuksia

- Käyttölaimennokset hajoavat vedeksi, hapeksi ja etikaksi.
- Tiiviste on syövyttävää, käytettävä suojavarusteita.
- 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.

Kaliumperoksimonosulfaatti*****Teho**

Kaliumperoksimonosulfaattia (CAS 70693-62-8) sisältävät desinfiointiaineet ovat tehokkaita ja nopeavaikutteisia desinfiointiaineita, jotka tuhoavat taudinaiheuttajia hapettamalla pieneliöissä olevia valkuaisaineita. Yli 30 % kaliumperoksimonosulfaattia sisältäviä desinfiointiaineita ovat esimerkiksi Virkon S ja Hygisept.

Ominaisuuksia

- Biologisesti hajoavia
- Käyttöliuos ei korrosoi eikä värjää, mutta liuos ei saa olla jatkuvassa kosketuksessa alumiinin, kuparin, messingin eikä pinnoittamattomien tai pintavaurioisten rauta- ja teräsesineiden kanssa.
- Jauhe voi aiheuttaa kosketusärsytystä.
- Käyttöliuoksen tehoa voi arvioida liuoksen punaisen värin säilymisen perusteella

Tarvittava pitoisuus

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

Jodoforit *****Teho**

Jodiyhdisteet (CAS 7553-56-2) 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 natriumtiosulfaatilla.
- Aktiivisuus alenee nopeasti eloperäisen aineen vaikutuksesta. Myös pesuaineiden jäämät vievät tehoa. Tehon säilymistä voi arvioida ruskean värin säilymisen perusteella.

- Jodoforit eivät sovellu betonipintojen desinfiointiin, koska ne irrottavat betonista alkaaleja.
- Jodoforeja käytetään kalanviljelyssä lähinnä vain mädin desinfiointiin, katso tarkemmin luku 16. Vain biosidiasetuksen mukaan hyväksytyjä jodivalmisteita saa käyttää.
- Pintojen desinfioinnissa 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.

Tarvittava pitoisuus

Desinfiointiliuoksen tulee sisältää 100-200 mg/litra aktiivista jodia, ja käsittelyaika on 30 minuuttia. Noudata aina tuotteen käyttöohjetta.

Alkoholit ***

Teho

Etanoli, isopropanoli (CAS 67-63-0) ja n-propanoli (CAS 71-23-8) saostavat valkuaisaineita ja ovat tehokkaita tuhoamaan monentyyppisiä eläviä taudinaiheuttajia. Etanolia ei saa käyttää biosidivalmisteissa materiaalien ja pintojen desinfioinnissa tiloissa, joissa eläimiä pidetään tai kuljetetaan, koska tehoaineen hyväksyntää valmisteryhmän PT3-käyttöön ei ole lainkaan haettu. Isopropanolia ja n-propanolia sisältävien valmisteiden käyttö on sallittua vain, jos valmiste löytyy biosidivalmisteiden rekisteristä ja kyseinen aiottu käyttö on kuvattu valmisteyhteenvedossa.

Ominaisuuksia

- Puhtaalle, kuivalle pinnalle sumutettaessa aine vaikuttaahaihtumisensa ajan. Valmisteyhteenvedossa kerrotaan hyväksytyt kontaktiaika.
- Alkoholit saostavat myös liassa olevia valkuaisaineita. Mikäli alkoholia kaadetaan tai sumutetaan likaiselle pinnalle, lika kiinnittyy alustaansa tehokkaammin.
- Alkoholit soveltuvat korroosioherkkien kohteiden desinfiointiin.
- Oikein käytettynä alkoholit eivät aiheuta haittaa työntekijöille. Ei tarvitse huuhtoa desinfioiduilta pinnoilta.
- Paloherkkiä, haihtuvia.

Tarvittava pitoisuus

Kaupallisia valmisteita käytetään käyttöohjeen mukaisesti.

Glutaraldehydi ***

Teho

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

Ominaisuuksia

- Glutaraldehydi (CAS 111-30-8) 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.

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 (CAS 1305-78-8) on tehokas maalammikoiden desinfiointiaine, mutta siihen käyttöön ei ole haettu biosidiasetuksen mukaista valmistelupää. Siksi käyttö on mahdollista vain, jos käytölle haetaan biosidiasetuksen artiklan 55 kohdan 1 mukainen poikkeus ja asetuksessa mainitut ehdot täyttyvät, jotta lupa voidaan myöntää 180 päivän ajaksi. 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 pintadesinfiointiin noin 0,5 kg/m². Kun halutaan noin 3-5 cm:n syvyyteen ulottuva vaikutus, tarvittava määrä on 1 kg/m². Desinfiointiallas on pidettävä kuivillaan noin kuukauden ajan.

Natriumhydroksidi (NaOH) eli lipeä ***

Natriumhydroksidi on voimakkaasti emäksinen laajatehoinen desinfiointiaine. Natriumhydroksidi ei kuitenkaan ole mukana biosidien vanhojen tehoaineiden arviointiohjelmassa, eikä tällä hetkellä arvioitavana mihinkään valmisteryhmään. Näin ollen natriumhydroksidin käyttö edellyttää Tukesin myöntämää lupaa poikkeukselliseen käyttöön eläinten terveyden kohdistuvan vaaran perusteella.

Kvaternäariset ammoniumyhdisteet eli kvatit ^(*)

Teho

Kvatit alentavat solujen pintajännitystä, kiinnittyvät soluseinään ja muuttavat sen läpäisevyyttä tuhoten solun. Kvatit tuhoavat parhaiten gram-positiivisia kokkibakteereita ja lipofiilisiä 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 tautiongelmia. Biosidiasetuksen mukaiset lupakäsittelyt ovat suurelta osin kesken näiden yhdisteiden osalta.

Ominaisuuksia

- Käyttöliuokset hajuttomia, turvallisia käyttää ja haitattomia useimmille materiaaleille, tiiviste on syövyttävää.
- Orgaaninen lika heikentää nopeasti kvattien 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 glutaaraldehydiä, hinta vaihtelee.
- Kaupallisissa valmisteissa on useimmiten mukana peseviä aineita, joten pesu ja desinfiointi voidaan suorittaa samalla aineella ja osin samanaikaisesti.

Tarvittava pitoisuus

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

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 desinfiointi. Otsonipitoisuus 1 mg/litra yhden minuutin ajan tuhoaa kalapatoogeenit. Korkea humuspitoisuus moninkertaistaa otsonin tarpeen. Vain lupakäsittelyssä olevia valmisteita on mahdollista käyttää.

Kloramiini T

Teho

Kloramiini T (CAS 127-65-1) tehoainetta käytetään pääasiassa bakteeriperäisten kudos- ja evätulehdusten ehkäisyyn ja hoidon tukemiseen vähentämään bakteereiden määrää ympäristössä. Kloramiinin käytön arviointi on kesken, joten sen käyttö toistaiseksi on mahdollista, vaikka valmisteita ei ole hyväksyttyinä.

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	Kloramiini T, g	
			1 mg/litra	2 mg/litra
4	10	400	1,6	3,2
	20	800	3,2	6,4
10	20	2 000	8	16
	30	3 000	12	24
50	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.

Yhteenveto yleisimmistä kala-altaissa käytettävistä biosideistä ja pitoisuuksista.
Varmista aina käytettävän valmisteen soveltuvuus käyttötarkoitukseen!

Aine	Pitoisuus	Aika	Kalan ikä	Torjuntakohteet
Kloramiini T	1-2 mg/l aktiivista klooria	20-40 min	vk-emot	kidus-, iho- ja evätulehdukset
Vetyperoksidi	50-100 mg/l aktiivista vetyperoksidia	30-60 min	vk-emot	vesihome, kidus-, iho- ja evätulehdukset

Lisätietoja:

[Biosideistä Tukesin kotisivulla](#)

[Desinfiointiaineet eläinperäisten elintarvikkeiden alkutuotannossa \(Tukes\)](#)

[Opas biosidivalmisteiden olosuhdevalvontaan ympäristönsuojeluviranomaiselle](#)

[Suomessa hyväksytyt biosidivalmisteet, haku Kemidigi](#)

[Tietoa biosidivalmisteista, jotka on hyväksytty EU:n/ETA:n markkinoille, haku ECHA](#)

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

22. Ohjeita vakavan tartuntataudin varalta

Mikäli epäilet tai tiedät, että pitopaikassa esiintyy lainsäädännön perusteella vastustettavaa kalatautia tai muuta vakavaa kalatautia, ota heti yhteys alueen kunnaneläinlääkäriin tai aluehallintovirastoon. Epäily vastustettavasta taudista voi syntyä kaloissa ilmenevien oireiden perusteella (Kuva 62), tai jos laitos on tai on ollut yhteydessä vesiyhteyden tai kalasiirtojen välityksellä sellaiseen pitopaikkaan, jossa tällaista tautia on todettu. Epäilyä koskeva ilmoitus on tehtävä myös epätavallisesta kuolleisuudesta ja muista vakavan eläintaudin merkeistä, laitoksen lähiympäristöstä otetusta näytteestä todetusta eläintaudista sekä tuotantomäärien merkittävästä vähentymisestä määrittämättömästä syystä.

Alueellasi on aina päivystävä virkaeläinlääkäri virka-ajan ulkopuolellakin. Näytteiden lähettämisestä voit olla virka-aikana suoraan yhteydessä Ruokaviraston kalatautitutkijoihin.

Tartunnan leviäminen tulee pyrkiä estämään. Seuraavia ohjeita tulisi noudattaa välittömästi, kun tautiepäily syntyy. Virkaeläinlääkäri antaa tapauskohtaiset ohjeet:

- Älä siirrä kalaa tai mätiä minnekään.
- Älä siirrä laitoksen välineitä tai työkaluja minnekään.
- Myöskään kuolleita kaloja tai perkeitä ei saa siirtää pois laitokselta ennen viranomaisen antamia ohjeita.
- Perusta tautisulku (ks. kappale 14) tautiepäilyn kohteena olevan altaan/altaiden ja muiden tilojen välille.
- Eristä allas tai altaat siten, että vain tietyt henkilöt hoitavat kaloja.
- Desinfioi eristetyille alueelle tultaessa ja sieltä poistuttaessa jalkineet, suojavaatteet ja kädet (vaihda vaatteet, jos mahdollista).



Kuva 62. Kalan ihossa, lihaksissa tai elimissä ilmenevät verenpurkautumat ovat aina syy epäillä vakavaa kalatautia (Kuva Riikka Holopainen, Ruokavirasto)

- Kerää kuolleet kalat tihein väliajoin.
- Lopeta kärsivät kalat.
- Huolehdi, että laitoksen muut bioturvatimet toimivat.
- Kullakin altaalla tulee olla omat päivittäiset välineet. Pese ja desinfioi mahdolliset yhteiset välineet huolella.
- Rajoita laitospöytävierailuja. Jos ne ovat välttämättömiä, niiden tulee olla hyvin valvottuja.

23. Ruokaviraston vapaaehtoinen kalaterveyspalvelu

Kalanviljely-yritys voi solmia Ruokaviraston kanssa vapaaehtoisen sopimuksen kalaterveyspalvelusta. Terveyspalveluun liittyvät laitokset jaotellaan eri luokkiin tuotanto-suunnan mukaan, eli sen mukaan minkälaista toimintaa laitoksella esiintyy, ja missä laitos sijaitsee:

- P0 on sisävesialueella toimiva emokala- ja poikaslaitos, jonka vedenotto tapahtuu pohjavedestä tai rajalliselta, kontrolloidulta alueelta.
- P1 on sisävesialueella toimiva emokala- tai poikaslaitos.
- P2 on merialueella toimiva poikaslaitos.
- L-luokkaan kuuluvat luonnonravintolammikot, jotka jaotellaan kahteen luokkaa sen mukaan, käytetäänkö lammikoissa makeata (L1) vai murtovettä (L2).
- R1 on sisävesialueella toimiva ruokakalalaitos.
- R2 on merialueella toimiva ruokakalalaitos.
- RA on ravunviljelylaitos.

Edellä mainitut laitokset saavat hankkia kalamateriaalinsa ainoastaan samaan tai vastaavaan luokkaan kuuluvasta laitoksesta tai ylempää luokkaa olevalta laitokselta. Esim. P1-laitos saa ottaa elävää materiaalia vain toiselta P1-laitokselta, L1-laitokselta ja P0-laitokselta. Luonnosta ja kalaterveyspalveluun kuulumattomasta laitoksesta materiaalia voi ottaa vain poikkeuslupamenettelyn kautta. Poikkeusluvat perustuvat riskinarviointiin ja sisältävät yleensä vaatimuksia kalojen tutkituttamisesta. Rajoitukset koskevat myös tuontia ulkomailta. Kalaterveyspalvelun poikkeuslupaa haetaan Ruokaviraston Eläinterveys tutkimuksen yksiköstä.

Kalaterveyspalvelusta peritään vuosimaksu, jonka suuruus määräytyy laitosluokituksen ja laitoksen koon mukaan. Peruspalvelusopimukseen kuuluvat seuraavat palvelut:

- Tautitapausten yhteydessä lähetettyjen näytteiden diagnostiikka.
- Tauteihin liittyvä neuvonta.
- Tiedotus ajankohtaisista kalataudeista
- Todistus Ruokavirastossa suoritetuista kalatautitutkimuksista viimeisen 2-3 vuoden ajalta, ns. laitostodistus. Todistus annetaan pyydettyä ja sitä voi käyttää mm. kalojen myyntitilanteissa kertomaan lähtölaitoksen tautitilanteesta. Todistuksessa mainitaan myös laitokselle annetut poikkeusluvat kalamateriaalin hankintaan.

Kalanviljelijä sitoutuu lähettämään kalanäytteet aina, kun hän epäilee laitoksessaan esiintyvän tautia. Näytteet lähetetään yleensä lähimpänä sijaitsevaan Ruokaviraston laboratorioon. Ruokavirastolla on kalatautidiagnostiikkaan erikoistuneita laboratorioita sekä kalatauteihin erikoistuneita tutkijoita Helsingissä, Kuopiossa ja Oulussa.

Muita tutkimuksia ja ongelmaselvityksiä, kuten 60 kalan bakteriologinen, virologinen

ja loistutkimus kalaparven tautitilanteen selvittämiseksi vientiä tai muita kalansiirtoja varten, tehdään tilauksesta. Näistä tutkimuksista laskutetaan erikseen. Lisätietoa Kalaterveyspalvelusta, laitosten luokituksesta ja toimintaehdoista sekä palveluhinnoista saat Ruokaviraston kotisivuilta tai soittamalla Ruokaviraston kalatautitutkijoille.

Lisätietoja:

[Ruokaviraston kalaterveyspalvelu](#)

24. Osoitteita

Maa- ja metsätalousministeriö (MMM), PL 30, 00023 Valtioneuvosto

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

Puh. 0295 16 001

MMM, ruokaosasto, Mariankatu 9, Helsinki

MMM, luonnonvaraosasto, Hallituskatu 3 A, Helsinki

[Yhteystiedot ja asiointi](#)

Ruokavirasto

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

Ruokavirasto Helsinki, Mustialankatu 3, 00790 Helsinki

Puh. 029 530 0400

Ruokavirasto, Kuopio, Neulaniementie 4, 70210 Kuopio,

Puh. 029 530 4952

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

Puh. 029 530 4924,

[Tietoa Ruokavirastosta](#)

Luonnonvarakeskus Luke,

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

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

Yliopistot

Jyväskylän yliopisto

Survontie 9, PL 35, 40014 Jyväskylän yliopisto

Puh. (014) 260 1211

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

Oulun yliopisto

PL 8000, 90014 Oulun yliopisto

Puh. 0294 48 0000

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

Itä-Suomen yliopisto

PL 111, 80101 Joensuu

Puhelinvaihte 029 445 1111

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

Turun yliopisto

20014 Turun yliopisto

Puhelinvaihte 029 450 5000. Internet: www.utu.fi;

Sähköposti: etunimi.sukunimi@utu.fi

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

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

25. Kirjallisuutta

Aarnipuro, Y. 2004. Kalanviljelyn laitostekniikka Suomessa - Tuloveden johtaminen ja käsittely

Kala- ja riistaraportteja: 302 (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 43 s.

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.

Black, K.D. & Pickering, A.D. (toim.) 1998. Biology of farmed fish. Sheffield Academic Press, Sheffield. 415 s.

Bruno, D.W., Noguera, P.A. & Poppe, T.T. 2013. A Colour atlas of salmonid diseases. Springer nature 211 s. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2010-7>

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. Kala- ja riistaraportteja 160. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 118 s.

Mäkinen, T., Ruohonen, K. & Klein, P. 1985. Kaasujen ylikyllästys - poikasviljelyä väijyvää vaara. Suomen Kalankasvattaja 4/1985, 56-57.

Noble, C., Gismervik, K., Iversen, M. H., Kolarevic, J., Nilsson, J., Stien, L. H. ja Turnbull, J. F. (toim.) (2020). Welfare Indicators for farmed rainbow trout: tools for assessing fish welfare (310 s.) <https://nofima.no/fishwell/trout/>

WOAH, Aquatic animal health code. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/>

WOAH Diagnostic tests for aquatic animals. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-manual-online-access/>

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 81
 Achlya 109
 adjuvantti 136
 adrenaliini 14
 Aeromonas hydrophila 63
 aflatoksiini 42
 AGD 91
 aineenvaihdunta 30, 38, 39
 aktinospoori 93
 aldehydi 147, 151, 152
 Alijäähtynyt vesi 31
 Aliravitsemus 39
 alkoholi 151
 alkueläimet 21, 22, 80, 81
 Allerginen reaktio 140
 alumiini 33, 150
 Ambiphrya 87, 88
 ameeba 91
 aminohappo 46
 ammoniakki 32, 37
 Ammoniakkii 32, 34
 anafylaktinen shokki 140
 anemia 46, 51, 58, 59, 61, 73, 94
 Anisakiaasis 103
 Anisakis simplex 81, 103
 antibiootti 77
 antibioottiherkkyys 134
 antigeeni 136
 antioksidantti 168
 AO-malja 25
 apatia 52, 61
 Aphanomyces 109, 112
 Apiosoma 80, 87, 88
 Argulus coregoni 81, 105
 Argulus foliaceus 81, 105
 ASS 63, 65
 astaksantiini 168
 ASX 65
 A-vitamiini 46
 B
 Bacterial Kidney Disease 69
 bakteeriperäinen munuais-
 tauti 48, 69
 bakteeriviljely 26
 bentsokaiini 143
 bioturvaamissuunnitelma 6, 114
 bioturvallisuus 114, 115, 116,
 117, 118, 119, 120, 121
 birnavirus 55
 BKD 48, 61, 69, 70, 71, 113, 115,
 118
 Bothriocephalus 100
 Botulismi 44, 45
 bunsenlamppu 25, 26
 B-vitamiinit 42, 43
 C
 Caligus lacustris 81, 103
 Capriniana 80, 89, 90
 Cardiomyopathy syndrome 62
 Cestoidea 80
 Chilodonella 80, 81, 83, 84,
 130, 132
 Chloromyxum truttae 80, 92
 Chryseobacterium 73
 Ciliophora 80
 Clostridium botulinum 44
 CMS 62
 Contracecum osculatum 103
 Costia necatrix 81
 Crustacea 81
 Cryptobia 81
 C-vitamiini 42, 48
 D
 Dactylogyrus 95
 desinfiointi 4, 52, 56, 61, 69,
 71, 75, 118, 119, 124, 125, 126,
 127, 145, 146, 147, 148, 149,
 150, 151, 152, 153, 154, 161
 Digenea 80
 Diplostomum 80, 97, 98, 99
 Dibothriocephalus dendriti-
 cum 78, 102
 Dibothriocephalus latus 78
 Ductus pneumaticus 38, 112
 D-vitamiini 41
 E
 Edwardsiella piscicida 77
 Edwardsielloosi 77
 EHN 47, 62
 EIBS 61
 elatusainemalja 25, 26, 63
 emamektiinibentsoaatti
 104, 106, 133
 emäksinen 37, 147, 152
 energia 39, 41, 42, 43
 Enteric Red Mouth 67
 entsyymi 14, 39, 42, 43
 epidermis 14
 epikardiitti 99
 Epistylis 87
 epiteelin (pintasolukon)
 liikakasvu 23
 Epizootic Haematopoietic
 Necrosis 62
 Epizootic Ulcerative Syndro-
 me 112
 Epäspesifinen puolustusjär-
 jestelmä 13, 14
 epätyypillinen Aeromonas
 salmonicida 65
 Ergasilus 81, 106
 ERM 67
 Erythrocytic Inclusion Body
 Syndrome 61
 Etanoli 151
 Eubothrium 80, 99, 100
 EUS 112, 113
 Eväkulumat 46
 Exophiala salmonis 113
 E-vitamiini 13, 41, 46, 140
 F
 Flavobacterium columnare
 24, 73, 75, 76, 162
 Flavobacterium psychrophil-
 um 73, 74, 118
 flavobakteerit 23, 24, 61, 73, 76
 formaldehydi 28, 152
 Formaliini 122, 123, 130, 131,
 132
 furunkuloosi 63, 136
 Fysiologinen suolaliuos 124
 G
 glokidium 81, 107, 108
 glukaani 13
 glutaraldehydi 147
 Glutaraldehydi 151, 152
 glykogeeni 41
 Gyrodactylus salaris 48, 49,
 80, 95, 96
 H
 haima 25, 48, 55, 56, 142
 haimakuoliotauti 55
 Hankittu puolustus-
 järjestelmä 15
 Hapettuminen 33, 41, 44
 happamuus 31
 happi 30, 149, 153
 haukimato 101
 Heart and skeletal muscle 60

- Heisimadot 80, 95, 99, 100
 Henneguya zschokkei 80, 92, 93
 hermomyrkkyy 44
 Hexamita 26, 80, 90, 91
 Hiilidioksidi 33, 36
 Hiilihydraatit 39, 41, 46
 Hirudinea 81
 hivenaineet 39
 homemyrkkyy 42
 horisontaalinen 52, 57
 hormoni 13, 42
 HSMI 60, 61
 hygienia 145, 147
 hyperplasia 23
 hyvinvointi 7, 8, 10, 11, 12, 13, 37
 härskiintyminen 41, 44, 46
 I
 ICH 84
 Ichthyobodo necator 80, 81, 82
 Ichthyocotylurus erraticus 80, 98, 99
 Ichthyophonus hoferi 111
 Ichthyophthirius multifiliis 80, 84, 85, 86
 IHN 47, 50, 53, 54, 55, 146, 153
 Ilmastus 36
 immersiorokote 139
 immensioöljy 21
 immunitteetti 15, 16
 immunologinen muisti 16
 immunostimulantti 13
 Imumadot 38, 98, 80, 97
 imusolu 14, 15
 Infectious Haematopoietic Necrosis 53
 Infectious Pancreatic Necrosis 55
 Infectious Salmon Anemia 58
 inflammation 60
 inositoli 42, 46
 interferoni 14
 Iodobacter limnosediminis 109
 ionitasapaino 131
 IPN 48, 50, 55, 56, 57, 61, 115, 118, 119, 146, 153
 ISA 47, 48, 58, 59
 isopropanoli 147, 151
 isäntäspesifi 95
 Itiöeläimet 80, 92
 J
 jodi 42, 46, 147, 150
 jodofori 124
 Juotikkaat 22, 81, 107
 K
 Kaasukuplatauti 35
 kalajuotikas 81, 107
 kalakuolema 27, 63
 Kalan tappaminen 21
 kalatäi 81, 105
 kaliumdivetyfosfaatti 168
 kaliumperoksisulfaatti 150
 kalkki 147, 152
 Kalkkimaito 152
 kalojen tuonti 115
 kalsiumoksidi 147, 152
 karpin kevätviremia 48, 57, 58
 kasvain 50
 kasvisvalkuaiset 40
 Katarakti 46
 Kemiaallinen desinfiointi 146-154
 Kertakäyttösauva 25
 KHV 47, 48
 kidustäi 81, 106
 kierretauti 80, 93, 115
 Kiertovesilaitos 30, 31, 32, 33, 38, 61, 77, 118, 119, 131, 132, 146
 Kiinnikkeet 141
 kiintoaine 33
 Kivennäisaineet 42
 kloori 34, 42, 147, 149, 154
 Kloramiini T 153, 154
 Koikarpin herpesvirus 47, 48
 koliini 42, 46
 kolumnaaritauti 168
 komplementtijärjestelmä 14
 kortisoli 14, 140
 Kuolleiden kalojen hävittäminen 116
 kutikula 14
 Kvaternäariset ammonium-yhdisteet 153
 kvatit 147, 153
 Kylkiuinti 38
 kylmän veden tauti 73, 74
 Kylvetyksaineet 111, 123, 129, 130
 Kylvetystavat 129
 K-vitamiini 41, 46
 L
 lapamato 80
 Lepeophtheirus salmonis 104
 lepoaste 86, 91
 Leptolegnia 109
 Leptomitius 109
 levä 168
 limakalvot 14, 15, 168
 limanäyte 20, 168
 linssin samentuminen 46
 lipeä 147, 152
 Liver lipid degeneration 44
 LLD 44
 lohittäi 60, 104
 loiskaihi 80
 loisperäinen munuaistauti 80, 94
 loistutkimus 21, 159
 lokkilapamato 80
 Loma salmonae 112
 lordoosi 46
 luontainen puolustusjärjestelmä 13, 14
 lymfosyytti 15
 lysotsyymi 14
 läikkätauti 78
 lämpö 146
 lämpötila 13, 16, 30, 32, 38, 41, 58, 63, 72, 73, 75, 79, 105, 131, 132, 135, 139, 146, 169
 L-luokka 158
 M
 M74 43, 44, 161
 makrofagi 15
 Maksan rasva-rappeutuminen 44
 Malakiittivihreäoksalaatti 122, 133
 Mastigophora 80
 merisuola 32, 34
 metakerkaria 97, 98
 MGDS 112
 Mikroskooppi 20
 mineraalit 39, 42
 Mollusca 81
 monisoluiset loiset 21, 80
 Monityydyttämättömät rasvahapot 41
 monogeenit 21, 95, 96
 Monogenea 80
 Munuaisen kalkkeutuminen 37
 myrkytys 32, 41, 69, 77
 Myxobolus cerebralis 80
 Myxozoa 80
 N
 Natriumhydroksidi 152
 natriumhypokloriitti 149
 Natriumbikarbonaatti 43
 Natriumtiosulfaatti 126, 149, 150, 151
 Necrosis 53, 55, 62

- Nematoda 81
 Neoparamoeba perurans 91
 nestetasapaino 82, 111
 NGD 91
 Nilviäiset 81, 95, 107
 nitrifikaatiobakteerit 169
 Nodular gill disease 91
 noradrenaliini 14
 O
 objektiivinen 20, 22
 Objektilasi 23, 26, 90, 92, 101
 oksitetrasykliini 134, 135
 okulaari 22
 Omegarasvahappo 41
 OMV 62
 Oncorhynchus masou virus 62
 optimilämpötila 30
 oraalirokotus 139
 orthomyxovirus 58
 orvaskesi 14
 Otsonointi 153
 ovariaalineste 52, 118
 P
 PAA 131, 132
 P1-laitos 158
 P0-laitos 115, 158
 P2-laitos 158
 Paecilomyces 112
 paissetauti 48, 63, 64, 65, 66, 115
 Pancreas Disease 59
 pantoteenihappo 42, 46
 paraformaldehydi 131
 Paratrachodina 87
 PD 59, 60
 peitinlasi 21, 22, 23, 90, 92
 Perhapot Peroksihapot 149
 peretikkahappo 131, 132, 147, 149
 petrimalja 22, 23
 pH 19, 30, 31, 32, 33, 36, 43, 44, 53, 58, 59, 124, 125, 150, 152, 153
 Phialophora 112
 Phoma 112
 Phyllodistomum 38
 pigmentti 73, 141
 pikkupoikassyndrooma 73
 pinsetit 20
 Piscicola geometra 81, 107
 Pistorokotus 137
 pitopaikka 6, 7, 71
 PKD 80, 94, 95, 115
 PKX 94
 ppm 148, 155, 164
 preparaatti 21
 preparoimisveitsi 20
 propanoli 147, 151
 proteiinit 40, 145
 Protozoa 80
 Pseudomonas 63, 78
 Pseudomonas anguilliseptica 78
 Pseudoterranova decipiens 81, 103
 puolustusjärjestelmä 13, 14, 15, 16, 136, 139, 140
 puskuroitu formaliini 28
 Pythiopsis 109
 pääisäntä 92, 93
 R
 Rainbow Trout Fry Syndrome 73
 Rainbow Trout
 Gastroenteritis 78
 rakkoloisio 80, 92
 RAS ks. kiertovesilaitos
 Raskametallit 42, 140, 169
 rasvaliukoiset vitamiinit 41
 rasvamaksa 44, 46
 rasvat 39, 41
 rasvoittuminen 169
 rauta 33, 42, 145, 150
 RA-laitos 158
 rehu 19, 39, 41, 42, 118, 134
 Renibacterium salmoninarum 69, 161
 resistentti 133, 134
 rhabdovirus 50, 53, 57
 riboflaviini 42, 46, 169
 Riboscyphidia 87, 88
 ripsieläimet 80, 87
 Rokotteiden koostumus 136
 Rokotuksen optimointi 139
 Rokotuksen periaatteet 136
 Rokotusmenetelmät 137
 RTFS 73
 RTGE 26, 78, 79
 ruokahalu 18, 19, 41, 63, 79, 113
 ruokasooda 43, 143
 ruokintasuhde 39
 R1, R2-laitos 158
 S
 Saddleback Disease 76
 Salmonid alphavirus 59
 sammaleläin 92
 Sammuttamaton kalkki 152
 Saprolegnia 109, 122
 saprolegnioosi 109
 SAV 48, 59, 60
 SD 59, 60
 selkärankavaurio 30, 42
 Sentinelli 115
 Serotyypit 67, 71
 SFB 26, 78
 siimaeläimet 80, 81
 siirtorajoitukset 48, 49
 silmien pullistuminen 18, 38, 46, 63, 169
 Sivutuote 116, 117, 121
 skolioosi 46
 Sleeping Disease 59
 sokeriyhdiste 41
 soluviljelmä 50
 spesifinen puolustusjärjestelmä 13
 Spring Viremia of Carp 57
 starttivaihe 82
 Stereomikroskooppi 20, 21
 stressi 14, 38, 77, 79, 140
 Sukkulamadot 81
 Suola 34
 Suun kautta annettava rokotus 139
 SVC 48, 57, 58
 Synnynnäinen puolustusjärjestelmä 14
 T
 tarttuva haimakuoliotauti 55
 tarttuva lohen anemia 58
 Tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio 47, 59
 tartuntapaine 13, 16, 72
 taudinaiheutuskyky 13, 58
 tensidi 145
 Tetracapsuloides bryosalmonae 80
 tiamiini 42, 43, 46
 Tiamiinihydrokloridi 43, 44
 togavirus 59
 Triaenophorus crassus 80, 100, 101
 Triaenophorus nodulosus 80, 100
 Trichodina 21, 80, 87, 89
 Trichodinella 87
 trikotekeeni 42
 Trimetopriimi-sulfonamidi 71, 134

- Tripartiella 87
tubifex-harvasukasmato 93
tuonti 115
TYES 24
typpi 35, 36
U
uimarakko 25, 26, 112
Uimarakko 26
Uimarakon sienitulehdukset
112
uintitapa 17, 19
Umpilisäke (umpisuoli) 25, 99,
100, 141, 142
Upotusrokotus 139
UV-sädetys 146
V
vaihtolämpöinen 139
valkopilkkutauti 80, 81, 84,
86, 132
valkosolu 71
valkuaisaineet 39, 40
Valomikroskooppi 20, 21
varoaika 128, 135, 143
Vasta-aine 15
vastustettava tauti 62
vastustuskyky 14, 56, 109, 115
VEN 62
VER 62
verenvuodot, vertymät 169
verimalja 25
Verticillium 112
vesihome 109, 110, 111, 122,
123, 132, 133, 154, 161
Vesiliukoiset vitamiinit 42
Vetyperoksidi 133, 147, 149, 154
VHS 47, 50, 51, 52, 53, 153, 162
Vibrio anguillarum 71
vibrioosi 63, 71, 136
Vierasainetutkimus 28
viljelysilmutka 25, 26
Viral Encephalopathy and
Retinopathy 62
Viral Erythrocytic Necrosis 62
Viral Haemorrhagic
Septicemia 50
virtsatiehyet 37, 38
virusperäinen verenvuoto-
septikemia 47, 50
vitamiinit 13, 39, 41, 42
Väkäkärsämädöt 81
väli-isäntä 92, 100,
Y
Yersinia ruckeri 48, 49, 67,
68, 69
yersinioosi 63, 67
ylikäyllästys 35, 143, 161
ylipaine 35
Yliruokinta 39
Ä
äyriäiset 22, 81, 95