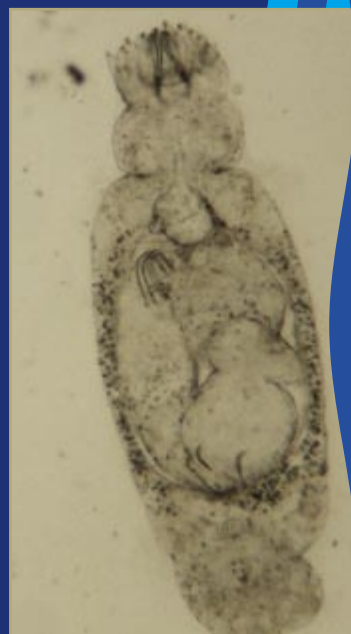
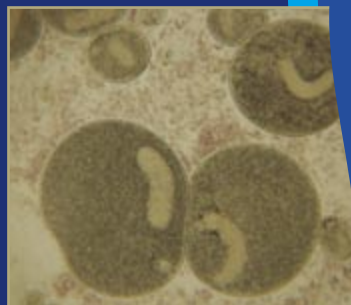


Priit Päck

Kalade tervishoiu käsiraamat



Kalanduse teabekeskus

Priit Päck

Kalade tervishoiu käsiraamat

Käsiraamatu valmimist toetasid nõu ja jõuga
Külli Must, Marje Aid, Riho Gross, Anti Vasemägi, Tiit Paaver,
Mati Vaino, Toomas Armulik, Silver Sirp ja Toomas Saat

Tekst: Priit Päkk
Retsensent: Jüri Kasesalu
Toimetaja: Airi Männik (Päevakera OÜ)
Kaanefotod: Priit Päkk
Küljendus: Eesti Loodusfoto OÜ

Väljaandja: Kalanduse teabekeskus, 2013
www.kalateave.ee

ISBN 978-9949-33-415-5 (trükkis)
ISBN 978-9949-33-416-2 (pdf)

Sisukord

9	SISSEJUHATUS	
	Veeorganismide kasvatamise tähtsus	9
	Haiguste mõju vesiviljelussektorile	9
11	HAIGUS	
	Haigus hea, ravimine halb	11
	Haigestumise põhjused	12
	Haiguste liigid	14
	Haiguse kulg	14
	Haiguse kestus	15
	Haiguse kindlakstegemine	15
	Sündroom	16
16	DIAGNOOS	
	Diagnoosimine	16
	Diferentsiaaldiagnoos	17
18	MIS TEEB VEELOOMADE HAIGUSED ERANDLIKUKS?	
	Kasvukeskkond	18
	Veekeskkonna „tervis“	19
20	EPIDEMIOLOOGIA	
	Epidemia teke, kulg ja dünaamika	21
22	STRESS	
23	HAIGUSTE ENNETAMINE	
	Patogeenivaba kalakasvandus	23
	Karantiinimine	23
	Parasiitide vaheperemeeste kõrvaldamine	23
	Lindude peletamine	23
	Patogeenide eri arengustaadiumide kõrvaldamine	23
	Orgaanilise aine sisalduse vähendamine	24
	Keskkonnahoidlike vahendite kasutamine	24
	UV-kiiritamine ja osoneerimine	24
	Vee läbivoolu suurendamine	24
	Aretus	24
	Immunoprofülaktika	24

25	KALADE KAITSEMEHCHANISMID	
	Füüsiline barjäär	25
	Immuunsuse komponendid	25
	Päriilik resistentsus	26
	Asendussöödad ja kalade resistentsus	27
	Kalajahu vs. taimsed valgud	28
	Kalade immuniseerimine	28
	Vaktsineerimismeetodid	30
	Ettevaatusabinõud vaktsineerimisel	30
	Bioturvalisus	31
31	HAIGUSTE RAVI	
	Toimingud massravi korral	34
35	RAVIVIISID	
	Kastutusmeetod	35
	Tilgutusmeetod	35
	Vannitamine	35
	Läbiuhtmismeetod	36
	Ravimi suukaudne manustamine	36
	Süstimine	36
	Ohud ja nendest hoidumine	36
37	KASUTATAVAD RAVIMID	
	Bakteritsiidid preparaadid	37
	Antiparasiitsed vahendid	38
	Näidisarvutused sobiva ravimikoguse leidmiseks	39
40	DESINFEKTSIOON	
	Lõhilaste marja desinfitseerimine	40
41	KOOSTÖÖ KALATERVISE SPETSIALISTIGA	
	Kalade uurimine	42
	Uurimine vees	42
	Veeproovi võtmine ja laborisse saatmine	42
	Laboriuuringu kiirus	43
	Haiguse dünaamika hindamine	43
	Kalade püük	44
	Kaladel kasutatavad uinutid	44
	Kalade transport kalakasvandusest laborisse	45
45	KALADE PATOANATOOMILINE UURIMINE	
	Patoloogilised muutused	45
	Lahang	46

BAKTERIAALHAIGUSED	54
55 Aeromonoosid	
Furunkuloos	55
Teised aeromonoosid	58
59 Vibrioos	
Klassikaline vibrioos	59
61 Jersinioos	
Punasuuhaigus	61
63 Flavobakterioosid	
Bakteriaalne külmaveehaigus ja vikerforelli vastsete sündroom	63
Kolumnarioos ehk sadulhaigus	64
Bakteriaalne lõpusehaigus	65
66 Pseudomonoosid	
Pseudomonoos	66
67 Renibakterioos	
Bakteriaalne neeruhaigus	67
68 Mükobakterioosid	
Kalade tuberkuloos	68
69 Arvatavasti bakterite põhjustatud haigused	
Vikerforellide gastroenteriidi sündroom	69
Vikerforellide punalaiksuse sündroom ehk külma vee „maasikahaigus”	70
VIIRUSHAIGUSED	71
72 Rabdoviroosid	
Viiruslik hemorraagiline septitseemia	72
Karpkalade kevadvireemia	74
Nakkuslik vereloomeorganite nekroos	75
Ahvenlaste rabdoviroos	75
76 Ortomüksoviroos	
Lõhilaste infektsioosne aneemia	76
76 Birnaviroos	
Infektsioosne pankrease nekroos (IPN)	76
77 Herpesviroosid	
Koi herpesviroos	77
Karpkalade rõuged ehk epitelioom	78
Angerjate herpesviroos	78
INVASIOONHAIGUSED	79
81 Algloomtõved	
Ihtüoftirioos	81
Proliferatiivne neeruhaigus	83
Müksoboloos ehk pöörlemistõbi	84
84 Lameusstõved	
Monogenoidoosid	84
Angerjate pseudodaktülogüroos	85
Gürodaktüloos	86
Lõhilaste diskokotüloos	87
Kasutatud kirjandus	88

Sissejuhatus

Veeorganismide kasvatamise tähtsus

Loodusest püütud veeloomad on ürgajast alates olnud inimeste oluline toit. Paralleelselt püügiga on paari tuhande aasta jooksul arendatud ka vesiviljelust, kuigi vaid väheseid kalaliike on kasvatatud üle saja aasta. Maailma kiiresti kasvav elanikkond ja vajadus toidu järele on pannud keskkonna tohutu surve alla. Viimastel aastakümnetel on kalapüük maailmamereist jõudnud kriitilise piirini, kus taastuv kalavaru eksploateeritakse üle.

Kaasaagegne vesiviljelus võimaldab kasvatada suures koguses erinevaid organisme, ilma et see avaldaks veekeskkonnale märkimisväärset mõju. Teatav mõju selle tegevusega küll kaasneb, kuid säästvad tehnoloogiad ja seadustega sätestatud keskkonnanõuetepõhimõtete järgimine võimaldab suuremaid probleeme vältida. Kalakasvatuse toodang ületab peatselt traditsioonilise kalapüügi nii mahult kui ka väärtuselt. Ligikaudu 30 000 teadaolevast kalaliigist on kasvatatavaid liike siiski vaid 25–30. Teiste vesiviljeluses kasvatatavate liikide arv ulatub juba üle 200. Inimkond sõltub kasvatatavatest veeorganismidest, sh kaladest, üha enam. Lisaks sellele, et kalad on toit, on neist saanud biomeditsiini kõige arvukam katseloomade ja suurim kodus peetavate lemmikloomade rühm.

Haiguste mõju vesiviljelussektorile

Eri vanuses kalade suremust kasvatamise eri tsüklites põhjustavad mitmed asjaolud, nagu:

- eale sobimatu või vale koostise ja halva kvaliteediga sööt;
- kasvatusvee sobimatu kvaliteet;
- projekteerimisvead ja sellest tulenevad kasvatustehnoloogia tõrked;
- desinfektsiooni- ja ravivead;
- haigused.

Ajapikku on veeloomataudid ja nende ennetamise kulukus hakanud etendama suurt rolli vesiviljelussektori kasumlikkuse mõjutajana. Looduslikus veekogus või madala intensiivsusega kasvatamise korral, kus kalad paiknevad vees harvalt, ei mõjuta haigused kalade arvukust. Kasvatamise intensiivistumise, uute liikide kasutuselevõtu ja kasvanduste spetsialiseerumisega on kaasnenud sellised kalatervise probleemid, mida traditsiooniliste kalakasvatustavade puhul ette ei tule või esineb üliharva.

Haiguste negatiivne mõju looduslikele ja kasvanduste kalapopulatsioonidele ning kasvatamise tõhususele on mitmesugune. Sellest on peamine:

- veeloomade kadu hukkumise tõttu;
- tootmisefektiivsuse vähenemine;
- haiguste ennetus- ja ravikulude kasv;
- investorite huvi ja usalduse vähenemine sektori vastu;
- sotsiaalpartnerite ebakindlus;
- sugukarja seisundi halvenemine ja vertikaalne haiguste levik;
- kahju looduslikele populatsioonidele mitte ainult saamata jäänud ressursi, vaid ka bioloogilise mitmekesisuse vaesestumise ja ökoloogilise tasakaalu muutumise näol.

Haigus

Haigus hea, ravimine halb

See käsiraamat on lühiülevaade veterinaaria kalade tervist puudutava osa, ihtüopatoloogia nüüdisaegsetest suundumustest. Aastaid on seda teadust (kr *ichthys* – kala, *pathos* – haigus, *logos* – teadus, õpetus) peetud klassikalisest veterinaariast kaugel olevaks ning veeorganismide füsioloogia ja elukeskkonna eripära tõttu loetud iseseisvaks distsipliiniks. Viimasel ajal on need teadusharud üksteisele märkimisväärselt lähemale liikunud, sest kalade ja teiste kõigusoojaste (poikilothermsete) loomade haiguste uurimisel, diagnoosimisel ja ravil kasutatakse peamiselt veterinaarmeditsiini meetodeid.

Kõigil veeloomadel esineb erisuguseid haigusi ja nende põhjused on väga erinevad. Nii on haiguste nimetusedki tuletatud eri moel, isegi rahvaluule põhjal. Näiteks aeromonoos on haiguse nimetus, mis viitab otseselt haiguse põhjustajale, *Aeromonas* sp. bakteritele. Meriforellide haiguse nimetus proliferatiivne (vohav) neeruhaigus aga kirjeldab tabandunud organis toimuvaid patoloogilisi protsesse. Esineb haiguslikke muutusi, millel pole nimetust, kuna need seonduvad keskkonna, söötmis- või pidamistingimustega. Nende kirjeldamiseks on laialt kasutusel mittemeditsiiniline väljend – spetsiifiline (tervise)probleem.

Mida kalade tervisehäirete uurimisel haiguseks pidada ehk mida haiguse all mõista? Nagu eeltoodud näidetest näha, on mõne haiguse põhjustanud kindel patogeen, mõni on aga tekkinud mitme kahjustava ärrituse koostoimel. Mõne haiguse tekkepõhjus on ebaselge või hoopis teadmata ja võib ühel või teisel moel olla tingitud näiteks järsust keskkonnamuutusest või tehnoseadme tõrkest või selle põhjustatud stressist või hoopis nende kombineerumisest.

Kas terviseprobleemi saab nimetada haiguseks, kui ei ole teada, mis seda põhjustab? Kas mingit kalade seisundit võib nimetada haiguseks, kui selle põhjus on tingitud kasvatamistehnoloogia vigadest? Selles raamatus on ka need probleemid kokkuleppeliselt haigused, sest kalakasvatajale peaks kalade halb seisund põhjusest olenemata alati muret tekitama. Kindlasti ei saa kõiki kalatervise asjaolusid pidada haiguseks, kuigi seos võib neil kaudselt isegi olemas olla. Näiteks on kontrollkaalumisel kalade juurdekasv väiksem eeldatust, kuigi kalad tundusid eelneva kasvuperioodi vältel täiesti normaalsed. Süvenemata põhjustesse, on selge, et aeglane kasvutempo ei ole haigus. Seega on haigus organismi ebanormaalne seisund, mille põhjuseks on kas nakkus, kasvukeskkonna hoidmise ja söötmise vead, keskkonnamürkide jäägid või mõni muu tervist kahjustav asjaolu, mis on viinud juurdekasvu vähenemisele või on halvendanud kalaliha kvaliteeti ja toodete kaubanduslikku väärtust.

Haigustest rääkides puudutatakse kohe ka tervist ja vastupidi. Tuginedes eespool antud haiguse määratlusele, peaks organism olema terve siis, kui ta on heas seisundis, kui ta ei ole haige. Paradoksaalselt võib just intensiivse kalakasvatuse puhul (näiteks vee korduvkasutusega süsteemides), kus kalade juurdekasv vastab

tehnoloogiale ehk kala peaks olema terve, tihti näha seisundeid ja traumasid, mis ei luba kalu kaugeltki terveks pidada. Kalakasvatajad on sageli enda teadmata või teadmisel olukorras, kus nende kalakarja tervis on kasvuperioodi eri aegadel suures ohus ja vajaks ravimsöötaid, vitamiine või probiootikume või lihtsalt tehnoloogia paremat järgimist, tihti hoopis muutmist. Seega ei ole laialt kasutatav ja tähtis juurdekasvunäitaja kalade seisundi hindamisel ainuke ja peamine komponent. Käesolev käsiraamat püüab välja tuua kalade tervist ja heaolu mõjutavaid tegureid, selgitada nendevahelisi seoseid ja modelleerida eri laadi koosmõjud, et kalakasvatajal oleks võimalik saada selle abil hea kvaliteedi, parima kaubandusliku välimuse ja hea maitsega kalatoodang.

Paraku on Eesti tootjad tihti veendunud, et tõrjemeetmed on väga kulukad, kalakasvatajate enda arvates tihti kulukamad kui kalade väärtus. Seetõttu võiks lugejatel olla kasu käsiraamatus pakutavatest teadmistest, mis aitavad kalatervise probleeme vältida, seega nendega odavalt toime tulla. Käsiraamat rõhutab, et tervis on hea, kuid hea tervis on veel parem, mitte nagu praktikas mõnigi kord ette tuleb – parem odav haigus kui kallilt taastunud kalade tervis. Raamatu koostaja lubab kogutud materjali põhjal anda näpunäiteid, kuidas seda mõttemalli muuta. Ükski käsiraamat ei asenda veterinaari, kuid võib olla (algaja) kalakasvataja abivahend, et veterinaari teenust harva kasutada ja osata paremini hinnata võimalikke probleeme. Kindlasti on see raamat vajalik igale loomaarstile, eriti neile, kelle teeninduspiirkonda jääb mõni kalakasvandus.

Haigestumise põhjused

Haigus on protsess, millega kaasnevad muutused organite talitluses, kaitsemehhanismide tõhususes, kohastumises kasvukeskkonnaga, juurdekasvus jne. Haigus on alati organismi kui terviku üldine kahjustus, olenemata sellest, et muutused esinevad üksikutes organites.

Põhjus, miks haigusi uuritakse, on soov teada saada, kuidas neid vältida ja tõrjuda ning minimeerida nende negatiivset mõju. Vahemärkusena olgu öeldud, et uuriv teadlane kasutab teaduslikke meetodeid ja loomaarst uurija diagnoosimismeetodeid ning neil mõlemal on märkimisväärselt erinev eesmärk. Käsiraamatus mõistetakse uurimise all haiguse põhjuste ehk etioloogia uurimist, haiguse arengu ehk patogeneesi selgitamist ja diagnoosi panekut, rakendades veterinaarias ja meditsiinis kasutusel olevaid võtteid.

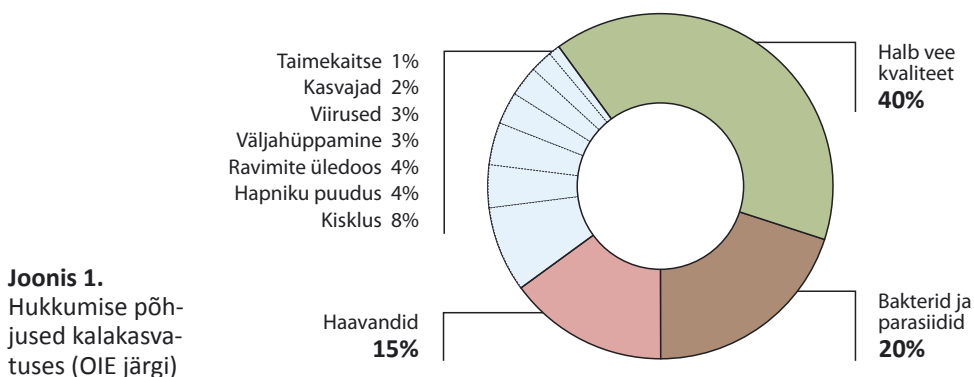
Selleks, et haigust uurida, tuleb mõista selle tekkepõhjust. Mõnel juhul tundub see lihtne ja enesestmõistetav. Näiteks aeromonoosi, nn liikuvate aeromoonaste põhjustatud septitseemiaid, tekitavad üldiselt *Aeromonas hydrophila* bakterid. Veekeskkonnas ei pruugi see aga nii olla ja peaaegu kunagi ei olegi. *Aeromonas* sp., nagu paljud teisedki bakterid, on kalakasvanduse vees üsna levinud ja üldjuhul probleeme ei tekita. Kui aga haigustekitaja või selle toksiinid satuvad kalade vereringesse, põhjustavad nad paljudes organites patoloogilisi muutusi. Seetõttu kannavad paljud kaladel esinevad sarnase kliinilis-anatoomilise pildiga bakteriaal-/viirushaigused koondnimetust „hemorraagilised septitseemiad”. *Aeromonas* sp. või *Yersinia ruckeri* bakterid ja VHS viirused on vaid mõned näited nende tekitajate rühmast.

Bakteriaalse hemorraagilise septitseemia puhkemiseks on vaja mingit algul kaudset lisatingimust, näiteks välisparasiitide tekitatud nahavigastusi. Need vigastused on head sissetungiväratid, mis võimaldavad haigustekitajatel organismi sattuda ja seal teatud oludes virulentseks muutuda. Teiseks on haigustekitajatel võimalik organismi tungida sooltepeõletiku ehk soolestiku limaskestast kahjustuse ja kaitsemehhanismide häire tõttu, mis omakorda on tekkinud halva kvaliteediga söödast või ratsiooni järsust muutmisest. Tihti tungivad patogeenid organismi lõpuste epiteeli ja sealt vereringesse halvast keskkonnaseisundist tekkinud kahjustuste kaudu.

Bakteriaalne hemorraagiline septitseemia on näide veeorganismide mitmeteguri- lisest ehk multifaktorilisest haigusest. Selleks, et haigus ilmneks, peab organismile mõjuma mitu kahjustavat tegurit või eraldi põhjust: esiteks *Aeromonas*'e bakterid vees ja kalade kehapinnal ning teiseks nahakahjustusi tekitavad välisparasiidid. Kui üks neist teguritest puudub, siis haigus välja ei kujune. Seega võib seda veeorganis- mide haigust iseloomustada vormeliga

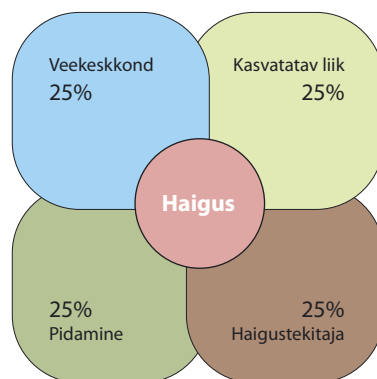
$$\text{Aeromonas sp. + parasiidid (või keskkonnategurid)} = \text{aeromonoos}$$

Neid mõjureid, mis viivad haiguse tekkimiseni, nimetatakse põhjuslikeks kompo- nentideks. Vabalt vees ujuvad *Aeromonas* sp. bakterid on üks haigust põhjustav kom- ponent ja nahakahjustusi tekitavad parasiidid on teine komponent. Koostoimes põh- justavad need aeromonoosi, mille tunnused on nekrotiseerunud haavad kehapinnal, soomuste turritamine ja septitseemia, ekstreemsetel juhtudel kalade suremine. Peale parasiitide võivad kasvatatavad kalad saada nahakahjustusi väljapüügil, sorteerimi- sel, keskkonnamuutuste, kisklemise või kahjurite ründe tagajärjel. Kui kasvanduse vees on sellele lisaks bakteriaalne komponent sekundaarse mikrofloora näol (see on tegelikult alati olemas, isegi haudemaja vees), on pärast kalade ebakorrektselt käitle- mist oodata sekundaarse mikrofloora kui fakultatiivsete patogeenide virulentsuse suurenemist ja haigestumiste arvu kasvu. Põhjuste lisakomponent peale vigastuste on enamasti ka immuunsust pärssiv stress, mis soodustab organismis latentselt esinevate virulentsete bakterite või viiruste aktiveerumist. Kui ülaltoodud vorme- lis asendada parasiidid mis tahes teise vigastuse põhjustajaga, on tagajärg üldjuhul sama (joonis 1).



Sellise mitmetegurilisust arvestava käsitlusviisi korral on aeromonoosi komponent bakter ning lisa- või indutseerivad komponendid on vigastused ja nahakahjustused. Selline lähenemine haigustele aitab kahjulikke tegureid vältida või valida nende kõrvaldamise viis. Kui vees on parasiidid, valitseb ikkagi oht, et puhkeb bakterioos. Kui tõrjuda parasiite, jättes kahe silma vahele teised vigastuste põhjustajad, jääb alati mis tahes bakterioosi või viroosi krooniliseks muutumise või ägenemise oht. Alles siis, kui on minimeeritud vigastuste teke, võib loota, et haigus on kontrolli all ja saab alustada muid spetsiaalseid tõrjemenetlusi.

Paljudel juhtudel on haiguse bakteriaalset etioloogiat tuvastada väga keeruline. Sellisel juhul piisab muude, ilmselgelt kahjustavate komponentide kõrvaldamisest, et olukord kontrolli alla saada. Selline lähenemine aitab planeerida toimivaid tõkestavaid tegevusi. Oma ettevõtmistes tuleks hoiduda kõigist teadaolevatest mõjureist, mis võivad haigusi põhjustada, ja nende ilmnemisel kiiresti reageerida (joonis 2).



Joonis 2.
Haiguse tekke komponendid

Haiguste liigid

Kalade haigused jagatakse kahte suurde rühma: nakkushaigused ja mittenakkavad haigused. Nakkushaiguste tekitajad on bakterid, viirused, seened, vetikad ja loomariiki kuuluvad parasiidid. Nakkushaigused, nagu teisedki kalade haigused, on mitmekomponendilised, kuid nende puhul on tuvastatud tõestava haigustekitaja eriomane (**infitseeriva patogeeni spetsiifiline**) osalus. Viimastel aastatel tekkinud ravimiresistentsuse süvenemise ohust lähtuvalt tuleb diagnoosimisel haigustekitaja määrata kuni liigi/serotüübi tasemeni.

Mittenakkavatel haigustel puuduvad bioloogilised esilekutsujad, need haigused (kahjustused) ilmnevad keskkonnatingimuste ebasoodsaks muutumisel, ainevahetushäirete tagajärjena, pikaajalise ebaõige söötmise korral, trauma või geneetilise teguri mõjul või (nagu jälle tuleb öelda) on haigus nende mõju omavahelise kombineerumise tagajärg. Mittenakkavale haigusele võivad lisanduda nakkuslikud elemendid. Sellisel juhul tuleks näiteks parasiitide invasiooni või nakatumist bakteritega näha kui haigusega kaasnevat negatiivset nähtust, mitte kui põhjust, ja seda nii käsitleda: **mittenakkavast haigusest nõrgestatud kala on bioloogilistele haigustekitajatele vastuvõtlikum**. Fakultatiivsete patogeenide virulentsuse suurenemine kahjustatud organismis on tihti see, mida selle haigusrühma puhul tuleb karta.

Haiguse kulg

Haigus koosneb kolmest perioodist. Esimene on varjatud ehk latentne periood (nakkushaiguste korral **inkubatsiooniperiood**), mis kestab haigust tekitava mõjuri

(agensi) toime algusest kuni esimeste haigustunnuste ilmnemiseni. Teine ehk kliiniline periood algab teatavale haigusele väheiseloomulike või selgete tunnuste ilmnemisega. Kolmas periood haiguse kulus on haiguse lõpe. Haigus võib lõppeda ennistuse, letaalse lõppe või haigusliku seisundi ehk kahjustusega (**puue**).

Haiguse kestus

Kestuse alusel jagatakse haigused ägedateks, alaägedateks ja kroonilisteks. Ägedad haigused, mis kulgevad enamasti kiirelt, lõpevad tihti kala surmaga. Krooniline haigusvorm kulgeb üldjuhul aeglaselt mitme nädala kestel ja lõpeb tavaliselt kalade tervenemise või puudega. Suremus ei ületa 20%. Alaäge vorm vältab kroonilisest vormist vähem, kuid seda iseloomustab kalade vähene, kuid pidev suremine (vt joonis 6 ja ptk „Kalade uurimine”).

Haiguse kindlakstegemine

Kahjuks ei ole kuigi paljud kalahaiguste kliinilised tunnused ja haigestunud kalade käitumismustrid tõvetunnuslikud ehk patognoomsed (näht, mille esinemine osutab suure tõenäosusega teatavale haigusele). Seega võimaldab ainult pidev ja hoolikas kalade jälgimine leida tunnuseid, mis viitavad teatavale haiguste rühmale või patogeeni(de)le. Mõni ilmne muutus kalade käitumises, mida võib haigestumisega seostada, on:

- isutus ja unisus (**letargia**);
- kalade ebanormaalne jaotumine ja ujumine basseinis, hoidumine voolavast veest või püsimine sissevoolu juures, ujumine veepinnal ja veest välja hüppamine;
- sööstud, keerlemine, tasakaalu puudumine, nühkimine vastu põhja ja basseini külgi;
- uimasus (**apaatia**), vähene stressitaluvus.

Lisaks käitumise muutumisele tekib haigusega hulk sisemisi ja väliseid normist kõrvalekaldeid, mis on nähtavad palja silmaga. Iseloomulikud muutused on tumedad või heledad laigud kehapinnal, soomuste äralangemine või turritamine, haavandid kehapinnal, suu ümber või uimedel, verevalumid, punnsilmsus (**eksoftalmia**). Sisemiste muutustena võib lahingul näha tumenemist või kehvveresust (**aneemilisus**) maksas ja neerus, verejookse (**hemorraagiad**) ja täppverevalumeid (**petehhiad**), organe suurenemist, vedelike kogunemist kehaõõntesse, vedelikke sisaldavaid moodustisi (**tsüst**) ja uudismoodustisi.

Teave nimetatud käitumishäirete ja patoloogiliste muutuste ning kalakasvatuseadmete töö vigade, veeparameetrite, kalaliigi ja vanuse, söötmise jms kohta on loomaarstile tähtis, kuid diagnoosi nende alusel alati panna ei saa. Kindlasti tuleb välja selgitada haigustekitaja ja planeerida strateegiad, kuidas haigust tõrjuda ning hoiduda selle kordumisest. Kalade patoanatomilist uurimist käsitletakse täpsemalt edaspidi.

Sündroom

Haigustel on teatavad kliinilised tunnused ehk sümptomid. Kui neile lisada epidemiooloogilised komponendid, saab haigustunnuste kogumi, mida nimetatakse sündroomiks. Näiteks on karpkalade aeromonoosi ägeda vormi sündroomiks sooltepõletik, astsiit, punnsilmsus ja tihti soomuste turritamine, mis haiguse ägeda kulu korral esineb epideemiana, krooniline vorm aga sporaadiliselt. Paraku ei avaldu veeloomadel haigustunnused sugugi nii selgelt kui maismaaloomadel. Ebaselgete haigustunnustega (**asümptomaatiliste**) haigestumiste korral võivad ühesugused sümptomid esineda ka olemuselt täiesti erinevate haiguste korral. Veeloomataudi diagnoosimise algfaasis tuleb tähtsaks pidada sümptomeid ja seejärel mõelda haigust põhjustada võivast tekitajast.

Diagnoos

Diagnoosimine

Diagnoosimine on tegevus, mille käigus uuritakse organismi tervislikku seisundit ja selgitatakse välja kõik tegurid, mis võisid seda halvendada (agensid). Haiguse diagnoos pannakse kliiniliste ja patobioloogiliste tunnuste alusel, arvestades haiguse etioloogiat ja väliskeskkonna tegureid, mis võisid otseselt või kaudselt avaldada mõju haiguse tekkele ja kulule. Alati tuleb arvestada sellega, et diagnoos võib osutuda valeks, sest see tugineb vaid parimal teadaoleval ja kontrollitud, kuid piiratud teabel. Ihtüopatoloogias ei saa diagnoosi panna ainult haiguse väliste tunnuste alusel, sest sarnased kliinilised tunnused võivad esineda täiesti erinevate haiguste puhul. Näiteks võivad kalade kehapinna haavandid olla põhjustatud *Aeromonas* sp. bakteritest (nakkushaigus) või tabandumisest koorikloomadega (*Argulus*, *Lernaea*). Lõpuste värvuse muutumine (hüpereemia vs. aneemia) võib esineda daktülogüroosi korral, veekeskkonna saastumisel või nitrifikatsiooniprobleemide tõttu. Seega saavad täiesti erinevad põhjused esile kutsuda peaaegu ühesuguseid patoloogilisi muutusi ja sümptomeid. Pealiskaudse uurimise korral võib see diagnoosi panekul segadust tekitada.

Sõltuvalt kättesaadavast teabest või teabe hankimise võimalustest võib diagnoosimisel eristada mitut tasandit. Kui kasutada on piiratud kogus informatsiooni, siis on diagnoos vaid haiguse või isegi üksnes probleemi üldine kirjeldus, mis tugineb vihjetele.

Lõplik diagnoos pannakse võimalikult laia teabe põhjal. Üks osa sellest – ja mitte vähetähtis ka ihtüopatoloogias – on laboriuuringud. Neid tehakse Eestis põllumajandusministeeriumi hallatavas veterinaar- ja toidulaboratooriumis (www.vetlab.ee) ning Eesti maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi kalakasvatuse osakonnas (www.emu.ee). Kalahaiguste laboriuuringutes kasutatakse kõiki

veterinaardiagnostika meetodeid, nagu haigustekitajate DNA tuvastamine polümeeraasi ahelreaktsiooni (PCR, ingl *polymerase chain reaction*) abil, ELISA test, mikrobioloogiline analüüs jt, rääkimata patoanatomilisest lahangust ning histopatoloogia ja -keemia meetodeist. Veeorganismide haiguste uurimisel on laborivastus lõpliku diagnoosi alus. Samas, lõpliku diagnoosi saab panna siis, kui on läbi vaadatud nii kliinilised tunnused, epidemioloogia, laborivastused kui ka diferentsiaaldiagnostika tulemused.

Diferentsiaaldiagnoos

Diferentsiaal- ehk **eristusdiagnoos** on diagnoosi valik kahe või mitme sümptomitelt sarnase haigusjuhu korral. Diferentsiaaldiagnoos on sisuliselt oletus ning diagnoosimise abivahend, et välistada sarnased või tootmisharus väheesinevad või ebatüüpilised haigused. Siiski on oluline meeles pidada, et nakkushaigused levivad väga ootamatul moel ja mõni ettetulev juhtum võib olla esimene eksootilise haiguse leid piirkonnas. Asjaolu, et sellist haigust ei ole kunagi esinenud, ei välista ohtu, et haiguspuhang tekib tulevikus või on juba käes.

Näide

Märtsi algul (veetemperatuur 4,5 °C) müügiks püütud vikerforellidel täheldati ulatuslikku uimede punetust, haavandeid rinnauimede baasil ja suu ümber. Leiti hukkunud kalu. Laborisse saadetud proovidest leiti *Aeromonas hydrophila* baktereid. Diagnoosiks võis panna asümptomaatilise aeromonoosi. Samal ajal suurenes kalamajandi haudemajas koorunud vikerforellide noorjarkude hukkumine. Sellele olid iseloomulikud rebukoti kahjustused. Silmtäpis mari osteti välismaalt, seda töödeldi enne inkubeerimist jodofoori lahuses. Kliiniline pilt ja epidemioloogia viitas vikerforelli vastsete sündroomile (RTFS), mida kinnitas tekitaja *Flavobacterium psychrophilum*'i isoleerimine. Kui kaubakalade laboriuuringul oleks lisaks *A. hydrophila*'le uuritud ka *F. psychrophilum*'i esinemist, oleks neil kohe diagnoositud külmaveehaigus (CWD). Kas haigustekitaja sattus majandisse koos imporditud marjaga või nakatus mari kalamajandis, jäi selgusetuks, sest kalade esmatöötleva sisenemist haudemajja või kontakti haudemaja inventariga ei tuvastatud.

Selle näite põhjal ei saa ka vaid labori vastust pidada kaalutud diagnoosi aluseks. Selgub, et see võib olla vaid piltmõistatuse üks osa lõpliku diagnoosini viiva teabe hulgast. Mida rohkem on infot, seda kindlam on diagnoos ja seda mõjusamad tõrjemeetmed saab valida.

Mis teeb veeloomade haigused erandlikuks?

Kasvukeskkond

On hulk erinevusi vees kasvatatavate kalade, koorikloomade ja molluskite ning maismaal peetavate imetajate ja lindude kasvukeskkonna ja kasvatamistehnoloogia vahel. Kõige ilmsem ja olulisem keskkonnaerinevus on vesi ise. Paljuski on õhk ja vesi sarnased, näiteks on nad väga muutlikud. Kui õhu liikumine on tuntav tuulena, siis vee liikumine on hoovus. Mõlemas keskkonnas on elusorganismide hingamiseks olemas hapnik. Erinevuse peamine sisu on see, et vesi on tihedam ja selles lahustub kõikvõimalik hõljum, samal ajal kui hõredas õhus lendleb vaid mõni objekt. Vee tiheduse tõttu „lendlevad” ka kalad, puutudes põhja väga harva, kui üldse. Kui maismaaloomad vajavad liikumiseks maa(tasa)pinda, siis kalad elavad ja liiguvad pidevalt kolmemõõtmelises veesambas. Elu sellises keskkonnas on muutnud organismid väga liikuvaks ja raskesti kättesaadavaks. Just vee tihedus, mis on õhu omast 800 korda suurem, on vorminud röövtoiduliste lõhilaste ristlõike munajaks ja kehakuju torpeedolaadseks. Kui vähesed erandid välja jätta, võib seda öelda peaaegu kõigi kalade kohta.

Nagu märgitud, on vees palju hõljuvaid osakesi: pinnas ja muda, vetikad, lahustunud orgaaniline aine jm. See halvendab nähtavust. Maismaaloomad näevad udus või tolmupilves liikudes tunduvalt paremini. Üks osa vees olevast hõljumist on patogeensed bakterid, viirused, seened, parasiidid ja kõikvõimalikud vees lahustunud toksiinid. Kirjanduslikult võiks öelda, et kalad elavad patogeenide ookeanis. Kalade kasvatamise seisukohalt on probleem selles, et veekeskkonnas on haigustekitajatel ühelt organismilt teisele ja kauge maa taha kanduda palju lihtsam kui õhus, kus tihti on nakatumiseks vaja väga lühikesi vahemaid või otsest kontakti. Kalakasvanduses on lühikesed vahemaad ja kontaktid tavalised, mistõttu on veespetsiifilistel haigustekitajatel ühelt kalalt teisele kanduda märksa lihtsam.

Mingi muutus kinnise veekogu ühes osas võib mõjutada kõiki seal elavaid loomi. Avatud suurtes veekogudes püsivad patogeened ja toksiinid pikka aega stabiilsed ja ohtlikud ning võivad kiiresti levida veekogu kõikidesse osadesse ja kihtidesse. Kalakasvanduse vees toimub see veelgi lihtsamalt.

Vee kasutamise oma huvides muudab inimesele raskeks asjaolu, et see pole tema loomulik elukeskkond. Et püügi- või kasvatamisobjektid ei püsi ainult veepinnal, peab nende püüdmiseks ja kasvatamiseks kasutama kalleid abivahendeid.

Veeloomataudide uurimise teeb keeruliseks hulk asjaolusid:

- kalu on tülikas kinni püüda;
- kalu on vees keerukas jälgida;
- haigustekitajad elavad vees ning levivad kiiresti ja lihtsalt;
- kalu kasvatatakse suurtes kogustes tihedalt koos;
- haigeid kalu on raske eristada ja isoleerida ning see tegevus on kulukas ning ravimine tülikas;

- haigusi on sageli raske tuvastada ning need on enamasti mitmetegurilised ja mittespetsiifiliste haigustunnustega.

Kui haiguse esinemist kalakarjas on üldse võimalik selgitada, saab seda teha üksikute haigete kalade uurimise ja haigusmustril väljaselgitamisega.

Veekeskonna „tervis“

Kõige levinum veekeskonda puudutav eksiarvamus on, et vesi on vesi ja kala on kala ning seda nii järves, jões, akvaariumis kui ka kalakasvanduses. Vee ökosüsteem koosneb tegelikult miljonitest mikroorganismidest, mis on omavahel seotud keskkonna koostise ja seal lahustunud ainete kaudu, seda mõjutades ja koostoimes parandades või dünaamiliselt tasakaalus hoides. Vetikad, algloomad, bakterid jt täidavad looduslikes veekogudes üheskoos teisi funktsioone kui näiteks vee korduvkasutusega vesiviljelussüsteemis, kus suurem osa neist säilitab keskkonda ning osa tekitab kaladele terviseprobleeme, kui keskkond kalade jaoks halveneb.

Kalade hea tervise hoidmine, mis on kõrge tootlikkuse alus, ei tulene mitte ainult kala, mikroorganismide, mineraalainete, toksiinide, toitainete jm tundmisest, vaid teadmisest, kuidas kasvukeskkonna tegurid üksteist mõjutavad ja milline on nende koostoime. Seetõttu on mingi terviseprobleemi lahendamise alguses eksitav mõelda vaid veeloomade tervishoidu käsitlevatele õigusaktidele, mis sunnivad keskenduma kalale ja haigustekitajale. Pigem tuleks selles olukorras hinnata veekeskonna tervist ja selle mõju. Kui mõni vee tervisenäitaja on ebaloomulikult suur või väike, mõjustab see kogu ökosüsteemi, sealhulgas kasvatatavaid kalu.

Klassikaliselt diagnoositakse haigust haigel loomal tekkinud kliiniliste muutuste järgi, jälgides seejärel muid asjaolusid. Kalahaiguste diagnoosimisel alustatakse tiigi, basseini või kogu veehaarde tervisliku seisundi hindamisega. Alles seejärel uuritakse kaladel esinevaid nähtusid, sest need tulenevad tihti just eelmistest. Probleemid kalade tervisega tekivad ja lahenevad, kui tekivad ja lahenevad keskkonna enda seisundi probleemid. Kui näiteks vee korduvkasutusega süsteemis jälgida ja kontrollida nitrifikatsiooni, pH-d, leeliselisust, vees lahustunud hapnikku, orgaanilise aine sisaldust jm ning igale kõrvalekaldele adekvaatselt reageerida, võib kindel olla, et nakkushaigused on selles kalakasvanduses väga harvad külalised. Kalade vajadustele vastav ehk terve veekeskond ja head pidamistingimused ei raugesta kalade kaitsevõimet (**immuunsust**).

Epidemioloogia

Eespool kasutati mitmel korral mõistet *epidemioloogia*. See on teadus, mis uurib masshaigestumiste tekke, arengu, leviku ja vaibumise põhjusi loomade hulgas. Epidemioloogiliste iseärasuste tundmine on abiks haiguste diagnoosimisel ja aluseks tõhusa tõrje korraldamisel. Kalataudide ennetamise ja ravi seisukohalt on lisaks tähtis teada vee spetsiifikast tulenevaid tingimusi, mis nakkushaiguste puhkemist ja arenemist soodustavad või takistavad.

Patogeenide võimelisust organismi invadeerida või nakatada ja kahjustada nimetatakse **virulentsuseks**. Kui kala nakatub kergesti (pole immuunne), on tegemist vastuvõtliku kalaga või on patogeen suure virulentsusega. Kui kala on raske nakatada, on see väikese vastuvõtlikkusega või patogeen on vähevireulentne. Nakkushaiguse kõige lihtsama levikumudeli korral peab tingimata esinema kolm lüli: haigustekitajat vette eritav **nakkusallikas**, haigustekitaja **ülekandefaktorid** ja vastuvõtlik (peremees)**organism**.

Veekogus on kalataudi puhul **nakkusallikaks** kala, kes eritab vette haigustekitajaid. **Epidemioloogiliseks koldeks** nimetatakse veekogu, kus elavad nakatunud (**infitseeritud**) kalad ning kus haigustekitajad võivad haigetelt tervetele kanduda. Kui looduslikus veekogus elavad nakatunud kalad, siis räägitakse **looduslikust nakkuskoldest**, kus kohalikud kalad on haiguskandjad ja kust tekitajad pääsevad kalakasvandusse.

Et kalad haigestuksid, on haiguskoldes vaja teatavaid mehhanisme, et haigustekitaja kanduks haigelt kalalt vastuvõtlikule tervele kalale, ja epideemia arengut soodustavaid välistingimusi. Kui üks neist teguritest puudub, siis epideemia ei arene. Haiged kalad eritavad haigustekitajaid vette oma ekskrementide, uriini ja limaga. Haigustekitajad satuvad vette ka vigastatud kalade kudedest või pärast kalade hukkumist. Keskkonnategureid, mis soodustavad haigustekitaja edasikandumist haigelt tervele ja tagavad epidemioloogilise protsessi järjepidevuse, nimetatakse haiguse ülekandeteguriteks (**ülekandefaktorid**). Ihtüopatoloogias kuuluvad nende hulka kalad, kalamari, vesi, veekogu ümbritsev pinnas ja ülekäiguteed, selgrootud veeloomad, linnud ja kiskjad, kalapüügivahendid ja muu kalakasvatuse inventar. Kõigi haigustekitaja ülekandes osalevate tegurite kogusumma määrab haiguse levikuteed, tekitaja võimalikud sissepääsuviisid kalakasvandusse.

Haigustekitaja satub kalamajandisse veega, parasiitide vaheperemeestega, siirutajate ja looduslike kaladega. Kui need on pärit kalakasvandusse vett andvast veehaardest või veekogust, nimetatakse neid **looduslikuks infektsiooni- ja invasioonireservuaariks**. Eriti ohtlikud on haigused, mille tekitajad ei ole liigispetsiifilised, st tabandavad korraga mitut kalaliiki. Niisugused haigused on ihtüoftirioos, hilodonelloos, hulk viroose ja bakterioose, mille tekitajad invadeerivad kõiki mageveekalu. Niisuguste haiguste reservuaariks, mille tekitajad on spetsiifilised ja esinevad ainult lähedastel kalaliikidel, võivad olla kasvatatavate kalade sugulasliigid. Reservuaariks on kindlasti ka veeorganismid, kelle parasiitide vaheperemeheks on kalad. Selline haigus on näiteks meriforellide proliferatiivne neeruhaigus (PKD), mida on kirjeldatud ka vikerforellidel.

Haigustekitajatest tuuakse kalatoiduliste lindude abil sisse need kalade helmintidid, kes arenevad suguküpseks lindude soolestikus. Vaheperemeestega arenevad parasiidid kohanevad kalakasvanduse tingimustega tavaliselt halvemini, sest arengutsükli(te) läbimiseks vajavad nad uutes tingimustes selgrootuid loomi.

Ohtlike ja konkreetse farmi kalade jaoks eksootiliste (selles farmis varem mitte esinenud) kalahaiguste puhul tuuakse haigustekitaja tavaliselt sisse asustusmaterjaliga. See ei tähenda ainult infitseeritud elusmaterjali sisseostu välismaalt. Välja on selgitatud, et osa lõhilaste virooside ja bakteriaalhaiguste tekitajaid levib kalamarjaga. See peaks olema ohumärk kogu Eesti kalakasvatusektorile, kes impordib suures koguses silmtäpis kalamarja.

Need näited kinnitavad, et igasugune kalakasvandusse inkubeerimiseks või asustusmaterjaliks sisse toodud elusmaterjal kujutab endast kaladele (eksootiliste) haiguste tekitajate sissetoomise riski.

Epidemia teke, kulg ja dünaamika

Intensiivsuse ja leviku ulatuse alusel eristatakse mitut epidemioloogilise protsessi vormi. **Sporaadilise** haiguse korral tabanduvad üksikud kalad. **Endemia** puhul on haiguse levik laiem ja **epidemia** iseloomustab kalade massiline haigestumine ja suremine mingis piirkonnas. Sel juhul on haigustekitaja sisse toodud kas teistest majanditest või veekogudest või nakatuvad kalad samal ajal ühisest nakkusalikast, mis varem ei olnud selle vesikonna kalakasvandustele ja veekogudele iseloomulik. **Pandeemiaks** nimetatakse epidemioloogilise protsessi niisugust kulgu, mille puhul kalad tabanduvad piiriüleselt ehk mitme maa siseveekogudes või meredes korraga.

Epidemioloogiline protsess areneb seaduspärasuste järgi, mis on iseloomulikud otseselt (ilma vaheperemeesteta) arenevate tekitajate põhjustatud infektsiooni- ja invasioonahaigustele. On teada, et mingi haiguse epideemiade vahel on pikem või lühem vaiguseperiood ehk **epideemiatevaheline staadium**. Sel ajal esinevad sporaadilised haigusjuhtumid, millega säilivad haigustekitajad kalamajandis. Haiguse läbipõdemise tulemusena tekkinud immuunkaitse tõttu ei muutu haigus enamasti massiliseks.

Epideemia eelnevat staadiumi iseloomustab haigestunud kalade hulga suurenemine, võrreldes epideemiatevahelise staadiumiga. Seda võib seletada spetsiifilise immuunsuse nõrgenemisega, mitteimmuunsete kalade asustamisega immuunsesse kalakarja ja kasvukeskkonna tingimuste sellise muutumisega, mis soodustab haigustekitaja arvukuse kasvu, suurendab selle virulentsust või pärsib kalade immuunvastust. Keskkonnanäitajatest võivad veetemperatuuri järsk muutumine, orgaanilise aine sisalduse suurenemine ja/või nitrifikatsiooni häirimine, hapnikusisalduse vähenemine ja üleasustamine toimida **stressori** ja **immunodepressandina** ning epideemia esile kutsuda või seda soodustada.

Epideemia staadiumi iseloomustab haigestunud kalade hulga tuntav kasv. Haiguspuhangu ägedale kulule on iseloomulik haigusjuhtude sagenemine. Tihti haigestub mõne päeva jooksul peaaegu kogu kalakari. Kroonilise haiguspuhangu vormi korral kasvab haigestunud kalade arv tunduvalt aeglasemalt. Kui nakkusalikas püsib ja haigustekitaja ülekandemehhanism ei ole häiritud, siis jätkub haigete

kalade hulga suurenemine ja epideemia jõuab maksimaalse tõusu staadiumi. Seda iseloomustab kliiniliselt haigete kalade suurim arv ja ägeda kulu ajal väga suur, tihti 100%-ni küündiv suremus. Siiski on isegi väga raskete nakkushaiguste puhangute korral kalakarjas üksikuid kalu, kes ei nakatu ja kellel on väga tugev mittespetsiifiline immuunsus.

Toodud seaduspärasused võivad aidata ette näha epideemia teket, eriti kui kasvanduses on tegureid, mis soodustavad haiguse puhkemist, ennustada haiguspuhangu tekkimisel selle iseloomu ja kestust ning mis peamine – ohjeldada epidemiooloogilist protsessi ja võtta tarvitusele abinõud, mis takistavad kalataudi tekkimist.

Stress

Intensiivse kasvatamise tingimustes mõjutavad kalu pidevalt tihedast asustusest ja ebasoodsatest keskkonnateguritest tekkinud stress ning selle ja haigustekitajate põhjustatud terviseprobleemid. Kõik need tegurid avaldavad negatiivset mõju kalade heaolule ja üldisele seisundile, mille lõplik tagajärg on otsene majanduslik kahju. Kuigi head tava järgiv kalade kasvatamine võiks aidata stressi teket vähendada, on kalade tiheda asustuse, sorteerimise, transpordi ja vaktsineerimise tõttu selle negatiivne mõju alati olemas ja suurem kui looduslikus veekogus.

Stressorid mõjutavad negatiivselt organismi üldist toimimist rakutasemeni välja. Stressi vastus on iga elusorganismi normaalne ja eluliselt tähtis reaktsioon. See peab aitama organismil toime tulla ja kohastuda muutustega, mida stressorid organismi normaalse sisekeskkonna füsioloogilises tasakaalus (**homöostaas**) põhjustavad.

Füsioloogiline stress on tinglikult jagatud kolmeks etapiks. Esimene neist on stressihormoonide, näiteks kortisooli ilmumine vereringesse. Teiseks muutub stressihormoonide toimele osa ainevahetusnäitajaid ja verepilt, mis on organismile metaboolset koormav ja energiatiliselt väga kulukas. Kolmandat taset hinnatakse kalakarja või -populatsiooni üldise seisundi muutusena, nagu kasvu aeglustumine ja suurem vastuvõtlikkus haigustele.

Kokkuvõtteks tuleb öelda, et stress on väliskeskkonna muutustest põhjustatud organismi sisekeskkonna ulatuslik ümberkujunemine ehk kohanemissündroom. Viimase aja uuringud on näidanud, et teatavate geenide ekspressioon ja muutused selles on koe- ja stressispetsiifilised. Stressist tingitud geenekspressioonide muustrid viitavad otseselt muutustele ainevahetuses (metabolism) ja kalatervise seisukohalt tähtsates rakulise kaitse mehhanismides. Viimase puhul räägime stressist kui immuunsuse pärssijast ehk immunomodulaatorist või -depressandist. Mõnel juhul on stress hea ja normaalne nähtus, mis tagab eduka toimimise ja konkurentsivõime ellujäämise, kuid pikaajaline stress mõjub organismile hävitavalt. Kalade võimalikult stressivaba pidamine on haiguste üldise ennetamise seisukohalt väga tähtis.

Haiguste ennetamine

Eelkõige majanduslikest kaalutlustest lähtuvalt võiks kalakasvataja eelistada nakkusest hoidumist selle tõrjumisele ehk ravile. Profülaktikameetmeid on traditsioonilises kalakasvatuses raskem rakendada kui vee korduvkasutusega süsteemides, kuid alati on võimalik midagi ka siin parandada.

Patogeenivaba kalakasvandus

Uue kalakasvanduse käivitamisel on võimalik vältida patogeenide sattumist süsteemi. Selleks tuleb:

- kasutada ainult puurkaevu- või ühisveevärgivett;
- tuua kasvandusse vaid desinfitseeritud marja ja sertifitseeritud kasvandusest pärinevaid kalu;
- järgida vee korduvkasutuse tehnoloogilisi etappe, sh regulaarselt puhastada.

Karantiinimine

Hangitud kalu või marja tuleb alati isoleeritult kontrollida. Põhjalik asustusmaterjali kontroll lubab avastada haiguskahtlusega kalapartii, hoida selle kasvanduses peetavatest kaladest lahus ja esitada müüjale probleemide tekkimisel reklamatsioone.

Parasiitide vaheperemeeste kõrvaldamine

Kalaparasiitide vaheperemehed tuleb kasvanduse veest kõrvaldada. See lõhub parasiitide arengutsükli ja hoiab kalakasvanduse nendest haigustest puhtana. *Diplostomum*'i, *Tylodelphys*'e, *Sanguinicola* jt trematoodide vaheperemehed on teod. Nende väljakorjamine on võimalik, kuid äärmiselt tülikas. Nendest vabanemiseks on soovitatav kasutada vasksulfaati või formaliini, mis võivad küll osutuda liiga leebeks ja ebatõhusaks.

Lindude peletamine

Lindude kalakasvanduse territooriumilt eemal hoidmine võib märkimisväärselt vähendada silmaparasiitide esinemist. Näiteks saab lindude peletamisega ära hoida vikerforelli silmades parasiteeriva *Diplostomum spathaceum*'i ja *Tylodelphys clavata* esinemist. Lisaks sellele on elimineeritud mõne ohtliku bakteri või viiruse sattumine kalakasvandusse.

Patogeenide eri arengustaadiumide kõrvaldamine

Uuringud on näidanud, et tiheda veefiltriga saab välja püüda osa parasiitide vabalt vees elavaid vahevorme. Filtritega, mille silmaläbimõõt on 30–40 µm, saab kõrvaldada veest nakatamisvõimelisi silmaparasiite. Veest õnnestub välja püüda näiteks

kalade kehapinnalt lahkuvate ihtüoftiiriuste (ICH) trofote, mis on suuremad kui 100 µm, monogenoidide mune ja onkomiratsiide ning trematoodide ja tsestodide noorvorme. Efektiivne on peenesilmalise trummelfiltri kasutamine.

Orgaanilise aine sisalduse vähendamine

Mõned veeorganismidest, keda leidub kalade kehapinnal, ei toitu otseselt kalast. Nad kinnituvad naha epiteelile, filtreerivad vett, saades toiduks baktereid, lahustunud orgaanilist ainet ja vabalt ujuvaid ripsloomi. Kui vähendada orgaanilise aine hulka, väheneb tunduvalt seda toiduks kasutavate mikroorganismide arvukus ja parasiitidega tabandumine. Edukas on see *Trichodina*, *Trichodinella*, *Epistylis*'e ja *Apio-soma* perekondade parasiitide arvukuse mõjutamisel.

Keskkonnahoidlike vahendite kasutamine

Patogeene ja lahustunud orgaanilist materjali saab veest kõrvaldada oksüdeerivate ainete, nagu vesinikperoksiidi või naatriumperkarbonaadi kasutamisega.

UV-kiiritamine ja osoneerimine

UV-kiirguse ja osooni kasutamine vähendab patogeenide arvu ja soodustab orgaanilise aine oksüdatsiooni vees. Neid meetodeid on võimalik kasutada vee osalise või täieliku korduvkasutusega süsteemis.

Vee läbivoolu suurendamine

Vee voolukiiruse suurendamine on mõjus viis juhtida vees elavad parasiidid või nende vahevormid välja kasvutiigist, basseinist ja mõnel juhul kogu kalakasvandusest. Vee läbivoolu suurendamine 25% võib olla väga efektiivne *Ichthyophthirius multifiliis*'i vee-elulistest vahevormidest (tomotsüstid ja terondid) vabanemiseks.

Aretus

Liikide, aretusvormide ehk varieteetide ja tõugude vastuvõtlikkus haigustekitajate suhtes on erinev. Kalade aretusega tegelevad ettevõtted on võtnud eesmärgiks peamiselt suurendada nende kasvukiirust ning parandada kalade head tervist tagavaid tunnuseid ning stressitaluvust.

Immunoprofülaktika

Kalatervise seisukohalt on oluline, et haiguste profülaktikas on võimalik kasutada nii mittespetsiifilist immuunsüsteemi stimuleerimist kui ka spetsiifilist vaktsineerimist. Esimese korral kasutatakse nn immunostimulante (suu kaudu, vannitades), teise puhul vaktsiine (süstides, suu kaudu, vannitades, piserdades). Kalade immunoloogiat käsitletakse lühidalt järgnevas peatükis, immuniseerimisest ja vaktsineerimisest pikemalt edaspidi.

Kalade kaitsemehhanismid

Nagu kõik elusorganismid, püsivad ka kalad terved seni, kuni suudavad tõrjuda aktiivset patogeensete organismide kolonisatsiooni oma kehapinnal ja/või nende invasiooni kudedesse. Patogeenide sissetungi takistamiseks on kaladel erinevad füüsilised barjäärid ja organismis patogeenide paljunemist pärssiv mittespetsiifiline ja/või spetsiifiline (kaasasündinud ja/või omandatud) immuunsus oma komponentidega.

Füüsiline barjäär

Füüsiline barjäär on mittespetsiifilise immuunsuse komponent, kala esimene kaitseliin. Kalade munarakud on kaitstud vastupidava koorioniga. Ovogeneesi käigus puutub mari aga kokku emakala organismis ringlevate viiruste või bakteritega (õnneks ka antikehadega). Pärast koorutamist võib selline mari olla saastunud. Sellist haiguste levimist vanemalt järglasele nimetatakse **vertikaalseks haiguste ülekandeks**.

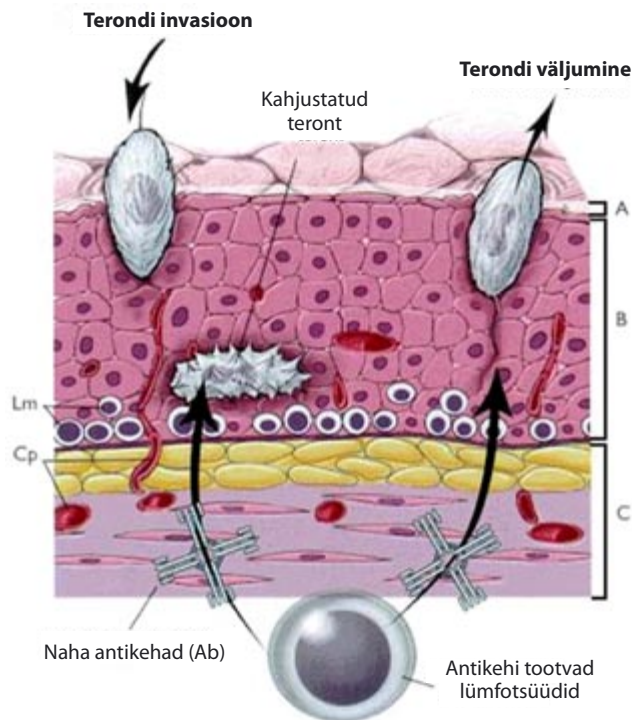
Kalu kaitsevad vigastuste ja invasiooni eest lima, soomused ja nahk. Neist esimene, lima tootva epiteeli barjäär haigustekitajate blokeerimiseks on nii lõpustel, seedetrakti limaskestal kui ka elusrakkudest koosneval epidermisel. Epidermise limarakkude toodetud ja immuunaktiivsed molekulid saanud lima püüab mikroorganismide pikemaajalist kolonisatsiooni naha pinnal. Epidermises toodetud lima koostisosad on limarakkude toodetud limapadjakesed ja sinna epidermise kasvu ja kulumise käigus sattunud mittespetsiifiline antimikroobne substants, nagu loomulikud antikehad, lüsoosüüm ja muud antimikroobsed faktorid, samuti põdemis- või vaksineerimisjärgsed antikehad. Lõpuste epiteeli kahjustusena tekkinud suur limaeritus võib olla kalale aga hoopis ohtlik. Keskkonnamürgitus kutsub esile tugeva limaerituse, mis takistab normaalset gaasivahetust ja põhjustab organismis hapnikupuudust (**hüpoksia**) ning mistõttu võib kaladel tekkida ammoniaagi autointoksikatsioon. Eriti selgelt võib seda täheldada juhul, kui kalad paigutatakse soojust veest järsult külmemasse vette.

Immuunsuse komponendid

Viimase paari aastakümne jooksul tehtud uuringud kinnitavad, et kaladel on hästi arenenud immuunsüsteem. Nii **mittespetsiifiline** kui ka **spetsiifiline** immuunsus vähendab tõhusalt vees elavate patogeenide ja antigeenide mõju. Humoraalsed tegurid, nagu antikehad, komplement, tsütokiinid ja aglutiniinid, kõrvaldavad sissetunginud patogeene koos rakuliste komponentidega. Rakulise immuunsuse komponendid kaladel on lümfotsüüdid (B- ja T-rakud), mittespetsiifilised tsütotoksilised rakud, makrofaagid, neutrofiilid, eosinofiilsed granulotsüüdid ja nuumrakud (joonis 3).

Üks peamisi mittespetsiifilisi kaitsemehhanisme on patogeenide, vigastuste ja ärritajate põhjustatud alteratsioonide (koekahjustused) tõttu algavad **põletikud**.

Joonis 3.
Epidermises tekkiv
immuunvastus para-
siitide ründe korral
(J. Craigi järgi)



Põletikuline reaktsioon lokaliseerib ja kõrvaldab kahjustava teguri või tekkinud kahjustuse. Teatava ulatuse ja lokalisatsiooni korral võib aga põletik osutada organismile ohtlikuks.

Hulk keskkonnamõjureid, füsioloogilisi seisundeid (suguküpsus, kurtumus) ja stressorid halvendavad märkimisväärselt immuunsüsteemi tõhusust. Negatiivsete faktorite üldnimetus on **immuundepressiivsed tegurid**. Immuunsüsteemi suutlikkust mõjutab mingil määral kala vanus. Spetsiifiline immuunsüsteem hakkab välja kujunema pärast vastse koorumist ja saavutab üldjuhul efektiivsuse alles paar kuud pärast seda. Kaladel on kirjeldatud ka emalt saadud (*maternaalse*) immuunsuse olemasolu.

Pärilik resistentsus

Kindlates ja kontrollitud kasvutingimustes läbi viidud aretusprogrammidega on kasvatatavatel kaladel saavutatud tõhus resistentsus teatavate haiguste suhtes ja mõningane stressitaluvus. Ainult resistentsusele suunatud valik võib muuta aga olulisi tunnuseid mõjutavaid geene. Looduses elavate kalade geenid on väga varieeruvad ning see võimaldab paljudel neist teatavates oludes paremini kohastuda ja ellu jääda ning populatsioonil tugevana säilida. Aretatud kalade karjas on see tihti vastupidi ja see asjaolu teeb nad kasvanduses eettulevate mõjurite suhtes haavatavamaks, näiteks triploidsetel vikerforellidel esineb ebastabiilsetes keskkonnatingimustes tihti terviseprobleeme ja need kulgevad sageli ägedalt.

Kalakasvatuse tulemuslikkust ja kalade tervist mõjutab otseselt neile antav sööt. Täisväärtuslik sööt on oluline selleks, et vältida puudushaigusi ning säilitada piisav juurdekasv ja normikohane tervis. Kalajahudefitsiidi tõttu on enam päevakorda tõusnud kalade tervist säilitavate ja haigustele vastupanu võimet parandavate toitaine, nagu aminohapete, rasvhapete, vitamiinide ja mineraalainete lisamine kalajahu asendavatesse söödakomponentidesse.

Antioksidandid on intensiivses kalakasvatuses olulised, sest aitavad kalade kudedes stabiliseerida asendussöödaga saadud küllastumata rasvhapete põhjustatud peroksüdatsiooni rünnaku. Funktsionaalsete söötade (probiootikumid, prebiootikumid ja immunostimulandid) lisamise eesmärk on parandada kalade kasvu ja/või söödaväärindust, tervise seisundit, stressitaluvust ja vastupanuvõimet haiguste suhtes. Nende toodete tähtsust antibiootikumide asendajana on kalaliha kvaliteeti ja kaubanduslikku väärtust silmas pidades raske üle hinnata. Lisaks ei avalda need mõju keskkonnale ja haigustekitajate resistentsusele nagu anthelmintikumid, antibiootikumid ja sulfoonamiidid, mida kasutatakse vesiviljeluses seni laialt profülaktilise „toidulisandina“.

Vesiviljeluse tarbeks **probiootikume** valmistades kasutatakse mitmesuguseid mikrovetikaid, pärmseeni ja kõige rohkem baktereid. Definitsiooni järgi on probiootikumid elusad mikroorganismid, mis kaladele söödetuna kaitsevad neid, luues patogeenide arenguks ja levimiseks ebasoodsa keskkonna, vähendades soolestiku pH-d, tootes baktereid hävitava või nende paljunemist pärssiva toimega ühendeid või tugevdades immuunvastust.

Prebiootikumid on mitteseeditavad sööda koostisosad, nagu oligosahhariidid ja kiudained, mis soodustavad soolestiku kasuliku mikrofloora kasvu ja pärssivad kahjulike mikroorganismide proliferatsiooni või parandavad seedetrakti limaskestalt kaitsevõimet.

Vesiviljeluses kasutatavate probiootikumide ja prebiootikumide toime uurimine on alles algjärgus. Kuna paljude mikroorganismide kasulik toime on osutunud nõrgaks, arvatakse nüüd, et parima funktsionaalse sööda saaks, kui segada mikroorganismid prebiootikumidega kokku nn **sümbiootikumideks**. Leitakse, et selliselt koostatud segu toetaks kinnitatavate (**implanteeritavate**) mikroorganismide elujõudu ja sellega paremat funktsiooni täitmist.

Et vähendada antibiootikumide tarvitamist, kasutatakse vesiviljeluses **immuno-stimulante**, millega tugevdatakse kalade vastupanuvõimet, mõjutades mittespetsiifilist immuunsust stressirohke perioodi eel ja ajal. Immunostimulandid ei paranda spetsiifilist immuunvastust otseselt, vaid mittespetsiifiliste immuunmehhanismide toetamise kaudu.

Kõrgemate selgroogsetega võrreldes toimivad kaladel mittespetsiifilised kaitsemehhanismid tõhusamalt. Immunostimulandid võivad lisaks sellele aidata parandada ka vaktsineerimisjärgset immuunvastust. Selliselt on efektiivseks osutunud beetaglükanaadid, laktoferiin, levamisool ja nukleotiidid. Enamik kaladel kasutatavatest immunostimulantidest on polysahhariidid (nt beetaglükanaadid), mis pärinevad bakterite, seente ja pärmide rakkudest või on valmistatud nende rakumembraanidest.

Beetaglükaanid on tugevad makrofaagide, lüsoosüümi ja komplemendi aktivaatorid ning aktiveerunud fagotsüütide toodetud oksüdatiivsete ühendite mõju suurendajad, mistõttu – nagu mitmed positiivsed uurimistulemused ka kinnitavad – on need vesiviljeluses ühed perspektiivsemad immunostimulandid. Beetaglükaan toimib tugeva antioksidandina, võideldes vabade hapnikuradikaalide kahjuliku mõju vastu

Stressis kalal on häiritud aminohapete metabolism, mistõttu võib arginiinil ja leutsiiniil, kuid ka lüsiinil, metioniinil, treoniinil ja glutamiinil olla toidulisandina oluline roll kaasasündinud immuunsuse parandamisel.

Kalajahu vs. taimsed valgud

Kui liiga suur osa kalajahust asendada söödas taimsete valkudega, võib see nõrgestada kalade immuunvastust ja vähendada juurdekasvu. Taimtoiduliseks saavad forellid siis, kui on kõrvaldatud taimsete toitainete omastamise probleemid ja taimsete valkude negatiivset mõju põhjustavad tegurid, sinna on uurijatel aga pikk tee minna. Kuni uuringud alles käivad, on oluline anda kaladele suurema kalajahusisaldusega tasakaalus sööta, sest mitmekomponendilise kalahaiguse tekkes on suur roll kehvast söödast tingitud ainevahetushäiretel, stressil ja immuunsuse nõrgenemisel. Tulevik näitab, kas taimtoidulised lõhed, vikerforellid, kohad ja ahvenad saavad reaalsuseks, praegu on see väheusutav.

Kalade immuniseerimine

Ideaalne kalade **vaktsiin** on globaalse tähtsusega (st sisaldab kõigi tuntud ohtlike tüvede antigeene) ja on võimeline stimuleerima spetsiifilist immuunsust, humoraalset ja rakulist immuunvastust, mille tulemuseks on tugev ja pikaajaline kaitse. Vaktsiin peab olema ametlikult registreeritud ravimiregistris ja pädev asutus peab olema selle heaks kiitnud.

Vaktsiin sisaldab haigust tekitava viiruse, bakteri või parasiidi neid antigeene, mille kaudu immuunsüsteem haigustekitaja ära tunneb. Vaktsiinid on välja töötatud nii, et seal on ohutud antigeenid, mis nakkushaigust ei põhjusta. Vaktsineerimise tulemusel kujuneb sarnane immuunsus nagu pärast nakkushaiguse läbipõdemist, kuid ilma haiguse enda põdemise ohu ja kahjustusteta. Kui mingi haiguse vastu vaktsineeritud organismi rünnatakse, siis on immuunsüsteem valmis teda teatava aja möödudes kaitsma. Väljakujunenud spetsiifiline immuunsus suudab mikroorganismid hävitada enne, kui nad saavad hulgaliselt paljuneda ja virulentseks muutuda. Nii on takistatud ka nakkuse levimine kalakarja teistele isenditele. Seetõttu aitab vaktsineerimine ära hoida nakkushaiguste puhanguid.

Elusvaktsiinid sisaldavad elusaid nõrgestatud mikroorganisme, mis ei ole võimelised põhjustama haigust, küll aga aitavad kujundada nakkushaiguse eest kaitsva immuunsuse. **Inaktiveeritud** vaktsiinid sisaldavad surmatud haigustekitajaid. Kasutatakse **nõrgestatud** elusvaktsiine. **Komponentvaktsiinides** on üksikud täpselt valitud antigeenid, mida on vaja tõhusa spetsiifilise immuunsuse tekkeks. Kalade immuunsüsteemi uurimine molekulaarbioloogia meetoditega on andnud

võimaluse hakata välja töötama **rekombinantseid** ja **DNA-vaktsiine** kõige ohtlikumate veeloomataudide vastu.

Tänapäeval on välja töötatud väga tõhusad vaktsiinid punasuuhaiguse (*Yersinia ruckeri*), furunkuloosi (*Aeromonas salmonicida*) ja vibrioosi (*Vibrio/Listonella anguillarum*) vastu. Viirushaiguste, näiteks nakkusliku vereloomeorganite nekroosi, nakkusliku pankrease nekroosi ja viirusliku hemorraagilise septitseemia ennetamisel kasutatakse vaktsineerimist viimased kakskümmend aastat. Lisaks sellele on andnud häid tulemusi parasitaarhaiguste vaktsiinide uurimine. Lõppjärgus või aktiivse uurimise faasis on selliste parasiitide nagu *Ichthyophthirius multifiliis*'i (kasutatakse inaktiveeritud *Tetrahymena* sp.), *Cryptobia salmositica*, *Discocotyle sagitata*, *Gyrodactylus derjavinioides*'e, *G. salaris*'e, *Dactylogyrus vastator*'i, *Ichthyobodo necator*'i jt vastaste vaktsiinide uurimine.

Kommertseesmärgil toodetud vaktsiinide kasutamine haiguste ennetamisel on kalakasvatusektoris vähendanud tunduvalt nii antibiootikumide kui ka teiste preparaatide manustamist profülaktistel ja ravieesmärkidel. Selle põhjused on järgmised:

- 1) kalakasvatuses kasutada lubatud antibiootikumide ja kemikaalide nimekiri on väga lühike;
- 2) bakteritsiidsete vahendite tõhusus on kõvasti vähenenud, sest oluliste bakteriaalhaiguste tekitajate (eriti nende uute tüvede) ravimiresistentsus on märgatavalt suurenenud;
- 3) uute antibiootikumide kasutuselevõtu väljavaated on piiratud ja nõuavad aega, kuna nende katsetamisel tuleb täita väga rangeid ettekirjutusi;
- 4) veeorganismidele ohtlike patogeenide antibiootikumiresistentsus võib kauges perspektiivis mõjutada rahvatervist;
- 5) mitte ühegi viroosi ning paljude bakteriaal- või seeninfektsioonide või ainuraksete põhjustatud infektsioonide tõrjeks ei ole lähitulevikus mõjusaid vahendeid oodata.

Seistes silmitsi eeltoodud probleemidega, peaksid kalatervise eest vastutajad kaaluma muid meetmeid, mis võiksid kalakasvatuses haigusi ära hoida. Üks lähenev, mis selgelt edu tooks, on immuniseerimine. Sellel on mitu eelist:

- 1) vaktsineerimine ei tekita antibiootikumiresistentsust;
- 2) vaktsineerimisega saab kontrolli all hoida viirus-, bakteriaal- ja parasitaarhaigusi;
- 3) teatavaid meetodeid kasutades võib kalu vaktsineerida väga kiiresti ja odavalt;
- 4) vaktsineerimine annab kaladele tõhusama ja pikemaajalise kaitse kui mis tahes kemoterapia võte;
- 5) inaktiveeritud vaktsiinide väljatöötamine ei ole üliirangelt reguleeritud ja kulukas.

Esialgu räägivad vaktsineerimise vastu ohutus- ja kulukusküsimused. Esiteks puudub mugav, vähest tööd nõudev tehnika, mis võimaldaks vaktsineerida suurt hulka kalu. Teiseks on kalade haigused tihti regioonispetsiifilised, st on vaja eripärast vaktsiini väikeses koguses, mistõttu on see kallis. Viimaste aastate uurimuste tulemusena on need probleemid lahenemas, näiteks on kasutusele võetud kalade

massvaktsineerimine. Lisaks sellele täiustatakse abiaineid, mida on vaja vaktsiinide tõhususe ja ohutuse suurendamiseks, ning multivalentsete vaktsiinide kasutusvõimalusi haiguste vastu.

Vaktsineerimismeetodid

Vaktsineerimismeetodid on süstimine, suukaudne vaktsineerimine, vannitamine ja kehapiinnale pihustamine. Vaktsiini toime sõltub meetodist, kuid mitte alati. Veeloomade vaktsineerimist tõhustatakse ja meetodeid täiendatakse pidevalt.

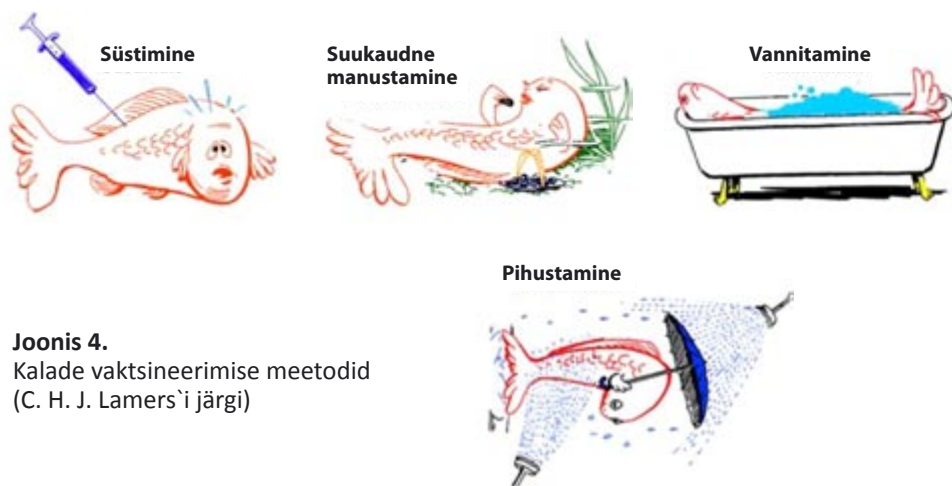
Massvaktsineerimine süstimismeetodil (kõhuõõnde või lihastesse) on väga töömahukas, kuid mõjus, ja seda kasutatakse paljudes piirkondades üle maailma. Selliselt vaktsineeritakse 5–10 g suuremaid kalu ning seda tehakse käsitsi või automaatidega. Enne vaktsineerimist kalad üldjuhul uinutatakse. Kalade vaktsineerimisel süstekohta ei desinfitseerita ja nõela ei vahetata enne, kui see on muutunud kas nüriks või mõnel muul põhjusel kõlbmatuks. Lõhilastel tuleb seetõttu ette vaktsineerimistüsistusele viitavaid haavu.

Suukaudsed vaktsiinid (vaktsiinikapslid) on laborikatsetes andnud positiivseid tulemusi, kuid kommertsrakendust ei ole see meetod leidnud. See on odavam kui süstimis- või kastutusmeetod, kuid mõju jätab soovida ja vajab veel uurimist.

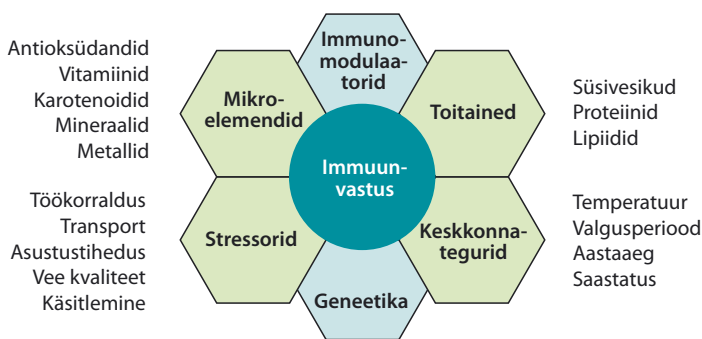
Kastutusmeetod võimaldab lühikese aja jooksul vaktsineerida tuhandeid kalu. Enne protseduuri kalad uinutatakse. Vaktsiin aktiveerib naha ja lõpuste epiteeli immuunsuse ning stimuleerib sellega üldist immuunvastust. Vaktsiini pihustatakse kaladele konveierlindil. Mõjult on see sarnane kastutusmeetodiga (joonis 4).

Ettevaatusabinõud vaktsineerimisel

Vaktsineerija peab kasutama kaitsevahendeid: kummikindaid ja siseruumides näomaski. Pihustamisel tuleb kaitsta silmi ja hingamisteid. Käed tuleb pärast vaktsineerimist pesta ja desinfitseerida.



Joonis 5.
Immuunvastust
mõjutavad tegurid



Bioturvalisus

Bioturvalisust võib määratleda kui meetmete ja meetodite kompleksi, mis tagab haigusvaba keskkonna kalakasvatuse kõigis etappides (haudemaja, noorkalakasvatus, kaubakalakasvatus). Selle eesmärk on kaitsta kalu ja suurendada kasumlikkust.

Bioturvalisuse meetmed peavad välistama haigustekitajate sattumise kasvatatavate kalade vette. Vesiviljelussektori universaalsed bioturvalisusmeetmed on marja desinfitseerimine, haiguste vertikaalse leviku tõkestamine, rangelt kontrollitud sanitatsioon, turvaline eluskala transport, heitvee puhastamine, surnud kalade utiliseerimine jt.

Et vältida haigustekitajate sattumist kasvandusse ja seal levimist, tuleb luua:

- välised barjäärid, mis ei lase patogeenidel sattuda kasvatussüsteemi väljastpoolt;
- sisemised barjäärid, mis ei lase haigustekitajatel edasi kanduda kasvanduse sees.

Karantiin, sanitatsioon ja desinfitseerimine on bioturvalisuse tagamise olulisemad kasvandusesisesed lülid.

Bioturvalisuse laiem eesmärk on vältida ohtlike kalataudide levikut ühest kalakasvandusest teise ja kasvatatavatelt kaladelt looduses elavatele kaladele, mõnel juhtumil ka vastupidi (joonis 5).

Haiguste ravi

Oluline on avastada ja diagnoosida kalataud nii varakult kui võimalik ning alustada ravi nii kiiresti kui võimalik. Kui kalade terviseprobleem kasvanduses on korduv ja kergesti äratuntav, võib esimeste sümptomite ilmnemisel alustada ravi, ootamata ära laborivastust.

On kaks haiguste tõrjumise viisi: kontroll ja ravi. Kontroll hõlmab haiguste ennetamise meetmeid, ravi aga haigustekitajate – viiruste, parasiitide, bakterite või seente – ning nende tekitatud kahjustuste kõrvaldamist. Massravi alustatakse ainult siis, kui kliinilised tunnused ilmnevad paljudel kaladel. Kui kalakasvanduses on pidevalt vaja teha ennetavalt bakteritsiidseid toiminguid (näiteks anda ravimsöötasid), tuleks kontrollida, kuidas peetakse kinni kasvatamistehnoloogiast ja bioturvalisusreeglitest. Mõnel juhul on pideva profülaktilise töötlemise vajadus tingitud epidemioloogiliselt ebasoodsast looduslikust foonist. Üldine põhimõte peaks olema haiguste ennetamise abinõude parandamine, mitte pidev ravimine. Ravi peaks olema viimane abinõu.

Kaladel esinevate haiguste ravimisel tuleb meeles pidada mitut põhimõtet.

- Esiteks tuleb ravimi kogus enne kasutamist üle kontrollida. Vastasel juhul võib ravimisega tekitada veel suurema majandusliku kahju, sest enamik haigustekitajatele tõhusalt toimivaid preparaate on liiga kõrge kontsentratsiooni korral kaladele mürgised.
- Teiseks kasutatakse ravimeid ja kemoterapeutikume selleks, et kallutada organism haiguse vastu võitlema, mitte selleks, et tappa kõik haigustekitajad. Ravimid peavad patogeene küll hävitama või vähemalt nende arengut pärssima, kuid lõpuks peab organismi immuunsüsteem ise haigusest jagu saama. Ainult selliselt on medikamentoosne ravi edukas.
- Kolmandaks kaasnevad uinutite, antibiootikumide ja desinfitseerimisvahendite vesiviljeluses kasutamisega ohud: keskkonnaoht, keemiliste ühendite mõju teiste veeorganismidele ning kalaliha ja muude produktide kvaliteedi ja toiduohutuse küsimused. Veeorganismide antibiootikumiresistentsus võib ühel hetkel muutuda inimesele ohtlike patogeenide ravimiresistentsuseks.

Enne lõpliku otsuse tegemist ravi alustamise kohta tuleks leida vastused mõnele elulisele küsimusele.

1. Kas kalade kadu, haiguse ägedus või olemus nõuab ravi?
2. Kas haigus on ravitav ja milline on prognoos?
3. Kas on võimalik ravida kalu seal, kus nad on, ja kui mitte, siis milline on tõrjeks vajaliku kalade käitlemise eeldatav kulu?
4. Kas tasub kalu ravida või ületavad ravikulud nende väärtuse?
5. Kas kalad on piisavalt heas seisundis, et ravi taluda?
6. Kas ravitud kaladele on pikaks ajaks tagatud piisavalt head taastumistingimused?

Neli olulist komponenti, mida tuleb enne ravi alustamist tunda ja mille koostisosa mõista: vesi, kala, ravim ja haigus. Kui kas või ühega nendest ei arvestata, võivad kalad hukkuda, ravi nurjuda, kalade tervis kahjustuda või lihtsalt raha raisku minna.

Vesi (veevarustus). Kalakasvanduse või eraldi tiigi, kiirvoolukanali või basseini suuruse ehk veehulga ja voolukiirusega tuleb väga täpselt arvestada iga kalade ravimistöötlamise puhul, sõltumata kasutatavast ravimeetodist. Veehulga ja voolukiiruse üle- või alahindamisel kasutatakse liiga suurt või väikest ravimikogust, mis võib põhjustada kalade hukkamist või neid kahjustada, tingida liiga lühikese ekspositsioonaja või nõrga kontsentratsiooniga lahuse ja seega vähese mõju.

Sageli jäetakse tähelepanuta sellised vee kvaliteedinäitajad nagu karedus, aluselisis, pH või temperatuur, aga ka orgaanilise aine hulk. Kõik need mõjutavad ühel või teisel moel vees lahustatavate ravimite toimet. Vee korduvkasutusega süsteemis (RAS, ingl *recirculating aquaculture system*) tuleb alati arvestada kemikaalide mõju nitrifikatsiooni aktiivsusele. Ravimi kange kontsentratsiooniga saadakse haigustekitajad küll ajutiselt kontrolli alla, aga kalad tunnevad ennast seejärel ebakvaliteetses vees halvasti ning haigus võib veel ägedamalt korduda.

Kala. Eri liiki ja vanuses kalad võivad samale ravimile või kemikaalile, ravimi kontsentratsioonile või ravimeetodile reageerida väga erisuguselt. Sõltumata sellest, kas ravimit või uinutit on haudemajas või mujal rajatistes juba varem kasutatud, tuleb katsetada väikese rühma kalade peal, kuidas nad preparaadile reageerivad. Proovivannitamise saab teha suvalises vettpidavas nõus, mis ei ole metallist.

Ravim. Medikamentide kasutamise võimalusi haiguste ravis piiravad kala organismi ja kasvukeskkonna iseärasused. Täpselt tuleb teada, kas ja millisel määral on kemikaal ravitavatele liikidele ja vanuserühmadele toksiline. Lisaks peab tundma kasvanduse vee keemilist koostist, et vältida preparaaside toksiliseks muutumist vee eriomaduste tõttu. Mõni kemikaal laguneb või muutub toksiliseks otsese valguskiirguse käes või kõrge temperatuuri tõttu või sadeneb väga külmas vees. Et paljud tingimused võivad aja jooksul (nt eri aastaaegadel) muutuda, peab enne kalade ravi alustamist arvestama ja kontrollima ka preparaaside omadusi, isegi kui hiljaaegu on sama ravimit edukalt kasutatud. Peale selle tuleb alati üle kontrollida säilivusaeg. Vee korduvkasutusega kasvandustes ei mõjuta sesoonsus kalade ja vee seisundit kuigipalju, kuid seda mõjutavad kalakasvataja vead. Ohud on veidi teistsugused, kuid need on olemas ja neid tuleb enne ravi alustamist analüüsida. Ja veel kord: **preparaadid mõjutavad nitrifikatsiooni.**

Haigus. Enne ravi alustamist peaks arvestama ka kalatervise spetsialisti ja veel rohkem kalakasvataja kogemustega. Enamik kalahaiguste tõrjeks kasutatavaid ravimeid on kallid, neid kulub suures koguses ja need on tõhusad vaid mõne haigustekitajate rühma suhtes. Kui kasutada vale preparaati ja vale kontsentratsiooni pikka aega tulemust saavutamata, võib kaotada suure hulga kala. Ebatõhusa ravi tagajärjel võib spetsiifiline mikrofloora muutuda ravimiresistentseks. Lisaks patogeense bakteri

liigile tuleb laboris alati määrata selle ravimitundlikkus ja seda teavet peab ravi alustades arvestama.

Toimingud massravi korral

Kui selgub, et ravi on vajalik, tuleb koostada tegevuskava, jagades vajalikud toimingud vähemalt kolme etappi (ettevalmistus, ravimenetlus, järelkontroll). Tegevuste käigus on oluline katsetada ravimi toimet ja ohumärkide ilmnemise korral ravi lõpetada ning kontrollida ravi õnnestumist.

Ettevalmistus

- Täpselt kindlaks määrata veekogus ja -temperatuur ning vooluhulk ja -kiirus.
 - Teha kindlaks kalade arv ja kogumass töödeldavas üksuses.
 - Kontrollida, kas ravim ja ravimeetod sobivad töödeldavale vanuserühmale.
 - Määrata ravimi õige kontsentratsioon (kas meeter- või tollmõõdustikus, mitte läbisegi).
 - Kontrollida aereerimiseadmete korrasolekut.
 - Kontrollida, kuhu juhitakse kasutatud töötlemislahus.
- **Katsetada ravimi toimet väikese kalade rühma peal!**

Ravi

- Valmistada kontsentreeritud töölahus ja valada see terapeutilise kontsentratsiooni saamiseni töödeldavate kalade vette.
 - Tagada, et kemikaal lahustuks ühtlaselt kogu vees.
 - Jälgida kalu pidevalt ja stressimärkide ilmnemisel tegutseda vajadust mööda.
 - Jälgida veetemperatuuri ja lahustunud hapniku taset ning vajaduse korral vett aereerida.
- **Lõpetada ravi ja suurendada vee läbivoolu kohe, kui kaladel ilmnevad seisundi halvenemise tundemärgid!**

Järelkontroll

- Jälgida kalu pidevalt vähemalt 24 tundi pärast ravi.
 - Vältida stressirohket tegevust vähemalt 48 tundi.
- **Kontrollida ravi õnnestumist.**

Kuigi kalahaiguste tõrjeks on kasutusel palju meetodeid ja ravimeid, ei ole ainust ja parimat tehnoloogiat, mis alati töötaks. Iga ravimine on erinev ning seejuures on väga väärtuslikud kalakasvataja ja kalatervise spetsialisti kogemused. Nendega tasub ravi õnnestumise nimel enne protseduuride alustamist nõu pidada.

Raviviisid

Kastutusmeetod

Väike hulk kalu kastetakse kahvaga lühikeseks ajaks kange kontsentratsiooniga ravimilahusesse. Ekspositsiooniaeg sõltub preparaadist, selle kontsentratsioonist ja kalade liigist ning kestab maksimaalselt 45 sekundit. Kuna preparaat võib muuta vee happeliseks, ei ole soovitatav kasutada metallanumat. See ravimeetod on suhteliselt ohtlik, sest ravidoosi ja kaladele eluohtliku doosi piiri on kahjuks kerge ületada. Teised selle protseduuri miinused on suur tööjõukulu ja kalade ülemäärane traumaatimine. Kastutusmeetod sobib väikese rühma kallite kalade (näiteks sugukalad või dekoratiivkalad) raviks või profülaktikaks.

Tilgutusmeetod

Kindla aja tagant viiakse vette väike kogus ravimit. See meetod on kasutusel forelli ja lõhe haudemajades, kuid seda rakendatakse ainult läbivooluga rennides või basseinides, et kalade töötlemise periood vahelduks puhta vee perioodiga. Ei kasutata liiga toksilisi aineid ega kanget kontsentratsiooni. Selle ravimeetodi mõju seisneb pikaajalises ja kontrollitud töötlemises. Seda sobib kasutada väikese hulga kalade karantiinimisel.

Vannitamine

Vannitatakse kinnises mahutis. Vee sissevool suletakse ja õige kogus varem ettevalmistatud töölahust viiakse kas seadmete abil või käsitsi ühtlaselt jaotades vette. Teatava aja möödudes taastatakse vee normaalne läbivool.

Lühiajaline vannitamine kestab 5–10 minutit. Et vältida kalade hukkumist, tuleb selle protseduuri juures rangelt järgida ohutusnõudeid. *Pikaajalist vannitamist* kasutatakse suuremate, aeglase veevahetuse või seisva veega kalatiikide profülaktiliseks või ravitöötlemiseks. Seda meetodit peetakse soojema kliimaga maades suhteliselt ohutuks raviviisiks, meie heitlike ilmaolude tõttu – eriti sügisel või varakevadel – on seda kalu ohtu seadmata tihti raske teha, rääkimata kalade jääalusest töötlemisest. Lisaks on selle meetodi puhul vajaminev ravimikogus väga suur, töödeldava pinna suuruse tõttu jaotub preparaat paratamatult ebaühtlaselt ning kalade pikaajalise töötlemise käigus häiritakse tiigi loomulikku bioloogilist tasakaalu. Mõni herbitsiid avaldab ebasoodsat mõju taimede kasvule, mistõttu võivad taimed hakata liigselt lagunema ja võib tekkida hapnikupuudus. Formaliini kasutamisel peab arvestama sellega, et see vähendab vees lahustunud hapniku hulka kuni 25%.

Suure töödeldava pinna korral on oluline, et preparaat jaotuks võimalikult ühtlaselt kogu veekogu ulatuses. Pulbrilise aine võib pakkida kotiriidesse või marlisse ja seda paadi järel vedades saab aeglaselt lahustuva aine viia tiigi igasse nurka. Lahustatud pulber või vedel preparaat viiakse vette pulverisaatori abil kas kaldalt või paadist. Kui eriseadmeid ei ole, võib preparaati vette pihustada ka käsitsi.

Läbiuhtmise meetod

Läbivoolukanalis, kus veevoolu pikemaks ajaks sulgeda ei saa või kus pikaajaline vannitamine on võimatu, kasutatakse nn läbiuhtmise meetodit. Kui läbivoolava vee hulk on teada, saab preparaadi pideva lisamisega hoida ravimi kontsentratsiooni soovitud (terapeutilisel) tasemel. Selleks kasutatakse spetsiaalset dosaatorit. Lihtsama võimalusena võib kotti pakitud pulbrilise preparaadi panna sissevoolu juurde, kus voolav vesi seda lahustab. Ravimikulu on selle meetodi puhul paratamatult väga suur, mistõttu tuleks kasutada tõhusaid preparaate, mille vajaminev kogus on väiksem.

Ravimi suukaudne manustamine

Süsteemsete bakteriaalhaiguste ennetamiseks ja raviks kasutatakse antibiootikumide suukaudset (**PO**, *Id per os*) manustamist. See raviviis on mõjusam, kui ravimit antakse kala kehakaalule vastav kogus. Asjakohane teave on ravimi pakendil või infolehel. Kord alustatud ravikuur tuleb nõuetekohaselt lõpetada. Ravim või ravimsööt, mille pakend on avatud, ei säili kaua. Suukaudse ravimi manustamist tuleb alustada varakult, sest haiguse süvenemise korral võivad kliiniliselt haiged kalad muutuda apaatseks ja sööta mitte haarata.

Süstimine

Väikese arvu suurte ja väärtuslike kalade ravimisel kasutatakse tihti süstimist. Ravi on efektiivne, sest vajalik preparaat viiakse otse lihastesse (intramuskulaarselt, **IM**) või kõhuõõnde (intraperitoneaalselt, **IP**). Kalade ravimisel peetakse tõhusamaks ravimi kõhuõõnde süstimist. Mõlema süstimisviisi puhul peab jälgima, et ei vigastaks patsiendi siseorganeid.

Parim koht intraperitoneaalseks süstimiseks on rinnauime taga (süstitakse saba poolt ehk kaudaalselt). Selili asetatud kalal tõstetakse rinnauim üles ja viiakse nõel soomuste vahelt (kui on) umbes 45-kraadise nurga all kõhuõõnde. Nõela lükkamine lõpetatakse kohe, kui kaob kõhuseina läbimise takistus. Süstelahus viiakse kiiresti kõhuõõnde ning nõel tõmmatakse välja.

Parim lihastesse süstimise koht on seljauime kõrval. Nõel viiakse paralleelselt küljejoonega 45-kraadise nurga all 0,5–1 cm sügavusele. Lahus süstitakse lihastesse aeglaselt. Lõhede sugukaladele süstitakse mõnda ravimit (erütromütsiin) otse seljalihasesse. Süstimine on üks kalade vaktsineerimise ja märgistamise viise.

Ohud ja nendest hoidumine

1. Kui vee läbivool on peatatud, võib tekkida kalu traumeeriv või neile eluohtlik hapnikupuudus. Mida rohkem on kalu, seda tõenäolisemalt selline olukord tekib. Hapnikupuuduse vältimiseks peab enne ravi alustamist seadma käepärasat piisava võimsusega töökorras aeraatorid.
2. Sooja ilmaga või intensiivse päikesevalguse käes võib vannitusvee temperatuur kiiresti tõusta ja seada kalad ohtu.

3. Hoolimata sellest, et preparaadi infolehel või pakendil on antud ohutu ekspositsiooni aeg, ei tohi kalu vannitamise ajaks järelevalveta jätta. Esimeste ohumärkide tekkides tuleb vannitamine lõpetada.
4. Preparaat tuleb vannis, basseinis, kiirvoolukanalis või tiigis ühtlaselt jaotada, et kalad ei valiks nn vabu piirkondi ega ujuks läbi ohtlikult kange kontsentratsiooniga ala. Esimesel juhul on ravimi mõju ebapiisav, teisel juhul aga ohustab ravim kalade tervist. Meetodi tulemuslikkus sõltub ravimi õigest kogusest ja juhendijärgsest kasutamisest, ohutusnõuete täitmisest ja tööjõu professionaalsusest.

Kasutatavad ravimid

Ravimite käitlemist ja kasutamist reguleerivad õigusaktid on riigiti väga erinevad. Kuigi allpool kirjeldatakse paljusid mujal maailmas haiguste tõrjeks kasutatavaid preparaate, ei tähenda see automaatselt seda, et neid võib Eestis kasutada. **Käesolev käsiraamat ei ole õigusakt ja annab vaid soovitusi, mistõttu ei saa siin kirjeldatud, kuid meil illegaalseks osutunud ravimi kasutamist käsiraamatule viidates õigustada.** Kalade ravimitel ja uinutitel peavad olema Eestis kehtivad müügiloa, mida väljastab ja kontrollib Sotsiaalministeeriumi haldusalas tegutsev Ravimiamet (www.sam.ee). Antibiootikume lisatakse söödale paljudel juhtudel, seega on tähtis, et selline ravimsööt oleks selgesti identifitseeritav, eraldi ladustatud ja mõeldud ainult sihipäraseks kasutamiseks. Ravimite kasutamine tuleb kalakasvanduses dokumenteerida.

Bakteritsiidsed preparaadid

Paljusid antibiootikume ja sulfoonamiide kasutatakse söödasegudes peamiselt septitseemiadena kulgevate bakteriaalhaiguste tõrjeks ja ennetamiseks. Levinumad on sulfoonamiidid, enrofloksatsiin, trimetoprim, fluorfenikool ja tetratsükliinid.

Oksütetratsükliin. Laialt kasutatav antibiootikum akuutsete septitseemiade raviks. Soovitatav annus suu kaudu 7,5 g / 100 kg kala kohta päevas 5–10 päeva. Kala müügikeeld sõltub veetemperatuurist ja on **400–600 kraadpäeva** (vt näidisarvutust).

Amoksitsilliin. Kasutatakse paljude grampositiivsete ja gramnegatiivsete bakterite vastu. Kalakasvatustes kasutatakse furunkuloosi ja forellide noorjarkude sündroomi (*Flavobacter* sp.) ravimina. Soovitatav annus suu kaudu 4–8 g / 100 kg kala kohta päevas 10 päeva. Kala müügikeeld vaid **50 kraadpäeva**.

Enrofloksatsiin on laia toimespektriga sünteetiline antimikroobne aine, mis kuulub antibiootikumide fluorokinoloonide rühma. Ei tohi kasutada fluorokinoloonide suhtes resistentsete mikroorganismide puhul. Ravimi kasutamine peab põhinema bakterite tundlikkuse uuringul, arvesse tuleb võtta ametlikku ja kohalikku

antibiootikumide kasutamise poliitikat. Müügikeeld vikerforellidel **500 kraadpäeva**.

Sulfoonamiidid. Sulfadiasiini ja trimetoprimi kasutatakse bakteriaalsete septitseemiate raviks. Soovituslik annus 3 g / 100 kg kala kohta päevas 5–7 päeva. Müügikeeld vikerforellidel **500 kraadpäeva**.

Antiparasiitsed vahendid

Avermektiinid (emamektiinbensoaat, *Emamectin benzoate*). Avermektiinid on laialt kasutuses koduloomadel nematoodide ja lüliljalgsete parasiitide tõrjel. Uus derivaat emamektiinbensoaat ei ole kaladele mürgine ja meresumbamajandites on soovitatud seda kalatäi puhangu korral manustada suu kaudu (söödas 50 g/kg). Teoreetiliselt võib see hästi tõrjuda ka mageveekalade nematoodide ja lüliljalgseid.

Bitinool. Efektiivne trihhodiinade tõrjes. Kontsentratsioon vannitamisel 0,1 mg/l.

Vasksulfaat. Kasutatakse paljude välisparasiitide (pistsinnoodiom, argulus jt) tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 0,1–2,0 mg/l.

Kloramiin T. Tõhus vahend nahakahjustuste tekitajate ja ektoparasiitide tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 2–22 mg/l.

Detarox. Toimeaine peräädikhape, on efektiivne trihhodiinade tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 5–22 mg/l.

Formaliin (formaldehüüdi 38% lahus). Laialt kasutatav vees elavate organismide hävitamise ja välisparasiitide tõrjevahend. Sõltuvalt temperatuurist kontsentratsioon vannitamisel kuni 200 mg/l, ekspositsiooniaeg maksimaalselt 1 tund. Pikaajalisel säilitamisel võib tekkida kaladele väga mürgine paraformaldehüüd (vt näidisarvutust).

Fumagilliin. Efektiivne vahend müksosporiidiate, sealhulgas proliferatiivse neeruhaiguse (PKD) tekitaja *Tetracapsuloides bryosalmonae* tõrjel. Soovitatav kontsentratsioon 0,1 mg/g söödas peatab parasiidi arengu kalas.

Vesinikperoksiid. Tõhus oksüdeeriv desinfitseerija. Hävitab vees ujuvad ja kehapinnal olevad parasiidid. Soovitatav kontsentratsioon 5–50 mg/l. Vastsete epidermisekahjustuste vältimiseks kasutada ettevaatlikult.

Samoriin (isometamiinkloriid). Dokumenteeritult tõrjub *Cryptobia salmositica*'t ja teisi vereparasiite vikerforellide ja lõhede puhul. Intramuskulaarseks süstimiseks kasutatakse 1–2,5 g/kg kala kohta.

Levamisool. Veterinaarias laialdaselt kasutatav anthelmintikum. Kontsentratsioon 7,5 mg/l on vannitamisel tõhus nematoodide tõrjel. Avaldab teatavat immuustimuleerivat mõju.

Malahhiitroheline. Et tegemist on kantserogeeniga, on keelatud seda toiduks kasvatatavatel kaladel kasutada. Dekoratiivkaladel võib kasutada saprolegnioosi, ihtüoftiiriuste ja teiste välisparasiitide tõrjeks. Kontsentratsioon vannitamisel 0,2 mg/l.

Metüleensinine. Orgaanilist värvainet kasutatakse paljude mikroorganismide, sealhulgas algloomtõbede tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 2–3 mg/l.

Kaaliumpermanganaat. Tõhus välisparasiitide, nagu monogenoidide, lülilalgsete ja ripsloomade tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 0,1–2,0 mg/l.

Prasikvanteel. Tõhus anthelmintikum ja efektiivne monogenoidide tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 10 µg/l või suu kaudu 330 mg/kg söödas.

Naatriumkloriid (keedusool). Tõhus mõne välisparasiidi tõrjel. Kontsentratsioon vannitamisel 1–3%.

Naatriumperkarbonaat. Väga keskkonnahoidlik desinfitseerimisvahend. Kasutada nõrka kontsentratsiooni (alla 20 mg/l) välisparasiitide ja vabalt ujuvate vahevormide kõrvaldamiseks veest.

Ammooniumhüdrosiid. 100 ml preparaati 100 l vee kohta. Ekspositsiooniaeg 30–60 sek monogenoidide (daktülogüürid) tõrjeks karpkaladel.

Virkon S. Sama efekt nagu eelmisel preparaadil. Vannitamiseks kontsentratsioon 5–20 mg/l.

Näidisarvutused sobiva ravimikoguse leidmiseks

Näidis 1

Formaliini kogus rennis forellide välisparasiitide tõrjeks. Vannitamine 1 h.

1. Soovituslik annus vahekorras 1 : 5000 (200 mg formaliini 1 liitri vee kohta)
2. Vee kogus rennis: $30 \times 2 \times 0,5 \text{ m (sügavus)} = 30 \text{ m}^3 / 30\,000 \text{ liitrit}$

Vajalik formaliinikogus: $30\,000 / 5000 = 6$ liitrit

Näidis 2

Kõige raskem on õigesti hinnata antava sööda kogust. Kas on see 4% või haigel kalal hoopis 2% kehakaalust päevas? Pigem vähem! Enne söödasegu valmistamist on vaja see välja selgitada, sest võib juhtuda, et antakse soovitud väiksem kogus ravimit.

1. Ravimikogus ja ravikuuri pikkus. Soovitused on tekstis.
2. Hinda sööda kogus 0,5% väiksemaks. Forellidel $3 - 0,5 = 2,5\%$ kehakaalust päevas.
3. Tee selgeks ravitavate kalade täpne kaal.
4. Raviperioodiks vajaminev söödakogus (näiteks 400 kg kala, söödakoeffitsient 3%, 10 päevaks) leitakse järgmiselt:

Vajalik ravimsööda kogus = $400 \times 2,5 / 100 \times 10 = 100 \text{ kg}$

5. Arvuta välja vajalik ravimikogus 100 kg sööda kohta, arvestades soovitud annust ja söödakoeffitsienti. Näiteks on oksütetratsükliini kogus 3,0 kg 1 tonnis söödas 2,5% söötmisnormiga. Sööda kogus on 100 kg, kuhu lisatakse leitav kogus ravimit:

$3,0 \times 100 / 1000 = 0,30 \text{ kg} = 300 \text{ g oksütetratsükliini}$

Desinfektsioon

Desinfektsioon on üks haiguste kontrolli all hoidmise vahend kalakasvatustevõtetes. Seda võib kasutada rutiinselt bioturvalisuse programmis ja sanitatsiooni käigus, et vähendada haiguste kordumist, aga ka haiguste tõrjeks. Desinfitseerimise vajadus sõltub kalakasvanduse haiguste tõrje strateegiast.

Vesiviljelustevõttes tehtava tulemusliku desinfitseerimise üldpõhimõtted peavad tagama, et töötlemisel kasutatakse piisavalt kõrge kontsentratsiooniga vahendit ja sel lastakse töödeldavatele pindadele mõjuda ettenähtud aja. Desinfektsioon on esmavajalik haudemajades, karantiinitsoonis ja basseinidega kasvatustsoonis.

Pesu ja desinfektsioon on tõhusad, kui neid tehakse järgmiste etappidena:

tahkete jäätmete eemaldamine → eelpesu → sügavpuhastus ja pesemine → desinfektsioon → loputamine

Protsessi tuleb preparaadi kasutusjuhendi kohaselt hoolikalt jälgida ja tegevused fikseerida.

Lõhilaste marja desinfitseerimine

Lisaks seadmetele tuleb kalakasvatuses tihti töödelda elusmaterjali. Meie oludes on aktuaalne just imporditud silmtäpis marja desinfitseerimine. Samasugune on desinfitseerimise vajadus kalade kunstlikul paljundamisel, nagu ahvenatelt ja kohadelt suguproduktide saamisel, kus ohtu kujutab (eriti loodusest püütud kalade puhul) ovariaalvedeliku ja niisa võimalik saastatus.

Joodiga on võimalik marja desinfitseerida paljude kalaliikide puhul, kuid kõige sagedamini on seda kasutatud lõhilaste (lõhe, forell ja paalia) silmtäpis marja töötlemiseks. Jodofoori ja teiste desovahendite kasutamise otsene eesmärk on ära hoida haiguste vertikaalset edasikandumist. Vahendid mõjuvad marja pinnale kinnitunud, mitte selle sees olevatele patogeenidele. Silmtäpis marja töötlemisel preparaadiga Buffodine (100 ml / 10 l vees) on ekspositsiooniaeg 10 min. Marjaga levida võiva test tõvestajatest olulisemad on *Renibacterium salmoninarum* ja viirustest nakkuslikku pankrease nekroosi viirus (IPNV), hemorraagilise septitseemia viirus (VHSV) ja vere-loomeorganite nekroosi põhjustav viirus (INHV).

Kokkuvõttes sõltub kalade tervis peamiselt (75%) kalakasvataja kogemustest ja oskusest kasvukeskkonda hoida ja kalamajandis bioturvalisust tagada, tehnoloogiast kinni pidada ja parimat sööta valida, parimat asustusmaterjali osta ning pidevalt kalatervist seirata.

Koostöö kalatervise spetsialistiga

Kui kalad haigestuvad või surevad, on kalakasvataja esimene küsimus „Miks?“. Mida kiirema ja asjatundlikuma vastuse ta sellele küsimusele saab, seda kiiremini saab ta probleemi lahendama hakata. Enne veterinaarile helistamist peaks kalade omanik endale selgeks tegema veeparameetrid ja neid hinnates otsustama, kas tegemist on kalataudiga või on nähtuse tekitanud hoopis vee halb kvaliteet või pikaajalised söötmis- ja kasvatamistehnoloogia vead. Kalakasvataja peab olema valmis vastama paljudele labori või veterinaari rutiinsetele küsimustele, mis aitavad spetsialistil koostada haigusloot.

1. Üldteave

Milline on veetemperatuur?

Kui suur on kalakasvandus ja milline on kasvatussüsteem?

Kui vana on kalakasvandus?

Mitut kalaliiki kasvatatakse ja milliseid?

Milline on kasvatatavate kalade vanuseline koosseis?

Millistel liikidel ja vanuserühmadel probleeme esineb?

Kas neil on ka varem olnud terviseprobleeme, milliseid?

Millal täheldati esimesi märke ebanormaalsest käitumisest või suremisest?

Kas see oli seotud ilmapuutusega?

Mis söödaga kalu söödetakse, kas ratsioonis on viimasel ajal tehtud muutusi?

Kui palju ja kui tihti kalu söödetakse?

Millal puhastati süsteemi filtreid?

Millal oli suurem veevahetus?

Kas kalu on viimasel ajal transporditud, sorteeritud või ümber paigutatud?

Kas kasvandusse on toodud uusi kalu teistest majanditest või ostetud marja?

2. Kalade käitumine

Millised on märgid, mis viitavad häiretele kalade käitumises?

Millisesse veekihti või basseini, tiigi või kiirvoolukanali piirkonda kalad hoiduvad?

Milline on kalade asend ujudes, milline paigal olles?

Kas kalad söövad?

3. Silmaga nähtavad haiguslikud muutused

Millised on silmaga nähtavad muutused kaladel?

Kas kehapinnal (nii vees jälgides kui ka veest väljas) on vigastusi, kattu, haavan-deid, kasvajaid või muid kõrvalekaldeid normist?

Milline on uimede seisukord?

Milline on lõpuste värv?

4. Eelnevad ravimenetlused ja töötlemised

Millal viimati tehti ravi- või profülaktilisi töötlemisi?

Millal viimati tehti kalade massilist uinutamist ja mis põhjusel?

Milliseid preparaate neil juhtudel kasutati ja millises koguses?

Kalakasvataja võib anda alati teavet selle kohta, mis talle lisaks küsitule oluline tundub (enda elulugu ei ole alati asjakohane informatsioon). Kogutud teabe alusel ei pane vastutustundlik kalatervise spetsialist veel diagnoosi, sest lisaks on vaja laboriuuringuid.

Kalade uurimine

Kala ihtüopatoloogilise uurimise alguses pannakse kirja sellised taustandmed nagu:

- kala liik;
- kala mõõtmed, vanus ja sugu;
- kala püügiaeg ja mõõdetud veeparameetrid;
- kalakasvanduse asukoht, kalakasvatussüsteem ja veevarustus;
- kalakasvataja tähelepanekud kala kvaliteedi, väljapraakimise, käitumise, suremuse jms kohta.

Loetletud taustteave võib suunata uurija tähelepanu lahangu käigus tõenäolisematele patoanatomilistele muutustele ja parasitaarsetele objektidele, mille tulemuseks on kiirem ja täpsem analüüs. Lõplikule eesmärgile lähemale viib analüüs koos lahkamistulemustega. Kala vaadatakse väliselt üle enne lahangut ja kala terviklikkust rikkumata. Midagi ei tohi kõrvale heita, sest kõik leiud võivad osutada olulisteks kliinilis-patoloogilisteks tunnusteks.

Uurimine vees

Eluskala uurimine loomulikus keskkonnas annab olulisi vihjeid edasise tegevuse kohta. Vees olev haigestunud kala võib ebanormaalselt ujuda (tiirlemine, tasakaaluhäire jne), tal võib märgata värvuse muutusi, naha tuhmumist või tumenemist, suurenenud limaeritust, epidermise paksenemist, soomuste turritamist või tabandumist seentega. Kalad võivad end hõõruda vastu esemeid, hingata kiiremini, hoiduda kas veepinna lähedale, sisse- või väljavoolu juurde, teha ebanormaalseid ja kontrollimatuid sõoste.

Veeproovi võtmine ja laborisse saatmine

Kui kalad hakkavad haigestuma ja surema, võetakse esmajärjekorras veeproovid, mida uuritakse kohapeal või mis saadetakse kinnistes kottides (pudelites) jahutatult ja pimedas termokastis laborisse. Veeproov võetakse esimeste ohumärkide tekkides ka siis, kui vesi tundub läbipaistev. Proovipudelid tuleb märgistada ja neile tuleb lisada kaaskiri.

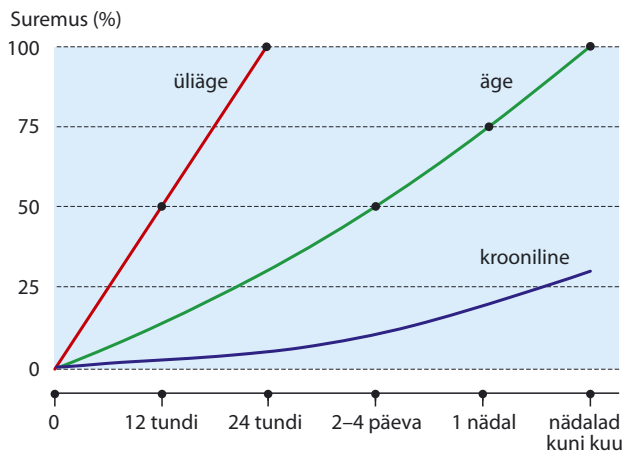
Laboriuuringu kiirus

Üldiselt saab veeproovi ja parasitoloogilise uuringu tulemused laborist kätte vähemalt 24 tundi pärast proovide saabumist. Selle aja jooksul ja selle põhjal saavad selgeks ka adekvaatsed tõrjemeetmed. Patogeensete bakterite olemasolu väljaselgitamiseks tehtavad külvid annavad väljakasvu 24–48 tunni jooksul (lisakülvide korral kulub aega rohkem), 24 tunni jooksul pärast seda saab selgeks antibiootikumitundlikkus. Nii histoloogilise kui ka viroloogilise uuringu vastuse saamine võtab üldjuhul aega 1–2 nädalat.

Haiguse dünaamika hindamine

Haiguse kulgu jälgides või tagantjärele kirjeldades võib joonistada nn suremuskõvera. Suremuskõver on graafikujoon, mis iseloomustab kalade suremust haiguspuhangu algusest kas vaadeldava hetkeni või haiguspuhangu lõpuni (joonis 6). Kui kõik kalad surevad vähem kui 24 tunni jooksul (punase joonega tähistatud **I kõver**), on tegemist üliägeda haiguse või reaktsiooniga. Selliseid juhtumeid ei põhjusta üliäge nakkushaigus, vaid kasvukeskkonna järsk ebasoodsaks muutumine. Enamasti põhjustab sellise olukorra kas madal hapnikukontsentratsioon, toksiinid, ravimite või uinutite üledoos. Graafiku roheline joon (**II kõver**) näitab haiguse ägedat kulgu. Haigus vältab paar nädalat ja suremus suureneb. Selle põhjuseks on kalu nakatanud patogeendid, enamasti seened, bakterid või viirused. Graafiku sinine joon (**III kõver**) iseloomustab haiguse kroonilist kulgu. Kalad surevad pika aja jooksul pidevalt. Suremust põhjustavad kas parasitaarhaigused või patogeensed bakterid, aga ka halb keskkond, kumuleeruvad toksiinid (nt raskmetallid), söödast tingitud puudushaigused, stressirohke kasvukeskkond. Kui kalakasvataja ei märka seda faasi kalade tervises, siis võib juhtuda, et kõver tõuseb järsult, st haigus muutub üliägedaks patogeenide virulentsuse suurenemise ja/või kalade vastupanuvõime vähenemise tõttu. Lõhe noorjärkude ootamatut massilist suremist 24 tunni jooksul võib siiski põhjustada furunkuloosi nakatumine. Sellisel juhul peaks olema sümptomeid varem märgata.

Joonis 6.
Haiguste kulgu iseloomustav graafik
(Stoskopfi järgi)



Kalade püük

Uurimiseks tuleks kala püüda võimalikult ettevaatlikult, et ei vigastataks soomuseid, et need ei irduks, ei tekiks hõõrdumisi, muljumisi, uimevigastusi või muid kahjustusi, mis võivad parasiidid kehapinnalt kõrvaldada. Samal põhjusel ei ole soovitatav kalu palja käega püüda.

Kohe pärast väljapüüki saab mikroskoobi all väikese suurendusega uurida välisparasiitide, nagu monogenoidide, koorikloomade või kalatäi esinemist. Kaape võtmiseks ja biopsia tegemiseks on soovitatav suuremad kalad vannis uinutada. Väiksemate kalade uurimise hõlbustamiseks võib nad uinutada Petri tassis ja seejärel uurida mikroskoobi väikese suurendusega. Sellisel moel on võimalik tuvastada gürodaktüluste esinemist rinnauimedel.

Kaladel kasutatavad uinutid

Uinuti kasutamine teeb kalade uurimise ja proovide võtmise märksa lihtsamaks. Traditsiooniliselt uinutatakse kalad lahusega täidetud vannis, mitte kasvanduse basseinis. Milliste komponentidega preparaati ja kui suures koguses kasutada, sõltub vee soolsusest ja veetemperatuurist. Mõni anesteetikum lahustub vees, mõni mitte.

Bensokaiin. Bensokaiin ei lahustu vees, kuid lahustub alkoholis. Kalade uinutamiseks võetakse vajalik kogus preparaati, lahustatakse see mõnekümnes milliliitris 96% etanoolis ja segatakse saadud lahus uinutusvanni veega. Väiksemate kalade puhul (4–10 cm) on soovitatav kasutada 50 mg lahust liitri vee kohta. Uinuti kontsentratsiooni tuleb suurendada suurekaaluliste ja/või resistentsemate kalade rahustamiseks.

MS 222. Trikaiinmetaansulfonaat on pulber, mis lahustub vees hästi. Kalade uinutamiseks kasutatakse söögisoodaga neutraliseeritud lahust, milles on sõltuvalt kala suurusest ja vee temperatuurist preparaati 85–100 mg/l. Kalade surmamiseks kasutatakse uinuti üledoosi 500 mg/l MS 222. Hoiatusena olgu öeldud, et angerjad on selle preparaadi suhtes resistentsemad kui teised kasvatatavad kalad. Paraku on tõusnud päevakorda MS 222 kasutamise keelamine.

Süsihappegaas. Süsihappegaas on hea vahend kalade uinutamiseks ja nende huumaneks surmamiseks kalatööstuses.

Nelgiöli ehk eugenool. Kalade uinutamiseks kasutatakse vannitamisel kontsentratsiooni 50–100 mg/l.

Hinaldiin. Seda preparaati kasutatakse kalade anesteetikumina laialdaselt. Kontsentratsioon 5–25 mg/l.

Uinutite puhul peab olema kindel,
et nende kasutamine on legaalne.

Vahetult enne veest välja võtmist surnud kala on uurimisel võimalik kasutada, kui selle silmad on läikega ja lõpused on punased ning see ei näita lagunemise märke. Uurimiseks on vaja 5–10 ühes vanuses kala igast uuritavast rühmast.

Eluskalade transpordi eesmärk on säilitada elusana nii kalad kui ka neid tabanud parasiidid. Kalad tuleks transpordi ajaks paigutada sama temperatuuriga vette, milles nad kasvanduses püügihetkel elasid. Kilekotid täidetakse veega poole-nisti ja lisatakse hapnik. Kui kalu transporditakse avatud nõudes, aereeritakse vett kogu teekonna vältel. Väiksemadki keskkonnamuutused transpordikottides mõjutavad just välisparasiite. Kalu ei tasu paigutada väga tihedalt, sest see võib põhjustada hapnikupuudust ja/või ammoniaagi kontsentratsiooni suurenemist. Veetemperatuuri hoidmiseks võib aastaajast olenevalt kasutada külma- või sooja-plokke. Kõigest hoolimata võivad püügi ja transpordiga kaasneda teatavad muutused (**artefaktid**).

Kalade patoanatomiline uurimine

Patoloogilised muutused

Põhimõtteliselt ei erine haiguslikud muutused kaladel (**kliinilised tunnused**) maismaaloomadel ette tulevatest kahjustustest, mistõttu kasutatakse nende kirjeldamisel veterinaarmeditsiini patomorfoloogias käibivat terminoloogiat.

Kalade reaktsioon ärritajatele sõltub organismi seisundist ja toimega kohastumise võimest (organismi reguleerivad ja kompensatoorsed võimed). Esimene patoloogilistele muutustele viitav nähtus on **letargia**. Kalad võivad olla **anorektilised**, mis on isutuse ja sööda omastamise probleem. Tervise olukorda näitab kindlasti **põletiku** tekkimine. Põletik kaladel on mittespetsiifiline vastutoime, mille eesmärk on taastada organi terviklikkus. **Eksudaadi** kogunemist kõhuõõnde, astsiiti, nimetatakse **vesitõveks**. Transudaadi (tursevedelik) kogunemine kalade silmakoopasse põhjustab punnasilmsust ehk **eksoftalmiat**. Vastupidist nähtust, kus silmad on auku vajunud, esineb koi herpesviroosi (KHV) korral karpkaladel. Välistest tunnustest on levinumad pigmentatsioonimuutused, soomuste turritamine, selgroodeformatsioonid (skolioos), uudismoodustised, furunkulid, eri suurusega haavandid ja haavad. Verevaegus võib esineda kehvveresuse ehk **aneemia** või paikse verevaeguse ehk **isheemia**.

Tihti on välistest muutustest olulisemad muutused kudedes ja organites. Vere väljumist veresoonte valendikest ümbritsevasse keskkonda nimetatakse verejooksuks ehk **hemorraagiaks**, väljavoolanud vere kogunemist kudedesse või kehaõõntesse aga verevalumiks ehk **hematoomiks**. Väikeseid täppverevalumeid nimetatakse **petehhiateks**.

Kudede ainevahetuse häired esinevad paljude haiguste puhul. Need jagatakse atroofiateks ja düstroofiateks. Kui ainevahetuse intensiivsus muutub ja koe maht

väheneb, räägitakse kõhetusest ehk **atroofiast**. Kui aga on toimunud kudede keemilise koostise kvalitatiivsed muutused, nimetatakse seda ainevahetushäiret väärastuks ehk **düstroofiaks**. **Hüpertroofia** on kompensatoorne protsess, mis seisneb elundi või koe mahu suurenemises. Rakkude maht suureneb nii tuuma kui ka tsütoplasma mahu suurenemise teel.

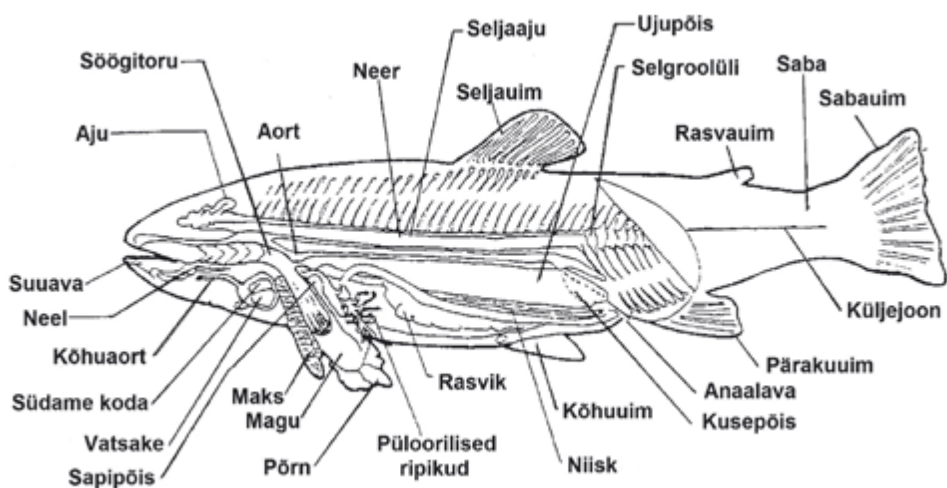
Hüperplaasia on kompensatoorne protsess, kus elundi või koe mahu suurenes kasvab rakkude jagunemise ja vohamise tagajärjel ka rakkude arv.

Kärbus ehk **nekroos** on koeosade või elundite surm organismi eluajal. Mõnikord kasvab nekroosikolde ümber sidekoeline kihh, millesse ajapikku ladestuvad lubisoolad. Neid ei tohiks ajada segi granuloomiga, mis on võõrkeha (näiteks parasiidi) ümber põletikuprotsessi käigus proliferioneerunud või kogunenud rakkude (makrofaagid, lümfotsüüdid ja fibroplastid) kogum.

Regeneratsioon on hävinud koe ja rakkude taasteke. Taasteke hõlmab nii rakkude jagunemist ja paljunemist ning vohamist ehk **proliferatsiooni** kui ka paljunevad rakkude küpsemist ehk **diferentseerumist**. Alguse saab regeneratsioon säilinud ja vigastamata tüvirakkudest. Regeneratsiooni käigus tekkinud kudet nimetatakse **regeneraadiks**.

Lahang

Enne lahangu algust uuritav kala anesteseeritakse ja seejärel surmatakse kas löögiga pähe, seljaaju vigastamisega või uinuti üledoosiga. Surmatud kala asetatakse prepareerimisalusele ja vajaduse korral fikseeritakse. Soovituslikud patoanatomilise lahangu etapid ja järjekord, selle käigus sagedamini leitavad muutused ning nendega kaasnevad haigused on toodud allpool (joonis 7 ja 8).

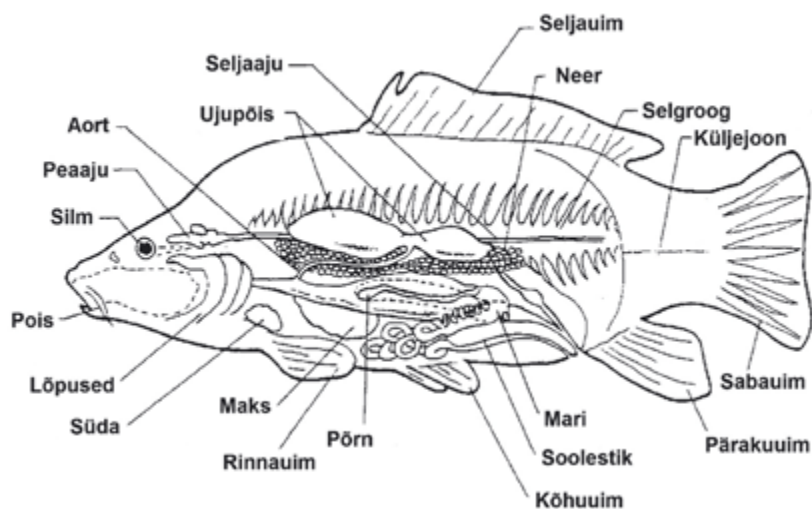


Joonis 7. Vikerforelli anatoomia (H. D. Rodgeri järgi)

- 1 Vaadeldge eraldi kõiki uimi (selja-, rasva- (kui see on olemas), saba-, pära- ja kõhu- ning rinnaumi) ja uurige, kas uimekiired on normaalse pikkusega või esineb erosioone ja uimede murdumisi.
- 2 Leidke ninasõõrmed, lõpusekaas, küljejoon, silmad ja urogenitaalava.

Selja- ja sabauim on tähtsad liikumisel. Kasvanduskalal on need enamasti vigastatud ja ebaloomuliku kujuga. Selja- ja sabauime veritsus ja erosioonid on põhjustatud liiga tihedast asustusest, pikaajalisest ebakorrapärasest söötmisest, liiga palju taimseid valke sisaldavate söötade kasutamisest ja liiga madalast veetemperatuurist. Kisklus, mis leiab aset peamiselt toitumise ajal, põhjustab kaladel uimevigastusi, uimede hilisemat mädanemist ja äralangemist. Tihe asustus ja kiirvoolukanali seinte abrasiivsus on samuti üks uimekahjustuste põhjuseid. **Rinnauimede** vigastused viitavad tabandumisele monogenoididega ja uimede baasil olev hüperemia või nende puudumine furunkuloosile. Lõhilastel esinev **rasvauim** töötab vees nagu spoiler või dusõiduauto. Viimased uuringud näitavad, et selle äralõikamine halvendab tunduvalt Atlandi lõhede ja forellide võimekust meres saaki jälitada ning kiirevoolulistes kudejõgedes ujuda ja pesa kaevata. Seetõttu ei ole mõistlik neid uimi ära lõigata märgistamise eesmärgil või mõnel muul põhjusel.

Ninasõõrmed on epidermise klapjate moodustistega kaetud kanalikesed, mis on vooderdatud limarakke sisaldava epiteeliga. Seal paiknevatest närvilõpmetest lähtuvad närvid ajusse. Saasteained ja hõljum võivad kahjustada ninasõõrmete tundlikku sisepinda, see häirib rännet ja raskendab kodujõe leidmist. Ninasõõrmetest võib leida kalahallituse (**saproleegnia**) puhmaid.



Joonis 8. Karpkala anatoomia (H. D. Rodgeri järgi)

Küljejoon on omavahel ühendatud kanalikeste rida kala küljel, mis toimib meeheelundina, aidates tajuda peamiselt vee liikumist ja vibratsiooni.

Silmad on tähtsad nägemisorganid, milles on sfäärilised läätsed ja mis tagavad väga laia vaatenurga. Silmade ülevaatusel tuleb tähelepanu pöörata sarvkesta läbipaistvusele ja verevalumitele. Väljaprepareeritud silm surutakse kompressiooniklaaside vahel õhemaks (kompressioonmeetod) ja uuritakse mikroskoobi all väikese suurendusega. Läätskatarakt on kaladel levinud ja selle põhjustavad imiusside metatserkaarid. Valged täpid sarvkestal tähendavad tabandumist ihtüoftiirustega, ainsa sümptomina esinev punnasilmsus viitab üldjuhul bakteriaalsetele tekitajatele, mille lõplikuks kindlakstegemiseks on siiski vaja spetsiaalseid uuringuid. Silmade puudumine võib olla põhjustatud kisklusest kalapopulatsioonis, kuid mitte ainult (foto 1).

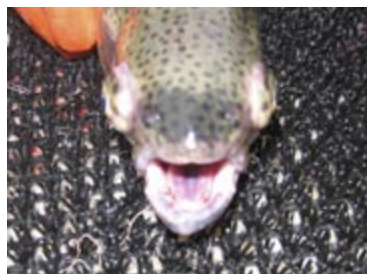


Foto 1. Eksoftalmia vikerforellil

3 Uurige kala kehapiinda.

Kala väliskatte hea seisukord on tähtis paljudest kalahaiguste aspektidest. On teada, et naha ja soomuste vigastused toovad otseselt ja kaudselt kaasa suurima kalade kao.

Nahk koosneb kolmest kihist: välisest marraskist (ld *epidermis*), sisemisest pärisnahast (ld *dermis*) ja alusnahast (ld *hypodermis*). Kalade kogu kehapiind ja uimed on kaetud avaskulaarse epidermisega, mille limarakkude toodetud lima on tähtis esmase kaitse osa.

Kalade epidermis on nagu maismaaloomadelgi mitmekihiline, pärisnahast eraldab seda basaalmembraan. Kalade nahk on keratiniseerumata limaskesta süsteem (võiks kasutada nimetust *limask*), mis ei ole kaetud surnud rakkudega ega ole kuiv nagu hiirel või inimesel. Vigastamata pindmised soomusjad epiteelirakud tagavad epidermise rakustruktuuri stabiilsuse. Koos teiste rakkudega moodustavad nad kolmest epidermise kihist välimise (ld *stratum superficiale*), milles avanevad eelmainitud (PAS-positiivsed) limarakud. Lisaks sellele on epidermise struktuuris keskmine diferentseerunud rakkude kiht ehk ogakiht (ld *stratum spinosum*) ja basaalmembraaniga külgnev basaalkiht (ld *stratum basale*), mis on epidermise kasvukiht. Diferentseerumata epidermaalsed tüvirakud asuvad basaalmembraanil, proliferuevad ja diferentseeruvad ogakihi ning moodustavad seejärel välimise epiteelkihi. Kasvukihi uuenemise arvel toimub epidermise füsioloogiline regeneratsioon. Seega on epidermis modelleeritud hoidma täpset tasakaalu rakkude proliferuevuse ja diferentseerumise vahel. Sõltuvalt kalaliigist koosneb epidermis pindmistest soomusjatest (skvamooosetest), süvamistest kuboidaalsetest epiteelirakkudest (varem nimetati neid filamendi ehk Malpighi rakkudeks), limarakkudest, nuirakkudest, infiltreerunud leukotsüütidest ja lümfotsüütidest. Epidermise paksus (ca 100 µm) ja rakukihide arv (5–20) erineb kalaliigiti ja kehapiirkonniti ning võib mingil määral sõltuda aastajast, kalade soost ja elukeskkonna seisundist.

Kalade kehapinna uurimisel tuleb pöörata tähelepanu varem kirjeldatud patoloogilistele muutustele, nagu vigastused, verevalumid, pigmentatsioonimuutus, limaeritus, naha kuivus, soomuste turritamine või osaline puudumine, uimede ja naha erosioon. Pärast seda tuleb otsida kehapinnal vabalt elavaid, nahasse või ainult epidermisesse kinnitunud välis- ja mesoparasiite. Tähelepanu alt ei saa välja jätta kehapinnale juhuslikult sattunud või päraku kaudu või läbi kõhuseina väljunud nematoode, imiusse või kidakärssusse.

Võimalikult kiiresti tuleb võtta materjali histopatoloogiliseks ja -keemiliseks uurimiseks ning teha bakterioloogilised külvid. Kehapinnalt võetud kaapeid tuleb uurida mikroskoobi all 5–50-kordse suurendusega. Väliste ülevaatuse järel tuleb uurida lõpuseid ja lõpuskoobast.

4 Eemaldage lõpusekaas ja lõpused.

Lõpusekaas sulgeb lõpusekoopas lateraalselt ning kaitseb lõpuseid vigastuste eest. Lõpusekaane liikumine aitab kaasa hingamisele, mille sagedust mõjutavad otseselt veetemperatuur ja selles lahustunud hapnik. Uinutatud kalal on lõpusekaane liikumine isegi soojas vees harv, külmas vees aga peaaegu puudub. Lõpusekaante ebanormaalne kuju või lühenemine on põhjustatud vigastustest ja/või on selle taga pärilikusega seotud probleemid. Lõpusekaane eraldamiseks tõstke see eesservast haarates pintsettidega üles ja lõigake prepareerimiskääridega võimalikult kolju luude lähedalt pea küljest poolkaarjalt lahti.

Lõpused paiknevad lõpusekoopas ja koosnevad mõlemal pool pead neljast valkjast luulisest või kõhrelisest kaarjast ja helepunasest lõpuselamellist. Lõpuse sisemine ehk viies osa on embrüonaalse arengu jäänuk, nn ebalõpus, mis näiteks angerjatel puudub. Sekundaarlamellide kapillaaristik on kaetud vaid ühe rakukihi paksuse epiteeliga. Väliskeskkonnaga otseses kontaktis olevaid lõpuseid võivad kahjustada paljud bakterid, seened, ainuraksed jt parasiidid, aga ka keemilised ühendid. Lõpuseid kaitsevad saastumise eest nende suupoolses osas paiknevad kammitaolised lõpusepiid.

Lisaks hingamisele täidavad lõpused olulist rolli osmoregulatsioonis ja lämmastikuainevahetuse jääkide (ammooniumiooni) väljutajana. Igasugune lõpuslehekeste vigastus toob kaasa funktsioonihäired, see halvendab tervislikku seisundit ja soodustab tabandumist haigustekitajatega. Lõpuste juures tuleks kontrollida, kas nende normaalselt punases värvuses esineb üldisi või koldelisi muutusi (hüpereemia, aneemia), limaerituse suurenemist, lõpuste tursumist ja vigastusi, parasiite ja nende tsüstide esinemist. Lõhilaste viirusliku hemorraagilise septicemia korral võivad eluskala lõpused olla hallid nagu vees kaua aega tagasi surnud kaladel.



Foto 2. Pruuni värvusega lõpused VHSi korral

Lõpuste uurimiseks kompressiooniklaaside vahel lõigata välja kogu lõpus, eraldada alusklaasil lõpuslehekesele ning uurida neid mikroskoobi all. Vajaduse korral kogutakse leitud objektid ja prepareeritakse edasiseks mikroskopeerimiseks (foto 2).

5 Avage kõhuõõs ja leidke söögitoru, magu, püloorilised ripikud, süda, maks, põrn, ujupõis, sooled, neer ja suguelundid.

Ühe külje peale asetatud kalal avatakse kõhuõõs kolme lõikega. Terava otsaga käärid torgatakse anal- ja suguvast veidi eespool kõhuseinast läbi ja lõigatakse kõhu sein piki keskjoont rinnauimedeni lahti. Et vältida siseorganite vigastamist, on soovitatav kasutada ümara otsaga prepareerimiskääre. Teiseks tehakse lõige kaarjalt, kõhuõõne ülemist piiri kopeerides, tagant ettepoole ja viimase lõikega alla kuni esimese lõike lõpukohani.

Kala lahkamisel võib esimese patoloogilise muutusena ilmned, et kõhuõõnde on kogunenud punakas või läbipaistev vedelik. Kõhukelmepõletik võib tekkida kalade vaksineerimise järel, eriti kui kõhuõõnde süstitud vaktsiini adjuvant sisaldab õli. Täppverevalumid serooskestadel on iseloomulikud mõne nakkushaiguse korral.

Siseorganid võetakse välja ja paigutatakse füsioloogilise lahusega täidetud Petri tassile või nõgusale prepareerimisalusele. Pööratakse tähelepanu siseorganite ja kõhuõõne seina võimalikule aneemilisusele, verevalumitele, vedeliku kogunemisele kõhuõõnes, sisuserasva hulgale jne. Seedetrakt koos maksa, rasviku ja põrnaga lõigatakse välja. Kui seedetrakt ja organid on eemaldatud, on hea vaadelda ujupõit ja neeru. Kui siseorganid on kahvatud, võib see olla seotud üldise aneemilisusega.

Seedetrakti (magu ja soolitoru) ehitus on kalarühmiti väga erinev. Näiteks karplastel puuduvad magu ja lukutiripikud (**püloorilised ripikud**), kuid soolitoru on röövkalade omaga võrreldes pikk. Soolepõletike märgatav tunnus on sooleseina hüperemilisus, mis võib haarata kas kogu soole või selle lõigu, sagedamini tagaosa. Verevalumid ja põletikud võivad olla seotud kaladele ohtlike nakkushaigustega, mitmesuguste parasitooside, söötmisvigade ja mürgistustega. Kalad neelavad tihti valimata alla võõresemeid, mis suures koguses põhjustavad soolesulgust ja kalade lõppemist. Vikerforellid võivad neelata kivikesi isegi nii suurel hulgal, et välisel vaatlusel hakkab silma punnis kõht.



Foto 3. Verevalumid soolestikul ägeda gastroenteriidi korral

Foto 4. Täppverevalumid rasvikul hemorraagilise septitseemia korral



Magu, püloorilised ripikud ja sooltoru on vaja avada ja uurida igaüht eraldi. Sooltoru ja mao sisu kaabitakse spaatli või skalpelliga Petri tassile või alusklaasile ja neid uuritakse 5–20-kordse suurendusega. Mao ja soole seinu vaadatakse kompressiooniklaaside vahel läbivas valguses (foto 3).

Rasvikus talletavad kalad varuaineid (rasva). Ülemäärasel või tasakaalustamata toitmisel võib rasva koguneda ebanormaalselt palju, millega tihti kaasnevad ka teiste organite patoloogilised muutused. Tuntumad neist on maksa rasvväärastus ja tseroidne degeneratsioon (foto 4).

Kalade **maksa** värvus varieerub liigiti, aga ka sesoonselt vastavalt varuainete talletamisele või ärakasutamisele. Kui rasv on kogunenud maksarakkudesse, tundub maksa löikepind rasvane. Verevalumid ja nekroosikolded maksas viitavad nakkushaigustele, valkjad või kollased ümarad täpid nii maksa pinnal kui ka sees eri arengustaadiumis parasiitidele. **Sapp**, mis normaalselt on rohekaskollane ja läbipaistev, võib teatavate haiguste korral olla hägune ja roosakat värvi. Luukaladel on **pankreas** hajutatult mitmel pool kõhuõones. Sellist maksa, mis sisaldab pankreasekude, nimetatakse hepatopankreaseks (karpkaladel). Lõhilastel pankreasekude maksas ei ole, see paikneb pülooriliste ripikute vahel ja on üldjuhul ümbritsetud rasvkoest. Tuntuim pankreasehaigus on lõhilasevastsetel ja -maimudel esinev nakkuslik pankrease nekroos (IPN). Seda haigust tekitab viirus ei ohusta vanemaid kalu, kuid need võivad olla viiruskandjad.

Luukalade **neerud** on enamasti tumepunased piklikud selgroo ja ujupõie vahel olevad organid, mis ulatuvad peast kõhukoopa tagaosani. Vasak ja parem neer on osaliselt kokku kasvanud ja näivad väliselt ühe paaritu organina. Neerude eesosa, nn neerupealis, on vereloomeorgan ja tähtis immuunsüsteemi osa. Neerude puhul tuleb pöörata tähelepanu värvuse muutustele, organi üldisele või osalisele suurenemisele ning koldelistele muutusele. Neerudesse sisselõigete tegemisel ehk viilutamisel tuleb



Foto 5. Suurenenud neerud septicemia korral



Foto 6. Suurenenud neerud proliferatiivse neeruhaiguse korral (A. Vasemägi järgi)



Foto 7. Täppverevalumid ujupõiel hemorraagiliste septicemia korral



Foto 8. Täppverevalumid lihastes septicemia korral



Foto 9. Verevalumid lihastes septicemia korral

parasiitide kõrval tähelepanu pöörata ka patoanatomilistele muutustele, nagu põletikukolded (lõikepind veritseb tugevalt), proliferatiivsed protsessid, tumenemine, mille põhjuseks on melanomakrofaagide infiltratsioon, nefrokaltsinoosi kolded jne. Neerus võib leiduda parasiite (fotod 5 ja 6).

Ujupõis talitleb ainult hüdrostaatilise organina, mis lõhilastel, angerlastel ja karplastel on neeluga ühenduses ning kala saab sinna atmosfäärist õhku suunata (lõhilaste vastsed). Ujupõie patoloogilised muutused on näiteks ujupõie seina punetus, verevalumite esinemine, paksenemine, opaaksus ja verise vedeliku, eksudaadi esinemine. Põletikulisi muutusi ujupõies võib põhjustada vee suurenenud ammoniaagisisaldus. Ujupõies võib leiduda ka parasiite, näiteks angerjatel (foto 7).

Kui kala nahal on märgata kahjustusi, serooskestadel muutusi ja siseelundites üldhaigestumisele vihjavaid muutusi, tuleb lähemalt vaadata ka **lihaseid**. Lihastesse tehtud lõike pinnalt võib leida väikesi ja arvukaid kahjustuskoldeid, verevalumeid, mükobakterioosi granulome, **ihüüfonoosi** tekitaja eoseid, müksosporiidide pseudotsüste, laiussi plerotserkoide jms (fotod 8 ja 9).

Bakteriaalhaigused

Patogeensed bakterid põhjustavad kaladel põletikulisi reaktsioone, haavandeid, kudede kärbust ja verejookse, tuues endaga kaasa üldise juurdekasvu vähenemise ja hukkumisi. Nii intensiivses kui ka traditsioonilises kalakasvatuses võib bakterioos seega tekitada märgatavat kahju kogu sektorile nii mage- kui ka mereveeliste kalaliikide kasvatamisel. Bakteriaalhaigustega seotud probleemide tundmine ja oskus neid vältida on kalakasvatuses töötavatele inimestele aina olulisem.

Kalade lõpused, nahk ja seedetrakt on keskkonnast pärit mõjuritele kõige haavatavamad kehapiirkonnad, kus on võimalik bakterite kinnitumine, bakterikolooniate tekkimine ja biokile moodustumine ehk bakterite koloniseerimine. Mitme kirjan-
dusallika põhjal soodustavad bakteritega tabandumist väiksemadki nahavigastused, ektoparasiitide olemasolu ja suur orgaanilise aine sisaldus ning suurenenud nitriti kontsentratsioon vees. Samuti võivad bakterid kanduda emaskalalt kalamarjale ja nakatada hiljem kalade noorjärke.

Bakterid toodavad toksine ja ensüüme, mis võivad peremeesorganismi rakke mõjutada mitmel moel. Paljudes bakteriperekondades või -taksonites kirjeldatud toksiinide hulgas on tsütotoksilised ja tsütotoonilised enterotoksiinid, aerolüsiin ja paljud hemolüsiinid, proteaas ja fosfolipiidid. Nende rakuväliste saaduste omadused erinevad liigiti ja nende esinemist on viimasel ajal uuritud neid kodeerivate geenide esinemise kaudu. Selline genoomilähtene teave on andnud hea pildi hulga bakteriliikide, nende alamliikide ja tüvede virulentsuse tekkest ja eripärast.

Virulentsustegurite uuringu laiem eesmärk on püüda mõista haigust tekitavate bakterite ja peremeesorganismide vastastikust mõju raku- ja molekulaartasandil. Viiruslikud geenid, näiteks patogeensetes *Aeromonas*'e liikides, on kas päritud kaua aega tagasi nende ühistelt eellastelt või omandatud hiljuti horisontaalse geeniüle-
kande kaudu. Bakteri geenide võimalikult täielik kirjeldus laseb identifitseerida suure hulga „viiruslikke” gene. Molekulaargeneetika uusim lähenemisviis pakub uue arusaamise peremehe ja patogeeni vastastikest mõjutustest, võttes arvesse nii mikro-
organismide laadi kui ka kalade immuunvastuseid nende suhtes või nendega kaasnevalt. Kahjuks tuleb tänapäeval rääkida ka asjaolust, et paljude bakteritsiidsete vahendite ja nende kombinatsioonid on mõjutanud bakterite resistentsust kodeerivaid gene.

Praegusajal keskendutakse uurimises kõige olulisemale ehk viiruslike genoomide vahetustele ja mitmekesistele viiruslikele teguritele, mis osalevad aktiivselt peremeesorganismile kinnitumisel, selle koloniseerimisel ja nakatamisel, kaasates süsteemselt rakuväliseid tegureid, sekretsioonisüsteeme, raua omastamist ja tuvas-
tusmehhanisme. Neid uuringuid ei tehta enam tiigi ääres või kalamajandis, nagu parasitoloogilisi uuringuid mõnikümmend aastat tagasi, vaid väga kallite seadmete abil laboris.

Furunkuloos on ohtlik kalataud, mida on kirjeldatud nii mage-, riim- kui ka merevees kasvatatavatel lõhilastel ja teistel kalaliikidel. Tüüpilise furunkuloosi tekitajaks peetakse gramnegatiivset, liikumatut, fakultatiivselt anaeroobset kepikujulist bakterit *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*. Euroopas tuntakse seda haigust üle 100 aasta. Furunkuloosile on iseäranis vastuvõtlikud paalia ja Atlandi lõhe, seejärel meri- ja jõeforell ning kõige vähem ohustatud liik on vikerforell. Teised lõhilased haigestuvad harvemini ning haigus ei kulge neil enamasti epideemiana. Taanis on see haigus kõige levinum just meres kasvatatavatel vikerforellidel ja peaaegu olematu magevees. Irimaal esineb see haigus paljudes veekogudes endeemiselt.

Tüüpilise furunkuloosiga (hiljem lihtsalt furunkuloos) sarnaselt kulgevaid haigestumisi kutsuvad esile sellised bakterid nagu *Aeromonas salmonicida* subsp. *achromogenes*, *A. salmonicida* subsp. *smithia* või *A. salmonicida* subsp. *masoucida*. Nende täpne taksonoomiline kuuluvus on siiski veel lõpuni registreerimata ja seetõttu kutsutakse neid atüüpilisteks *A. salmonicida*'deks ning nende esile kutsutud haigust atüüpiliseks furunkuloosiks. Viimati mainitud bakteritele on tunnuslikud mitmesugused biokeemilised ja füsioloogilised omadused. Atüüpilist furunkuloosi on kirjeldatud veel paljudel kalaliikidel, nagu kammeljas, lest, tursk, karpkala (samamoodi dekoratiivsed vormid), haug, ahven ja tobias. Lisaks sellele peetakse neid ja veel teisi kalu võimalikeks haigustekitajate kandjateks.

Kliiniline pilt. *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* põhjustatud furunkuloosi korral ilmnevad hemorraagilise septitseemia nähud. Nii lõhilastel kui ka teistel kalaliikidel kulgeb haigus atüüpilise furunkuloosi korral septitseemia või haavandilise nahavormina või esinevad mõlemad koos.

Furunkuloosi avaldumine eri moel sõltub kalade vanusest ja immunoloogilisest staatusest. Haigus võib esineda üliägeda, ägeda, alaägeda või kroonilise vormina, kuigi esinemisvormide vahel on eri aegadel raske selgeid piirjooni tõmmata. Üliäge ja äge vorm esinevad peamiselt noorematel kaladel. Suremus on kalakarjas suur, ilma et esineks erilisi hoiatavaid sümptomeid. Lahangul leitakse petehhiaid siseorganites ja kõhukelmel (peritoneumil). Ägeda furunkuloosi tunnuseks on iseloomulik hemorraagiline septitseemia, mis avaldub anoreksia, naha pigmentatsiooni ja letargiana. Esineb kalade suremist ja surnud kaladel on näha hüpereemilisi või veritsevaid uimesid ning haavandeid uimede baasil ja anaalava ümber. Alaäge ja krooniline furunkuloos esineb tavaliselt vanematel või suurematel kaladel. Sümptomid on üldiselt sarnased ägeda furunkuloosiga, kuid suremus on väiksem, kuigi haiguskolled kudedes on selgelt välja kujunenud. Skeetilihastes tekitavad bakterid nekrootilisi alasid ehk abstsesse (**furunkulid**), mis puhuti avanevad kehapiinnale, eritades ümbritsevasse veekeskkonda suurel hulgal realselt nakatamisvõimelisi baktereid. Mõnel kalal on täheldatav ulatuslik uimede punetus. Teada on, et haigestunud kalad võivad põdeda ka nn latentset (furunkuleid mittetekitavat) lihasvormi, mis halvendab märkimisväärselt müüki mineva kalaliha kvaliteeti (foto 10).



Foto 10. Tüüpiline uimede kahjustus furunkuloosi korral

Patogenees. Patogeenide sissepääsuväradid ja -teed on lõpuni teadmata. Laboritingimustes on selgeks tehtud, et *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* on võimeline tungima lõpuste ja seedetrakti epiteeli ning sisse tungima anusest. See annab põhjuse arvata, et need kehapiirkonnad on peamised bakterite sissetungi kohad. Organismi sattumise järel kasutavad bakterid erinevaid virulentsustegureid ja -mehhanisme, et vältida peremehe immuunsüsteemi komponente. *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* toodab bakterirakku katvat proteiini A-kiht (ingl *A-layer*), mis koos kapsliga kaitseb seda peremehe vastureaktsioonide eest, aidates tal ellu jääda ja oma elutegevusega tekitada tabandunud kudedes nekroosikoldeid.

Epidemioloogia. Bakteri levik on horisontaalne, kuid uurijad ei ole ka vertikaalse ülekande võimalust seni täielikult välistanud. *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* on katsetingimustes näidanud üles võimet elada ja ellu jääda väljaspool kala mõnest päevast nädalateni. Uuringud, mis on tehtud haiguse puhkemise järel mõnes kalakasvanduses, ei ole aga seda kinnitanud. Kuigi bakterit on leitud nii kalade limast, lõpustelt kui ka seedetraktist, tagab nende ellujäämise intratsellulaarne lokaliseerumine tervete kalade neerudes lokaliseeruvates makrofaagides. Sellest tulenevalt saavad haigust edasi kanda vaid kalad. See saab toimuda kahel viisil:

- haiged kalad eritavad või hukkunud kaladest eritub suur hulk baktereid, mis nakatavad ja/või koloniseerivad teisi kalu;
- latentsed haiguskandjad muutuvad nakkusallikaks, kui mõne stressiteguri toel halvatakse nende immuunsüsteemi aktiivsus.

Taanis on kirjeldatud juhtumeid, kus furunkuloos on puhkenud vaktsineeritud kalapopulatsioonis. On kindel, et tõsisem stressor just selle haiguse puhkemise eel on kõrge veetemperatuur, sest see nõrgestab kalade immuunvastust ja lubab haigustekitajal kaitsebarjäärist mööduda ning esile kutsuda haigestumise.

Diagnoos. Furunkuloosi diagnoos pannakse kliinilise uurimise, lahanguleiu ja bakterioloogilise uurimise alusel. *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* kasvatatakse vereagaril või kasutatakse trüptoon-sojaagarit (TSA). Pärast kahepäevast inkubeerimist temperatuuril 20–25 °C on nähtavad väikesed, 0,5–2 mm diameetriga, ühtlase tekstuuriga, kumerad valkjad kolooniad. Vereagaril on kolooniate ümber peen beeta-hemolüüsi tsoon ja jälgitav pruun pigment. Bakteri identifitseerimiseks kasutatakse veel aglutinatsioonireaktsiooni (AG) ja polümeraasi ahelreaktsiooni (PCR). Paljud

laborid kasutavad selliseid diagnostikakomplekte nagu API 20E või API 20NE. API 20 on peamine *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* korrektse identifitseerimise kompleks.

Atüüpiliste *A. salmonicida*'de identifitseerimine on keerukam, sest biokeemilised ja füsioloogilised tunnused avalduvad neil *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* bakteriga võrreldes täiesti teistmoodi. Atüüpilised tüved võivad olla oksüdaasnegatiivsed, mittehemoüütilised ja mitte toota pruuni pigmenti ning nende inkubatsiooniaeg on märksa pikem.

Ravi ja ennetus. Furunkuloosi ja atüüpilise furunkuloosi raviks manustatakse antibiootikume suu kaudu. Et vältida antibiootikumiresistentsust, tuleb lisaks bakteriooloogilise uuringu tegemisele määrata alati ka bakterite tundlikkus antibiootikumide suhtes. Taanis on furunkuloosi ravis kasutusel sulfoonamiidid koos trimetoprimi või oksoliinhappega ning enamik furunkuloosi tekitavatest tüvedest on nende ravimite suhtes tundlikud. Paljudes maades on kasutusel teisi ühendeid, sealhulgas amoksüülin, flumegiin, fluorfenikool ja tetratsükliinid. Tihti on täheldatud ravimiresistentsust just viimasena nimetatute ja kinoloonide suhtes, kui neid kasutatakse koos teiste preparaatidega.

Resistentsuse kinoloonide suhtes kodeerivad peamiselt kromosoomides olevad (kromosomaalsed) resistentsusgeenid, resistentsuse tetratsükliini, sulfoonamiidide ja trimetoprimi suhtes kodeerivad plasmiidigeenid.

Furunkuloosist hoidumise abinõud on klassikalised: hügieen, esmaklassiline tootmiskultuuri järgimine ja vaksineerimine. Haigus esineb sagedamini ajal, mis on kaladele stressirohke: transport, sorteerimine, vee kvaliteedi halvenemine, hapniku-puudus ja veetemperatuuri järsk tõus. Seega tuleb haiguse ennetamiseks minimeerida stressi põhjustavad olukorrad kasvandustes, mida see haigus võib ohustada, ja eriti seal, kus haigus on varem esinenud. Vältida tuleb haiguskandjate sattumist kalakasvandusse ja nende kasvandusesisest edasikandumist vees. Selleks tuleb surnud ja haigustunnustega kalad viivitamatult kasvatusrajatistest kõrvaldada ning püügivahendid desinfitseerida. Mõnes riigis on furunkuloos kuulutatud ohtlikuks nakkushaiguseks ja selle tõrje erimeetmed on reguleeritud õigusaktidega.

Vaksineerimiseks kasutati varem kastutusmeetodit, hiljem soovitati vaktsiini manustada suu kaudu. Nende meetodite juures jäi siiski üles mõni lahendamatuks osutunud probleem. Kõige tõhusamaks vaksineerimisviisiks peetakse tänapäeval intraperitoneaalset (IP) süstimist. Antigeenina kasutatakse nõrgestatud *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* baktereid, adjuvandina õli. Õliemulsioonina vaktsiin resorbeerib pikemat aega ja immuunsus kestab sellevõrra kauem, 12 kuud. Humoraalse ja rakulise immuunsuse tagavad peamiselt A-kihi proteiinid ja LSP, mis töötavad samal ajal teiste antigeenidega. Kasutusel on kombivaktsiinid, mis sisaldavad peale furunkuloosi tekitaja *Vibrio anguillarum*'i (serotüübid O1 ja O2) ning vajaduse korral külma-veevibrioosi *Vibrio salmonicida*, harvem *Moritella viscosa* komponente. Kuna Islandi lõhekasvatajatel on probleeme atüüpilise furunkuloosi tekitajaga (*A. salmonicida* subsp. *achromogenes*), siis on sellest tüvest valmistatud vaktsiin seal laialt kasutusel. Kahjuks on õliadjuvandil ärritav toime süstekohale ja kõhuõõneorganitele ning arvatakse, et mõnel juhul põhjustab see ülitundlikkusreaktsiooni.

TEISED AEROMONOOSID

Liikuvad aeromoonased, sh *Aeromonas hydrophila* koos kümnete serotüüpidega, on väga levinud magedas vees, mis sisaldab palju orgaanilist ainet. Bakterid on isoleeritud kõikjal maailmas, sõltumata kliimavöötimest. Erinevalt varem kirjeldatud *A. salmonicida*’dest prolifereeruvad liikuvad aeromoonased vees, peremeesorganismi selleks otseselt vajamata. *Aeromonas hydrophila*, vahetevahel ka teised aeromoonaste liigid, nagu *A. caviae* või *A. sobia*, võivad teatavates oludes osutada paljudele kalaliikidele patogeenseks. Aeromoonased põhjustavad sageli vaevusi ka teistel veeloomadel.

Kliiniline pilt ja patogenees. *A. hydrophila* eri serotüübid kutsuvad esile terviseprobleeme paljudel kalaliikidel, nagu lõhilased, angerjad, karpkalad, tilaapiad ja sägad. Tüüpilisemad aeromonoosi tunnused on uimede punetus ja hüpereemia, haavandid, haavad ja hemorraagiad nahal, uimede baasil ja anaalava ümber. Nahahemorraagiad on levinud angerjatel ning teistel kalaliikidel. Karpkaladele on iseloomulik kõhuveisitõbi koos teiste eespool loetletud sümptomitega. Sagedasti on kalade (massilise) hukkumise põhjuseks septitseemia.

Haigust soodustav hoob on käitlemisest või keskkonnast tulenev stress. Eraldi on välja toodud pidev hapnikupuudus, suur orgaanilise aine sisaldus vees, kõrge veetemperatuur või temperatuuri järsk muutumine, ektoparasiitide või patogeensete seente esinemine. Eluskaladel toimub bakterite prolifereatsioon ja koloniseerumine kas seedetraktis või nahavigastuste piirkonnas. Need kohad on tõenäoliselt peamised bakterite sissetungi väratid. Oma elutegevuse käigus toodab *A. hydrophila* proteaase, hemolüsiini, GCTAd ja teisi virulentsuse aktiivseid komponente (foto 11).

Diagnoos. *A. hydrophila* kasvab tavalistel söötmetel, kuid *A. salmonicida* bakteritest palju kõrgemal temperatuuril, s.o kuni 37 °C. 48-tunnisel kasvatamisel vereagaril temperatuuril 20–25 °C moodustavad bakterid 3–5 mm läbimõõduga ümarad, sileda pinnaga, säravad, hallikasvalged kolooniad, mis on ümbritsetud hemolüütilise tsooniga. Diagnoos pannakse bakteri kasvu identifitseerimise alusel. Korrektseks identifitseerimiseks on kasutusel diagnostikakomplekt API20 NE.

Ravi. Raviks saab kasutada ainult neid antibiootikume, misonkindlakstehtud **antibiogrammi** ehk tundlikkustesti abil. *A. hydrophila* on resistentne ampitsilliini suhtes. Efekttiivseks peetakse sulfoonamiide koos trimetoprimi, tetratsükliini ja fluorfenikooliga. Haigusest hoidumise parim viis on järgida veepuhastuse tehnoloogilisi protsesse ning hoida kalakasvanduses üldist korda ja puhtust. Kommertsvaktsiinid puuduvad, seega tuleb aeromonoosidest hoidumiseks täita elementaarseid bioturvalisuse nõudeid.



Foto 11. Haav aeromonoosi korral

Vibrio anguillarum ja *Vibrio ordalii* põhjustavad haigust, mida tuntakse klassikalise vibriosisina. Kalade vibriosisi laiemas tähenduses tekitavad lisaks neile veel teised *Vibrio* liigid, kuid mere kalakasvandustes on kõige patogeensem bakter just *V. anguillarum*.

Klassikaline vibriosis (hiljem vibriosis) on levinud paras- ja subtroopilises vöötmes, nii riim- kui ka merevees. Vastuvõtlikud on nii looduses elavad kui ka kasvatatavad kalad. *V. anguillarum*'i põhjustatud haigestumist on registreeritud vähemalt 17 riigis Euroopas, Põhja-Ameerikas, Jaapanis, Austraalias, Taiwanil ja seda koos kasvatatavate kaladega 48 liigil. Arvatavasti on sellest haigusest ohustatud kõik merevees elavad kalad.

Vibrio ordalii, mis on *Vibrio anguillarum*'iga väga sarnane, põhjustab lihaste kahjustusi ja septitseemiadena kulgevaid haigestumisi Vaikses ookeanis kasvatatavatel lõhedel. Kolmas oluline vibriosisi põhjustav liik on *Vibrio salmonicida*, mis kutsub Atlandi lõhedel esile suure suremusega kulgevat nn Hitra haigust ehk külmavee-vibriosisi. Haigus esineb peamiselt Norra sumbakasvandustes.

Klassikalise vibriosisi kliiniline pilt ja patogenees. Vibriosisil on mitu esinemisvormi. Peamised on naha- ehk haavandiline vorm ja septitseemiavorm, mis võivad osaliselt kokku langeda furunkuloosi tunnustega (naha pindmised haavandid). Haigustunnuste ilmnemine sõltub kalade vanusest ja liigist. Näiteks on kõik lõhilased haigusele vastuvõtlikud ja neil esineb see üliägedalt, ägedalt, alaägedalt või krooniliselt. Ägedad haigusvormid esinevad peamiselt noorkaladel, kelle suremus on suur, ilma et oleks erilisi haigustunnuseid. Kadu võib küündida üle 50%. Alaägeda vormi korral on kliinilised tunnused selgemad.

Haigetel kaladel täheldatakse anoreksiat, naha tumenemist, hemorraagiaid uimede baasil, anaalava ümber, suus ja suu ümber ning eksoftalmiat. Kalad on letargilised, ujuvad ebakindlalt. Lahangul leitakse petehhiaid siseorganitel ja kõhukelmel, nekroosikoldeid lihastes ja põrnas. Soolestikus esineb ohtralt läbipaistvat või hemorraagilist vedelikku.

Krooniliselt esineb haigus peamiselt vanematel kaladel. Neil täheldatakse aneemiat ja normaalsest palju heledama värvusega lõpuseid. Nähud on põhjustanud bakteritelt pärit hemolüsiin ja melanomakrofaagides olev hemosideriin. Lihastes ja siseorganites leitakse massiliselt nekroosikoldeid ning haavandeid nahal.

Angerjatel esineb nahapõletikke ja mõnel juhul hemorraagiaid ning paiseid üle kogu kehapinna. Petehhiaid leitakse kõigilt siseorganitelt, põrn on tunduvalt suurenenud. Lihastes leidub nekroosikoldeid. *Vibrio* bakterite sissetungiväратid on täpselt välja selgitamata (foto 12).

Epidemioloogia. *V. anguillarum* moodustab olulise osa merekeskkonna *Vibrio*'de populatsioonist. Nende arvukus on kindlas sõltuvuses vee temperatuurist ning orgaanilise aine sisaldusest. Lõhilastele ja mõnele teisele merekalale on *V. anguillarum* osa loomulikust mikrofloorast. Baktereid on isoleeritud täiesti tervete kalade limast,

lõpustelt ja seedekulglast. Taanis on vibrioosipuhanguid täheldatud peamiselt suvel, s.o soojal ajal, ning mitte kunagi veetemperatuuril alla 14–16 °C. Kuna uuringud on näidanud, et keskkonnast isoleeritud bakterid ei ole kunagi virulentsed, siis viitab see võimalusele, et patogeensete *V. anguillarum*'i tüvede proliferatsioon toimub ainult soojas vees, kevadel ja suvel ning see on seotud planktoniga (näiteks keriloomad) ja sellest toituvate ja nakatuvate kalade noorjärkudega. Bakter on võimeline pikka aega (üle 50 kuu) püsima nakatumisvõimeline, kui vee soolsus on 0,5%.

Haigustekitajad kanduvad ühelt kalalt teisele otsese kontakti teel. Kasvandusse satuvad haigustekitajad nakatunud kalade importimisel ning inventari abil. Merevee, looduses vabalt elevate kalade, orgaanilise aine osakeste ja planktoni roll reservuaari ja/või siirutajana ootab täpsemat selgitamist.

Vibrioosi teke on kindlas sõltuvuses patogeeni tüve virulentsusest, organismi seisundist ja keskkonnast ning klassikalistest stressifaktoritest (suur asustustihedus, kõrge veetemperatuur, järsk temperatuuri ja soolsuse (osmoosse rõhu) muutus, madal hapnikutase, haigustekitajate suur kontsentratsioon, transport, ülesöötmine jne). Üks nakatunud kala võib eritada keskkonda nii palju haigustekitajaid, et haigestub kogu sumba populatsioon, s.o mitusada tonni kala. Mõni spetsiifiline vibrioosi bakteri tüvi võib populatsioonis püsida aga väga pikka aega sellele olulist kahju tekitamata.

Diagnoos. *V. anguillarum* kasvab hästi kõigil tavalistel söötmetel, nagu BA, TSA ja BHIA. Kolooniad on ümarad, natuke kumerad, pooleldi läbipaistvad, kreemika või valkja värvusega, siledad ja läikivad. Vanemad kolooniad võivad olla pruunikat värvi, kuiva ja kortsus pinnaga. Koloonia diameeter kasvatamisel 25 °C juures on 24 tunni järel 1 mm, 48 tunni järel 3–4 mm ja nädala pärast üle 5 mm. Bakter on gramnegatiivne, oksüdaas- ja katalaaspositiivne, sirge või veidi kõverdunud, ottest ümar, suurusega 0,5–0,7 × 1,0–2,0 µm, varustatud viburiga. Serotüüpiseerimine põhineb O-antigeenil (LPS), kasutades aglutinatsioonireaktsioone. Molekulaarne sõrmejälj saadakse ribosoomide tüüpiseerimise, plasmiidide profileerimise, plasmiidide restriksiooniensüümide analüüsil ja pulseeriva välja geelelektroforeesiga.



Foto 12. Punetus ja haavad vibrioosi korral angerjatel (Auburn University andmebaas)

Ravi ja ennetus. Vibrioosi ravitakse söödaga antavate bakteritsiidsete vahenditega. Kuna haigestunud kalad üldiselt enam sööta ei võta, siis on laialt kasutusel preventiivne ravimsööda andmine piirkondades, kus haigus on varem esinenud. Sellel eesmärgil on kogu maailmas kasutusel lai spekter antibiootikume ja sulfoonamiide. Neist on kõige tõhusamaks osutunud sulfoonamiidid, mille ravitoimet võimendatakse trimetoprimi, tetratsükliinide, kinoloonide (oksoliinhape, sarafloksatsiin, enrofloksatsiin, flumekiin), nitrofuraanide, klooramfenikooli ja fluorfenikooli, kolistiini, streptomüsiini või amoksüliiniga. Siinkohal on paslik juba varem öeldut meelde tuletada: ravimite kasutamine, sh vesiviljeluses, on kõigis riikides rangelt reguleeritud. Näiteks Taanis on kaladele manustamiseks registreeritud ja legaalsed vaid sulfoonamiidid koos trimetoprimi ja oksoliinhappega. Käesoleva raamatu kirjutamise ajal ei ole Eestis registreeritud ühtegi just kasvatatavatele kalaliikidele mõeldud ravimit.

Kõige tõhusamaks ja keskkonnasäästlikumaks vibriooside tõrje abinõuks on osutunud vaksineerimine. Selliseid kalaliike nagu lõhilased, meriahvenad, merikogred, tursad, kammeljad ja aiud, vaksineeritakse rutiinselt juba aastaid. Vibrioosi kommertsvaksiinid valmistatakse *V. anguillarum* O1 ja O2 või *V. anguillarum* O1 ja *V. ordalii* O2 serotüüpidest. Need on väga efektiivsed ja lihtsad, kuna sisaldavad ainult inaktiveeritud rakukultuure ja ekstratsellulaarseid ühendeid (ECP/LPS ja välismembraani proteiinid ehk OMP) koos adjuvandiga. Tugeva immuunsuse teke sõltub vaksineerimisajast ja -järgsest veetemperatuurist. Näiteks saabub täielik immuunsus 14–21 ööpäeva jooksul, kui veetemperatuur on 10 °C, aga 5 °C juures kulub selleks ligi 40 ööpäeva. Vaksineerimisel kasutatakse nii intraperitoneaalset süstimist kui ka kastutusmeetodit, kuna mõlemal juhul saavutatakse tugev ja piisavalt püsiv immuunvastus. Tihti kasutatakse kombineeritud vaktsiine, mis annavad immuunkaitse furunkuloosi ja Norras levinud külmavee vibrioosi vastu. Vaksineerimise kõrvalnähtuna võib avalduda adjuvandi ärritav toime. Vaksineerimise tulemuslikkus sõltub töödeldavate kalade suurusest. Lõhilaste puhul on miinimumkehakaal 1 g, mille puhul püsib immuunsus ligikaudu 3 kuud. 4 g kaaluvatel kaladel säilib immuunsus juba üle aasta.

Jersinioos

PUNASUUHAIGUS

Punasuuhaigus (ERM, ingl *enteric redmouth disease*) on peamiselt magedas vees kasvatatavate vikerforellide ägedalt või krooniliselt kulgev bakterioos. Haiguse tekitaja *Yersinia ruckeri* isoleeriti esimest korda USAs 1950ndatel ja Euroopas 1980ndatel. *Y. ruckeri* on majanduslikult oluline patogeen, mille tõrjumisega viivitamine võib kaasa tuua ulatusliku kahju kalade suure hukkumise tõttu. Väidetavalt on see haigus kõigis Taani magedaveelistes forellikasvandustes. Viiteid sellele annab asjaolu, et bakterit on isoleeritud nii tervete sugukalade kui ka eri vanuses noorjarkude nahalt, lõpustelt ja siseorganitest. Looduses elavad kalad on arvatavalt asümptomaatilised bakterite kandjad. Haigus puhkeb krooniliselt haigete kalade karjas klassikaliste stressitegurite, nagu vee halva kvaliteedi, suure asustustiheduse, halbade kasvutingimuste ja transpordi negatiivse mõju tagajärjel.



Foto 13. Suu hüperemia punasuu haiguse korral (H. J. Schlottfeldti järgi)



Foto 14. Täppverevalumid ujupõiel punasuu haiguse korral

Yersinia ruckeri on väike kokitaoline, veidi pikergune, viburitega, liikuv batsill, mille suurus on $1 \times 2-3 \mu\text{m}$. Viimasel ajal on haiguskollektist võetud proovidest isoleeritud liikumatuid tüvesid. Haiguspuhangud leiavad sagedamini aset veetemperatuuril $15-18^\circ\text{C}$. Bakteri leide on kirjeldatud angerjatel, ahvenatel, siigadel, harjustel, võldastel ja lõhilastel. Eri serotüüpe identifitseeritakse antigeeni O esinemise põhjal, millest levinum on O1. See on ka kommertsvaktsiini komponentide hulgas.

Kliinilised tunnused. Täheldatakse muutusi kalade käitumises. Kalad ujuvad aeglaselt vee ülakihis ja loobuvad söödast, leitakse surnud kalu (foto 13).

Äge vorm: suurem suremus kui teiste levinumate bakteriaalsete septitseemiatega kulgevate haiguste korral. Kalad on letargilised, isutud. Lahangul leitakse punetust suu ümber ja suus, uimede baasil, täppverevalumeid lihastes, rasvikul ja soolestiku distaalses osas ning põrna suurenemist. Võib esineda haavandeid (foto 14).

Krooniline vorm: suremus on väike, kalad on letargilised, iseloomulik on nahavärvuse tumenemine, märgatav on kalade kõhnumine, eksoftalmia ja hemorraagiatega esinemine.

Diagnoos. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste ja bakterioloogilise uuringu alusel. *Yersinia ruckeri* kasvab agarsöötmel, moodustades spetsiifiliselt lõhnavaid kolooniaid. Inkubatsioon $20-25^\circ\text{C}$ juures kestab 48 tundi. Koeprov võetakse neerudest. Diferentsiaaldiagnostiliselt tuleb välistada bakteriaalseid või viiruslikke septitseemiasid (VHS) põhjustavad haigestumised.

Ravi ja profülaktika. Kommertsvaktsiin põhineb formaliinis surmatud serotüübi O1 bakterirakkude kasutamisel. Vaktsineerimisel kasutatakse nii süstimist, kastutust kui ka suukaudset manustamist. Bakteritsiidsetest vahenditest on tarvilusel oksoliinhape ja trimetoprim/sulfadiazin (söödasegudes).

Bakter *Flavobacterium psychrophilum* isoleeriti Taanis 1985. aastal vikerforelli maimudelt, kellel esines massiliselt haavandeid ja silmade hemorraagiaid. Suurematel kaladel põhjustab see bakter bakteriaalset külmaveehaigust (BCWD, ingl *bacterial cold water disease*). Kui bakteri põhjustatud töbi esineb noorkaladel, nimetatakse seda kokkuleppeliselt vikerforelli vastsete sündroomiks (RTFS, ingl *rainbow trout fry syndrome*). Sellise lahterdamise põhjuseks on asjaolu, et *F. psychrophilum* põhjustab suurt suremust just noorjarkude hulgas. Haigus esineb lõhilastest vikerforellil ja kisutšil, kuid mitte kunagi Atlandi lõhel (foto 15).

Arvatakse, et käsitletav bakter esineb peaaegu kõigis parasvöötme forellimajandites. Bakterit on isoleeritud nii sugukalade kui ka noorjarkude nahalt ja lõpustelt ning siseorganitest ja ajust, ilma et kaladel esineks haigussümptomeid. Seega jääb alati oht, et haigus puhkeb stressi mõjul. Haiguse riskifaktoriks peetakse vee halba kvaliteeti, suurt asustustihedust, intensiivset söötmist ja teisi, kaasnevaid maimude haigusi. Bakter on isoleeritud värskest lüpstud marjaterade pinnalt.

F. psychrophilum on gramnegatiivne aeglase kasvuga bakter, mis kasvab spetsiifilisel söötmel TYES ja moodustab kollaseid kolooniaid. Bakter on proteolüütiline, ei lagunda süsivesikuid ega kasva üle 1% soolasusega vees, mistõttu ei tekita see merekalade kasvatuses probleeme. Haiguspuhangud on sagedasemad madalal temperatuuril (alla 15 °C).

Kliinilised tunnused. *Vastsed:* septitseemia ja aneemia põhjustatud suur, üle 90%line suremus. Kalad on letargilised, isutud, nähtav on lõpuste aneemilisus, astsiit, suurenenud põrn, rabe põletikuline soolestik. Ellujäänutel võib vanemas eas esineda haiguse läbipõdemise tüsistusena lülisambadeformatsioone. Haigus tabandab vastseid paar nädalat pärast sööma tõusmist ja kulgeb suure suremusega eeskätt üle 2 g

Foto 15. Külmavee haigus vikerforelli vastsetel (H. D. Rodgeri järgi)



kaaluvate noorjarkude rühmas. *Maimud ja suured kalad*: suremus on üldiselt väike (2–10%). Haavad kalade kehapinnal, hemorraagiad, punnsilmsus, maksa värvus kollane, neerude kranaalne osa taandarenenud.

Diagnoos. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste, lahanguleiu ja *F. psychrophilum*'i isoleerimise alusel. Bakteri identifitseerimiseks kasutatakse mikrobioloogilisi (biokeemilised ja morfoloogilised tunnused), seroloogilisi ja molekulaarseid meetodeid (PCR).

Ravi ja ennetus. Antibakteriaalsetest vahenditest soovitatakse ravimsöötades kasutada fluorfenikooli (esineb resistentsust oksoliinhappe ja trimetoprimi/sulfadiasiini suhtes). Et tõkestada haiguse ülekandumist, võib kasutada keedusoola üle 1% kontsentratsiooni, sest *F. psychrophilum* on selle suhtes tundlik.

Kuigi mõni paljundusfirma töötleb forellimarja kohe pärast marja võtmist (võimalusel tellida nn RTFS-free fry), on soovitatav kasvandusse saabunud marja kohe jodofooriga töödelda, eriti neis majandeis, kus haudemajas on vee korduvkasutuse süsteem. Tähtis on pidada kinni hügieeninõuetest, vältida üleasustust ja hoida vee optimaalset kvaliteeti. Vikerforelli vastsete sündroomi vastast kommertsvaktsiini ei ole.

KOLUMNARIOOS ehk SADULHAIGUS

Flavobacterium columnare (varem *Bacillus columnare*, *Flexibacter columnaris*, *Cytophaga columnaris*) põhjustab mageveekaladel kolumnarioosi (varem fleksibakterioos, fleksi). Haigus esineb mitmel mageveekala liigil, näiteks lõhilastel, kuldkaladel, karpkaladel, sägadel, tilapiatel ja angerjatel. Haigus on levinud eeskätt soojemas kliimas, kuid selle puhanguid tuleb ette ka Eesti forellikasvandustes suve algul ja keskel koorutatud noorkaladel.

Kliinilised tunnused ja patogenees. Kolumnarioosi korral koloniseerub *Flavobacterium columnare* kalade kehapinnal, uimedel ja/või lõpustel, kus moodustab kollakaid või pruunikaid kahjustunud alasid. Tihti ulatuvad kahjustused naha sisemistesse kihtidesse ja isegi lihastesse. Sellele haigusele on iseloomulik pigmenteerunud ala, nn sadula teke kalade seljale mis võib nekrotiseeruda. Lõpuste kahjustusena tekib hüperplaasia ja põletik (foto 16).

Haigustekitaja on levinud soojemas kliimas, kus see bakter on vees üsna tavaline. Haiguse puhkemise soodustajaks peetakse stressitegureid, nagu madal hapnikutase, ammoniakaagi nõrk kontsentratsioon, kõrge veetemperatuur või tihe asustus. Haigus kahjustab kehapinda ning tekkinud naha-, lõpuse- ja suuõnevigastused on heaks sekundaarse mikrofloora sissepääsu väratiks.

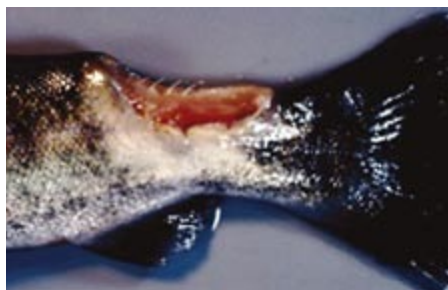


Foto 16. Nekrotiseerunud piirkond sabal sadulhaiguse korral (Auburn University andmebaas)

Epidemioloogia. Kolumnarioosipuhangud esinevad üle 14 °C temperatuuril, kuid seda ei saa pidada reegliks. *F. columnare* püsib keskkonnas pikka aega ja selle siirutajaks peetakse peamiselt terveid, kuid nakkuskandjaid kalu. Mõne soojaveelise liigi kadu võib selle haiguse korral olla 10–90%.

Diagnoos. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste, patoloogilise leiu ja tekitaja isoleerimise alusel. *Flavobacterium columnare* ei kasva traditsioonilistel söötmetel, vaid tsütofaga-agaril (ingl *Cytophaga agar*), kasutades TYESi. Kolooniad on üldiselt lame-dad, kollakalt pigmenteerunud ja risoidsed. Bakterid tekitavad kahjustunud alal sambataolisi moodustisi (ld *columna*, ingl *column*), millest tulebki haiguse nimetus. Väljakasvuks sobiv temperatuurivahemik on 4–37 °C, kuid optimaalseks peetakse 25 °C.

Bakter on piklik, gramnegatiivne, vardataoline, mõõtmetega 0,3–0,7 × 3–10 µm. Bakter on küll liikumatu, kuid võib söötmel kohta vahetada, libisedes selle pinnal edasi või kooldudes. Bakterid on katalaas- ja oksüdaaspositiivsed.

Ravi. Bakteri eripära tõttu mõjuvad selle tõrjumisel efektiivselt vannitus- ja kastusmeetodid. Peamiselt soovitakse kasutada keedusoola või muid levinud pindaktiivseid ja desinfitseerivaid aineid, nagu kaaliumpermanganaat, vesinikperoksiid, ammoniaak ja vasksulfaat. Kolumnarioosi tõrjeks mõeldud ravimsöödasegusse lisatakse tetratsükliini, oksoliinhapet või tugevdatud sulfoonamiide. Haiguse ennetamiseks on oluline järgida hügieeninõudeid, hoida õigeid veeparameetreid ning vältida stressi. Kommertsvaktsiin puudub.

BAKTERIAALNE LÖPUSEHAIGUS

Flavobacterium branchiophilum põhjustab lõhilaste noorjärgudel lõpuste kahjustustega kulgevat bakteriaalset lõpusehaigust. Esimest korda kirjeldati haigust Jaapanis, kuid tänapäeval on see haigus tuntud üle maailma.

Kliinilised tunnused ja patogenees. Esimesed haigusele viitavad tunnused on hapnikupuuduse nähud: kalad ujuvad veepinna lähedal, ahmivad õhku, hoiduvad sissevoolupiirkonda, lõpusekaante liikumine on kiire, ujumine aeglane ja sihitu. Lahangul leitakse tursunud lõpuseid, tihti ei sulgu lõpusekaas täielikult. Kahjustunud lõpusekude on kaetud bakterikolooniate tekitatud valkjashallide täppidega, võib täheldada tugevat limaeritust. Pea ja keha üleminekuala võib olla tursunud. Histopatoloogilistes koeproovides on näha turset, epiteeli taandarengut ja kärbumist. Hüperplaasia tekib haiguse alaaegedas või kroonilises faasis. Haiguse teket soodustab pidev stress ja vee halb kvaliteet.

Epidemioloogia. Epidemioloogiat on vähe uuritud, kuid oletatakse, et haiguse teke on sarnane teiste flavobakterioosidega. Peamisteks siirutajateks peetakse kalu.

Diagnoos. Üks osa andmetest saadakse kalu nende loomulikus keskkonnas, otse rajatiste ääres jälgides. Lõpusehaiguse korral võib märgata, et kalad ujuvad ebanormaalselt, lõpusekaaned ei sulgu normaalselt, nende piludest paistavad hüperplasti-

lised ja nekrootilised lõpused. *Flavobacterium branchiophilum*'it kasvatatakse sarnaselt teiste *Flavobacterium*'i liikidega tsütofaga-agaril. Proovid võetakse tabandunud lõpustelt. Kolooniad on siledad, 0,5–1 mm diameetriga, läbipaistvad, muutudes 5-päevasel kasvatamisel temperatuuril 18 °C kollakaks. Bakterirakud on katalaas- ja oksüdaaspositiivsed, gramnegatiivsed, liikumatud pikad kepikesed suurusega 0,5 × 5–8 µm.

Ravi ja profülaktika. Kahjustuste eripära arvestades on mõjusad tõrjemeetmed sarnased kolumnarioosi omadega, s.o peamiselt vannitamine. Ravi tuleb alustada kohe pärast bakteri identifitseerimist. Kui haigus esineb kalakasvanduses sagedasti, siis tuleb ravi alustada esimeste sümptomite ilmnemisel. Desinfitseerimisvahendid, näiteks ammoniumhüdrosiid, keedusool või kaaliumpermanganaat, on peamised vees sisalduvate bakterite hulga vähendamise vahendid. Et haigust vältida, tuleb järgida hügieeninõudeid ja hoida kalu stressist. Kommertsvaktsiin puudub.

Pseudomonoosid

PSEUDOMONOOSID

Nakatumist *Pseudomonas fluorescens*'i põhjustatud haigusesse on kirjeldatud mitme kalaliigi puhul. Erinevalt teisest pseudomonoosi tekitajast *P. anguilliseptica*'st on *P. fluorescens* patogeenne mageveekaladele, näiteks karpkaladele, kuldkaladele, linaskile ja vikerforellile. Bakter on tingimisi patogeenne ega põhjusta suure suremusega taudi. Ometi võivad selle tekitatud uimede nekrootiline lagunemine ja nahakahjustused olla septitseemia tekke ja nakatunud kala hukkumise põhjus. Bakter on levinud kõigis veekeskkondades ning püsib nakatumisvõimeline pikka aega.

Kliinilised tunnused. Haigus kujuneb välja stressis kaladel. Peamine haigustunnus on uimede punetus ja uimekiirte vahelise pehme koe erosioon, samuti naha hemorraagiad või üldine naha hüpereemilisus. Kui haigus süveneb ja tekib septitseemia, täheldatakse lahangul astsiiti, peritoniiti ja täppverevalumeid siseorganitel. Varem on *Pseudomonas fluorescens*'i isoleeritud lõhilastelt, kellel see põhjustas alla 10 °C veetemperatuuril lõpusehaigust. Patogenees ei ole selge, kuid teadaolevalt pääseb bakter organismi nahavigastuste kaudu.

Diagnoos ja ravi. Diagnoos pannakse väliste haigustunnuste ja mikrobioloogilise uurimise alusel. *P. fluorescens* kasvab hästi kõigil söötmetel ja seda on lihtne identifitseerida. Pärast kaheööpäevast inkubeerimist 20 °C juures moodustuvad väikesed, 2 mm diameetriga ümarad, kumerad, terava servaga hallikasvalged kolooniad. Bakter on gramnegatiivne, katalaas- ja oksüdaaspositiivne, ei moodusta eoseid. Korrektseks identifitseerimiseks kasutatakse diagnostikakomplekti API 20NE. Enne bakteritsiidse ravi alustamist tuleks kindlalt välja selgitada preparaaditundlikkus. Vee korduvkasutusega süsteemis on probleemid *P. fluorescens*'i bakteritega seotud peaaesjalikult halva sanitatsiooniga.

Renibacterium salmoninarum on grampositiivne bakter, mis ohustab nii kasvatatavate kui ka looduslike lõhilaste tervist, põhjustades bakteriaalset neeruhaigust (BNH, ingl *bacterial kidney disease*, lühend BKD), mis on tuntud ka kui renibakterioos või Dee haigus. BNHd on diagnoositud kõigis Euroopa maades, samuti USAs, Jaapanis ja Tšiilis.

Haigustunnused. Haigus süveneb järk-järgult, ilma et esineks selgelt eristuvaid haigustunnuseid. Seetõttu juhtub, et enne kalade massilist haigestumist on kasvandus olnud pikka aega tabandunud. Enamik haigusjuhtusid tekib sügisel või talvel, kuid mitte alla 8 °C veetemperatuuri korral. Kliinilised tunnused on mittespetsiifilised: eksoftalmia, nahavigastused, haavandid ja suremine. Haigusele iseloomulikud patoloogilised muutused on siseorganite nekroos või neis esinevad granuloomid. Nekroosi teke on täheldatav ja domineeriv haiguse ägeda kulu korral. Haiguse kroonilisele kulule on iseloomulik granulosoosne vorm. Granulomatoossed muutused on täheldatavad kõigis siseorganites, eriti neerudes. Selle haiguse korral on neerud ebanormaalselt paisunud (foto 17).

Patogenees. Usutakse, et *Renibacterium salmoninarum* on seotud ainult kaladega ja keskkonnas neil muid siirutajaid ei esine. Bakter elab lühikest aega väljaspool organismi. Bakteri sissepääsuväradid ja -mehhanismid on lõpuni välja selgitamata. Viimaste uurimuste põhjal arvatakse, et bakter elab tervete kalade seedetraktis ja kui kalu mõjutavad subkliinilised infektsioonid, nälgimine, soolekahjustused vm, võib see tungida läbi kahjustatud soole seina siseorganitesse. Bakteri peamine lokalisatsioonikoht on neerud. *R. salmoninarum*'il on võime ellu jääda makrofaagides. Ägeda haigusjuhtumi korral paljuneb bakter siseorganites, tekitades neis nekroosi. Kroonilise haiguse korral sekkub organismi immuunsüsteem sellega, et immuunrakud ümbritsevad baktereid ja taandunud kudedes tekivad granuloomid. Makrofaagid on bakteritele kaitsvaks reservuaariks.

Foto 17. Suurenenud neerud bakteriaalse neeruhaiguse korral (Auburn University andmebaas)



Epidemioloogia. BNH võib levida nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt ning nakatunud populatsiooni kalad võivad seda põdeda juba hulk aega enne selgete haigustunnuste väljakujunemist. Haigustekitaja viiakse ühest kasvandusest teise krooniliselt haigete või haiguskandjast kaladega ning antakse nakatunud sugukaladelt edasi järgmisele põlvkonnale.

Diagnoos. *R. salmoninarum*'i puhul on tegemist grampositiivse, katalaaspositiivse ja oksüdaasnegatiivse bakteriga. Konventsionaalset biokeemilist testi ei saa kasutada. Selle haiguse diagnoosimisel tuleks diferentsiaaldiagnostiliselt välistada proliferatiivne neeruhaigus (PKD), mida aitab kinnitada Ziehl-Nielsen'i test.

Kuna bakteriaalse neeruhaiguse esinemisest peab mõnes piirkonnas teatama, siis on kõik selle haiguse diagnoosimiseks ja *R. salmoninarum*'i identifitseerimiseks kasutatavad protokollid kättesaadavad Maailma Loomatervise Organisatsiooni (pr *Office International des Epizooties*, OIE) veebilehelt.

Ravi. Kuna seda haigust peetakse üle keskmise ohtlikuks, siis on mõnes riigis BNH tõrje ja eluskala transport väga rangelt reguleeritud. Kahjuks on BNH ravi väga keeruline planeerida, sest bakter võib laboris olla mõne preparaadi suhtes *in vitro* tundlik, kuid ometi puudub sellel ravimil kliiniline efekt või on see küsitav. Selle põhjuseks on juba varem kirjeldatud bakterite intertsellulaarne positsioon (paiknemine makrofaagides). Seetõttu võtab suurte doosidega medikamentöösne ravi aega väga kaua ega pruugi olla majanduslikult põhjendatud. Lisaks võib tekkida ravimiresistentsus peale renibakteri ka farmaatsiatest, nn olmebakteritel. Põhjendatuks peetakse sugukalade ravimist, kasutades erütromütsiini ja teisi antibiootikume just haigustekitajate vertikaalse leviku ohjeldamiseks.

Vaktsiinid on väljatöötamise faasis ja pole seni eriti mõjusaks osutunud. Katsetatud on mittepatoogeense *Arthrobacter davidanieli* bakteriga, millel on sarnane antigeen nagu *R. salmoninarum*'il. Haigust aitavad ära hoida näiteks laitmatu hügieen ja sanitaatsioon, marja desinfitseerimine, marja ost ainult haigusvabadest kasvandustest ning haigusahtlusega ja surnud kalade väljapüüdmine.

Mükobakterioosid

KALADE TUBERKULOOS

Kalade tuberkuloosid ehk mükobakterioosid on kroonilised, aeglaselt süvenevad ja granuloomide tekkega kulgevad haigused. Haigestumist esilekutsuvatest mükobakteritest on tuntumad *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum* ja *M. chelonae*. Mükobakterioos on diagnoositud mitmel mere- ja mageveekala liigil. Haigusele on vastuvõtlikud kammeljas, lõhilased, tilapia, paltus ja tursk. Meie oludes on oluline mainida kalade tuberkuloosi seetõttu, et bakterite kandjad on levinumad troopilistest maadest ostetud dekoratiivkalad. Nakkuse võivad saada Aasiast kalu importivate lemmikloomapoodide töötajad (zoonootiline risk). Inimestel avaldub haigus sõlmekeste ja põletikuliste alade tekkega sõrmede vahele.

Kliinilised tunnused. Kalade mükobakterioos on aeglaselt progresseeruv, nähtavate haigustunnusteta kulgev haigus. Tavalisemad kliinilised tunnused, nagu eksoftalmia, nahakahjustused, naha pigmentatsioon ja kõhnumine, ilmnevad kaladel pikka aega pärast nakatumist. Kaugelearenenud haiguse korral leitakse kalade kõigist siseorganitest hallikasvalgeid noduleid (tuberkuleid) või granulome. Haigustekitajad satuvad kaladesse saastunud vee või söödaga.

Diagnoos. Diagnoos pannakse lahangul granuloosete muutuste leiu ja mikrobioloogilise uurimise alusel. Mükobakterid on grampositiivsed, liikumatud lühikesed kepikesed. Kahjustunud koest võetud biopsiad värvustatakse Ziehl-Nielsen järgi ja bakterid kasvatatakse Löwensteini-Jenseni agaril. PCRi kasutatakse diagnoosi panekul, sekveneeritakse 16S rRNA.

Ravi. Kuna haigus allub isegi suurtele antibiootikumikogustele väga halvasti, siis üldjuhul kalu majanduslikel ja keskkonnakaitselistel kaalutlustel ei ravita. Küll on see mõeldav ja vajalik väikeste partiide dekoratiivkalade puhul. Profülaktikameetmed ja hügieen aitavad haigust ära hoida.

Arvatavasti bakterite põhjustatud haigused

VIKERFORELLIDE GASTROENTERIIDI SÜNDROOM

Vikerforellide gastroenteriit on magedas vees kasvatatavatel kaladel esinev sündroom (RTGE, ingl *rainbow trout gastroenteritis*), mida esineb paljudes Euroopa riikides. Haigus põhjustab tuntavat majanduslikku kahju, sest raskematel juhtudel ulatub kalade suremus 1%ni ööpäevas. Gastroenteriiti on viimastel aastatel kirjeldatud Prantsusmaal, Inglismaal, Hispaanias, Itaalias, Horvaatias ja viimati Iirimaal. Sellele haigusele viitavate sümptomitega juhtumeid on lahanguleiu alusel kirjeldatud ka Eestis.

Kliinilised tunnused ja patogenees. Iseloomulikud tunnused on letargia, värvusemuutustega, tursunud keha (kala on küürus), soolte ummistumine ja sooleseina paksenemine, kollane katarraalne sisus soolevalendikus. Kalade suremine võib kesta mitu nädalat ja tihti seostatakse seda suvise veetemperatuuri järsu alanemisega.

Soolesisustest leitakse niitjaid fragmenteerunud baktereid (SFB). Sündroomi etioloogia ja selle seos kirjeldatud bakteritega on ebaselge, sest neid baktereid leidub ka täiesti tervete kalade soolestikus. Lisaks ei ole neid baktereid õnnestunud kasvatada *in vitro*. Haigusele on vastuvõtlikud vikerforellid, kuid teada on juhtumeid, kus sama sündroom esines magedas vees elanud lõhedel. Kasvatatavaid vikerforelle peetakse nakkuse reservuaariks.

Ravi ja ennetus. Ravina toimib sööda vahetamine, samuti võib söödale lisada soola ja laia toimespektriga antibiootikume. Vaktsiine ei tunta. Oluline on järgida bioturvalisuse reegleid.

VIKERFORELLIDE PUNALAIKSUUSE SÜNDROOM ehk KÜLMA VEE „MAASIKAHAIGUS”

Punalaiksuse sündroom (RMS, ingl *red mark syndrome*) on vikerforellide nakkuslik, ulatuslike hüpereemiatega kulgev dermatiit, mis ei põhjusta massilist suremust. Haigus esineb peamiselt Prantsusmaal ja Inglismaal (ei esine Iirimaa), kuid sellel on teatav majanduslik mõju kõigile Euroopa vikerforellikasvandustele. Punalaiksuse sündroomi on USAs kirjeldatud alates läinud sajandi kuuekümnendatest aastatest.

Kliinilised tunnused ja patogenees. Kehapinnal paiknevad hemorraagilised laigud tekivad ootamatult ja kaovad nädala kuni kuu jooksul ilma ravita. Suremus ja spetsiifilised siseorganite muutused puuduvad. Nahk on põletikuline, soomused lagunevad ja irduvad. Paljud autorid on kirjeldanud kaasnevaid *Flavobacterium psychrophilum*'i või riketsiate (USA, Šotimaa) või adenoviiruste tekitatud kahjustusi (kaks juhtu Prantsusmaal). Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste alusel ja histopatoloogia meetodeid kasutades (foto 18).

Epidemioloogia. Nakkusallikaks peetakse kasvatatavaid haigeid vikerforelle. Sündroomi on kirjeldatud meriforellidel magedas ja vikerforellidel soolases vees.

Ravi ja ennetus. Kuigi kahjustused paranevad lõpuks ilma medikamentoosse ravita, antakse kaladele laia toimespektriga antibiootikume, et vähendada majanduslikku kahju, mis võib tekkida kalade kasvus mahajäämise tõttu. See tagab üldjuhul sümptomite kadumise ja kiire paranemise. Haiguse ennetamiseks tuleb vältida haigustunnustega kalade toomist kasvandusse.



Foto 18. Verevalumid lõhe küljel maasikahaiguse korra (H. D. Rodgeri järgi)

Viirushaigused

Kalakasvatustes on patogeensed viirused väga tähtsad ja ohtlikud seetõttu, et nad põhjustavad haigestumisi peamiselt noorjarkude hulgas ning haiguse läbipõdenud kaladest saavad kliiniliste sümptomiteta haiguskandjad. Üks selline kala võib pikas perspektiivis nakatada kõik kasvanduse vastuvõtlikud vanuserühmad. Kalade viirushaigused on peaaesjalikult levinud tiheda asustusega kalakasvandustes ning paljud viroosid on looduslikes veekogudes üldse tundmatud. Viirushaigused levivad füüsilise kontakti teel või suu kaudu. Mõne haiguse puhul peetakse siirutajaks verdimevaid selgrootuid ja kalatoidulisi kahjureid. Kalade viirused on patogeensusest väga erinevad. Mõne viiruseliigi põhjustatud epideemiatele on iseloomulikud ägedad puhangud, eriti pärast haigustekitaja sissetoomist immuunsuseta karja. Sellele on omane massiline (kuni 100%) kalade haigestumine ja suur suremus. On selliseid kalade viirusi, mis põhjustavad üldjuhul vaid kroonilisi haigestumisi, mille korral suremus peaaegu puudub. Sellesse rühma kuuluvad peamiselt kasvaja tekitavad viirused.

Viirushaigustel medikamentooset ravi ei ole ning tõhusate, kalavirooside ennetamiseks mõeldud litsenseeritud vaktsiinide hulk on piiratud. Kemoprofülaktilised vahendid aitavad maha suruda vaid sekundaarset bakteriaalset mikrofloorat, mis ulatusliku paljunemise korral võiksid kaasa tuua tüsistusi. Kalade viirushaiguste ennetamine ja tõrje on tihti keeruline ning hõlmab peamiselt üldprofülaktika meetmeid, nagu karantiin, tabandunud kalade utiliseerimine, tiikide tühjaksjätmine ja kuivatamine, inventari desinfektsioon, haigusvabade noorkalade hankimine ja kasvatamine. Haiguse ennetamiseks tuleb kasvatamise eri etappidel rangelt järgida bioturvalisuse nõudeid. Kõige paljutootavamateks profülaktikameetoditeks on osutunud marja kunstlik hautamine ja vastsete saamine haudeaparaadis (võldib kontakti sugukalade ja järglaste vahel) ning marja hautamiseelne või -aegne profülaktiline töötlemine.

Kasvatatavate kalade tervist kahjustavad viirushaigused sõltuvad veetemperatuurist ja seetõttu esinevad need traditsioonilistes kasvandustes vaid mõnel aastaajal. Virooside diagnoos tugineb kliinilistele tunnustele ja viiruse identifitseerimisele kas otse tabandunud kudedest või hiljem rakukultuurist. Viiruste kasvatamine eri temperatuuridel ja söötmetel annab tähtsat diagnostilist teavet. Koeproovid võetakse peamiselt põrnast, neerupealisest, südamest, gonaadidest ja ajust ning transporditakse jahutatult ja aseptiliselt laborisse. Seal homogeniseeritakse koeproovid (virionide kättesaamiseks), töödeldakse antibakteriaalsete preparaatidega ja nakatatakse koeproovidest valmistatud suspensiooniga spetsiifilisi rakukultuure. Rakukultuure mikroskopeeritakse teatava aja järel tsütopaatilise efekti (CPE, ingl *cytopathic effect*) tuvastamiseks. Isoleeritud viirus identifitseeritakse (ID) ELISA, IFATi, (RT-)PCRI, neutralisatsioonitesti, immunohistokeemia ja/või elektronmikroskoopia meetodil. Mõni viirus identifitseeritakse otse kala kudedest.

Rabdoviirused on looduses laialt levinud. Mõni neist nakatab lüliljalgseid, mõni taimi. Paljud neist viirustest on võimelised nakatama nii putukaid kui ka selgroogseid. Oletatakse, et rabdoviirused on arenenud evolutsiooni käigus putukaviirustest. Kaladel haigestumisi põhjustavate rabdoviiruste rühm jaguneb *Novirhabdovirus*'e ja *Vesiculovirus*'e perekonnaks. Viimaste hulka kuuluvad sellised haigustekitajad nagu karpkalade kevadvireemiat põhjustav SVC-viirus (*Rhabdovirus carpio*, **RC**), haugivastsete rabdoviroosi tekitaja PFR-viirus (**PFRV**) ja ahvenlaste rabdoviroosi põhjustav PR-viirus (**PRV**). *Novirhabdovirus*'e perekonda kuuluvad ka sellised ohtlikke kalataude põhjustavad viirused nagu hemorraagilise septicemia viirus (**VHSV**) ja nakuslikku vereloomeorganite nekroosi põhjustav viirus (**IHNV**).

Rabdoviiruste tekitatud haigused on enamasti letaalse lõpuga ning neid iseloomustavad hemorraagiad ja astsiit. Rabdoviirused nakatavad eelkõige endoteeli rakke ja vereloomeorganeid ning nad väljutatakse organismist uriini ja väljaheidete ning seksuaalvedelike ja limaga. Kõrgeim on viiruste tiiter neerupealise, põrna ja südameelihase kudedes. Rabdoviiruste levik on horisontaalne. Vertikaalse leviku (seemne- ja ovariaalvedeliku abil) takistamiseks on efektiivne marja hautamiseelne/-aegne desinfitseerimine.

VIIRUSLIK HEMORRAAGILINE SEPTITSEEMIA

Viiruslik hemorraagiline septicemia (VHS, ingl *viral hemorrhagic septicemia*) on nakushaigus, mida põhjustab nn külma vee rabdoviirus (VHSV), mis on kalade tervise mõjutajana suure majandusliku tähtsusega kogu Euroopa vikerforellikasvatuses. VHSV on RNA-viirus, mis kuulub perekond *Rhabdoviridae* sugukonda *Novirhabdovirus*. Viirusel teatakse tänapäeval nelja peamist genotüüpi (klassid I–IV), mis on

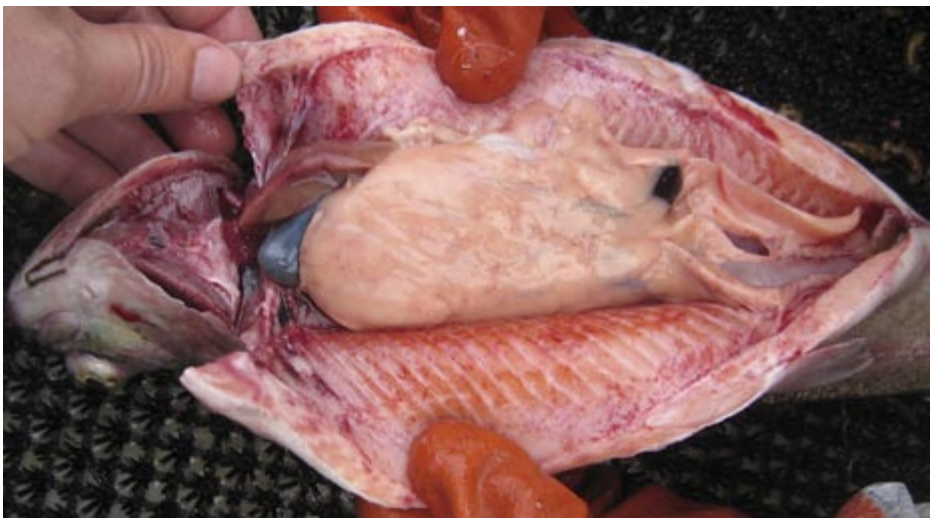


Foto 19. Täppverevalumid viirusliku hemorraagilise septicemia korral

seotud rohkem geograafilise päritolu ja seejärel seal ohustatud kalaliikidega. Eestis on VHSi vikerforellidel diagnoositud kolmel korral, aastatel 1982, 2002 ja 2011 (J. Kasesalu).

Kliiniline pilt. Tüüpilised haiguspuhangud tekivad vikerforellidel tavaliselt alla 14 °C veetemperatuuri korral. Seetõttu esineb haiguspuhanguid varakevadel või sügisel ning rohkem ajal, kui veetemperatuur järsult kõigub. Kui veetemperatuur jääb alla 9–10 °C, siis haigus vaibub, üle 15 °C muutub latentseks ja raskesti diagnoositavaks. Haiguse kulg võib varieeruda ägedast krooniliseni. Inkubatsiooniperiood sõltub otseselt veetemperatuurist, kalade vanusest (noorjargud on vastuvõtlikumad) ja viiruse kontsentratsioonist. Võimaliku haigusnähuna esineb tugev veritsus, mis paljudel kaladel ei pruugi siiski ilmned. Kalad on uimased ja kogunevad basseini või tiigi külgedele või sissevoolu juurde, lõpused on verevaesed ja määrdunud pruuni värvusega, kalade kehavärvus tumenenud, esineb eksoftalmia ja mõnel juhul on märgatav perioodiline spiraalne ujumine. Lahangul leitakse täppverevalumeid kehapiinnal, silmade ümber ning lihastes ja siseorganitel. Kroonilise kulu korral võivad loetletud tunnused olla vähem intensiivsed, kuid esinevad tihti koos kõhupuhituse, tursete ja astsiidiga. Põrn ja neerud on märgatavalt suurenenud. Maksal on valged täpid (foto 19).

Histopatoloogia. Ulatuslik membranoosne glomerulonefriit koos neerude koldelise nekroosi või degeneratsiooniga. Maksa sinusoidide ummistus ja nekroos.

Diagnoos. Viiruse isoleerimiseks kasutatakse rakukultuure (EPC, BF-2, RTG-2) ning identifitseerimiseks immunodiagnostilisi meetodeid, nagu viiruse neutralisatsioon (VN), immunofluorestsentsitest (IF), ensüüm-immuunanalüüs (ELISA). Välja on arenatud molekulaarsed diagnoosimeetodid (RT)-PCR.

Epidemioloogia. VHSile on kõige vastuvõtlikumad magedaveelised (ja mereveelised) vikerforellid. Haigust esineb ka teistel lõhilastel ning muudel kaladel, nagu kammeljas (võivad nakatuda nii mage- kui ka merevees). VHSi haiguspuhanguid on esinenud kõikjal Euroopas, Jaapanis, Taiwanil ja Põhja-Ameerikas (peamiselt Suurjärvistus). VHSi on isoleeritud tursal, kilul ja heeringal ning seda nii Atlandi ookeani kui ka Läänemere kaladel. Geneetiliselt erinevaid VHSi tüvesid on isoleeritud Vaikse ookeani tursal, heeringal ja lõhel, kellele on viirus arvatavasti väheste patogeensusega. Kui ühes kalafarmis isoleeritakse VHSV, on ohustatud kõik selle veehaarde piirkonnas asuvad kasvandused.

Ravi ja ennetus. Ravi puudub. Kalade seroloogilise uurimisega kindlaks tehtav VHSV antikehade olemasolu või puudumine võiks anda olulist teavet päritoluma kalade seisundi tuvastamisel. Vaktsiinide väljatöötamine on katsetamisjärgus. VHSi kontrolli alla saamine sõltub riiklikest tauditõrjemeetmetest, mille võtmine on mõnes Euroopa riigis andnud haiguse likvideerimisel ka tulemusi. Aretustöö (valiku ja hübriidiseerimise abil) haigusele vähemvastuvõtlike vikerforelliliinide saamiseks käib kogu maailmas.

KARPKALADE KEVADVIREEMIA

Karpkalade kevadvireemia (SVC, ingl *spring viraemia of carp*) on äge, hemorraagia-tega kulgev väga nakkav viirushaigus. Haiguse tekitaja on *Rhabdovirus carpio*, mis tabandab peamiselt karpkalalasi ning põhjustab massilist noorkalade ning kaubakala hukkumist. Haiguspuhangud esinevad kevadel, kui veetemperatuur tõuseb üle 11 °C. Haigestunud kalade hukkumine väheneb tunduvalt temperatuuril üle 17 °C ja lõpeb 22 °C juures. Kuigi ohustatud on kõik vanuserühmad, on kõige vastuvõtlikumad just üheaastased kalad. SVCle on lähedased valgeamuuri rabdoviirus, haigivastsete rabdoviirus ja linaski rabdoviirus.

Kliinilised tunnused. Kaasneva sekundaarse bakteriaalse mikrofloora segava mõju tõttu on kliinilised tunnused tihti ebaselged. Otseselt viiruse mõjul võib kaladel esineda letargia, kõhupuhitus, petehhiad nahal, silmade ümber ja lõpustel, eksoftalmia ja astsiit ning verevalumid ujupõiel ja teistel siseorganitel. Histopatoloogilisel uurimisel on kirjeldatud pankrease ja maksa nekroosi. Eestis on haigus avaldunud naha verevalumitena ja seda on diagnoositud mitmel korral (J. Kasesalu, foto 20).

Diagnoos. Kevadvireemia diagnoos pannakse pärast viiruse isoleerimist (FHM, EPC ja BF-2 rakuliin), kasutades immunoloogilise identifitseerimise teste VN, IF või ELISA.

Epidemioloogia. Haigusele on vastuvõtlikud karpkala (*Cyprinus carpio*), valgeamuur (*Ctenopharyngodon idella*), pakslau (Hypophthalmichthys molitrix), jämepea (*Aristichthys nobilis*), koger (*Carassius carassius*), kuldkala (*C. auratus*), linask (*Tinca tinca*) ja säga (*Silurus glanis*). Haigus esineb Euroopas peaaesjalikult külmade talvedega (madala veetemperatuuriga) piirkondades.

Kliiniliselt haiged kalad ja viiruskandjad eritavad haigustekitajat väljaheite, uriini, ovariaalvedelike ning irdunud naha ja lõpuste epiteeliga.

Ravi ja ennetus. Ravi puudub. Läbipõdenud kalad omandavad immuunsuse, kuid immuunvastuse tugevus sõltub veetemperatuurist ja kalade vanusest. Kommerts-vaktsiin puudub. Haiguse ennetamisel lähtutakse tauditõrje plaanist.



Foto 20. Punnsilmsus ja täppverevalumid karpkala kehapinnal kevadvireemia korral (A. Goodwini järgi)

Nakkuslik vereloomeorganite nekroos (IHN, ingl *infectious hematopoietic necrosis*, varem *sockeye salmon virus*) on ohtlik lõhilastel esinev haigus. IHNi majanduslik mõju forelli- ja lõhekasvandusele, aga samuti looduslikele kalapopulatsioonidele on murettekitavalt suur. Tekitaja on kapsliga RNA-viirus, mis kuulub perekonda *Rhabdoviridae*.

Kliinilised tunnused. IHNi puhangud esinevad harva üle 18 °C veetemperatuuri korral. Kõige vastuvõtlikumad on vastsed temperatuurivahemikus 4–18 °C. Haigestunud vastsed on letargilised ja hoiduvad aeglase veevooluga piirkonda. Täheldatav on kalade pöörlemine või nn vilgutamine (tumedas vees helgib hetkeks kala hõbedane külg). Vanematel kaladel ei pruugi sellised nähud esineda. Verevaesed lõpused, tume nahk, tursunud kõht, verevalumid uimede baasil ja väljaheite rippumine anaalavast välja on iseloomulikud haigustunnused. Tihti on näha verevalumeid rasvikul ja kõhukelme veritsust. Täiskasvanutel täheldatakse haiguse läbipõdemisest tingitud selgroodeformatsioone. Histopatoloogilise leiuna esineb põrnas ja tihti neerudes degeneratsioon ja nekroos. Eosinofiilset granulaarset seedetrakti degeneratsiooni peetakse tähtsaks patognoomseks haigustunnuseks.

Diagnoos. Viiruse otseseks isoleerimiseks kasutatakse lõheembrüote rakukultuuri (CHSE 214). Isoleerimisele järgneb immunoloogiline identifitseerimine VN-i, IF-i, IP või ELISA abil. Kasutusel on molekulaarsed meetodid (PCR).

Epidemioloogia. IHNV reservuaariks on kliiniliselt haiged kalad ja haiguse varem läbipõdenud, kasvandustest pärit või looduses elavad kalad. Viiruse ülekandumine on horisontaalne, kuid võib olla ka vertikaalne, tabandunud marja abil. Haigus on ohtlik vikerforellile, lõhele, kisutšile ja teistele lõhilastele. Haigus esineb USAs, Kaug-Idas ja Lõuna-Euroopas.

Immuunsus. Haiguse läbipõdenud kaladel tekib püsiv immuunsus. Vaktsineerimine on levinud Briti Columbia lõhekasvandustes. Kanadas kasutakse nukleiinhapetepõhist vaktsiini.

Ravi ja ennetus. Ravi puudub. Haiguse ennetamisel on otsustavad etapid marja desinfektsioon, marja hautamine ja noorjärkude üleskasvatamine haigusvabas süsteemis ning täiesti eraldatult, et vältida kontakti võimalike viiruskandjatega.

AHVENLASTE RABDOVIROOS

Ahvenlaste rabdoviirus (PRV, ingl *perch rhabdovirus*) kutsub esile ahvenate ja kohade haigestumist nii kasvandustes kui ka looduses. Haigustekitajaid on isoleeritud kliiniliste haigustunnusteta meri- ja jõeforellidelt, haugidelt, luukaritsatelt jt. PR-viirus on levinud Euroopa põhjapiirkondades. Haiguse sümptomid on välised verevalumid ja siseorganite veritsus, astsiit, tasakaaluhäired ja ebaloosulik ujumine. Haiguse ennetamiseks kasvanduses on hädavajalik loodusest püütud sugukalad karantiinida.

LÕHILASTE INFEKTSIOOSNE ANEEMIA

Lõhilaste infektsioosset aneemiat (ISA, ingl *infectious salmon anemia*, varem *infectious lax anemia*) tekitab viirus, mis kuulub perekonda *Orthomyxoviridae*. Viirus põhjustab haigestumist Atlandi lõhede hulgas, kuid teada on nende edukas replikatsioon meriforellides, vikerforellides ja heeringas. Haigusest tingitud ööpäevane suremus ei ületa enamasti 0,05%, kuid kumulatiivne kalade hukkumine jääb vahemikku 15–100%. Viirus tekitas suurimat kahju aastatel 2008–2009 Tšiilis, kus selle viroosi tõttu hukkus enamik seal kasvatatavast lõhest. Haigustekitajat on isoleeritud 1998 Šotimaal, 2000 Fääri saartel, 2002 Irimaal ja 2009 taas Šotimaal.

Kliinilised tunnused. Kliiniline tunnus on kalade vähene, kuid pidev suremine, kahvatud lõpused, letargia ja eksoftalmia. Iseloomulik on märkimisväärselt tumenenud värvusega maks ja petehhiad siseorganites. Hematokrit on väike, kuni 4%. Histopatoloogilisel uurimisel leitakse hemorraagiline maksa nekroos suurte veenide ümber ja verevalumid neerude parenhüümis.

Diagnoos. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste, histopatoloogilise leiu ja viiruse isoleerimise alusel rakukultuuridest (lõhede neerupealise SHK või CHSE-214). Kasutusel on monoklonaalsete antikehade test ja PCR.

Epidemioloogia. Kliinilised haigustunnused ilmnevad selgelt vaid Atlandi lõhedel. Looduslik reservuaar ei ole siiani selge. Eksperimentaalselt on nakatatud vikerforelle, kes jäid asümptomaatilisteks haiguskandjateks. Viirust on isoleeritud looduses elavatelt angerjatelt, meriforellidelt ja PCRi abil tuvastatud Atlandi lõhedelt. ISA-viirust on leitud ka meres kasvatatud kliiniliste tunnusteta vikerforellidelt. Nakkusallikaks peetakse haiged ja looduses elavaid lõhilasi.

Tõrje ja ennetus. Vaktsiine kasutatakse suure lõhetoodanguga maades – Kanadas, Fääri saartel ja Tšiilis. ISA harv esinemine Norras on sihipärase seire, süsteemse profülaktika ja tervisekontrolli ning tabandunud farmides ja sealt pärit kaladel tehtavate erimenetluste tulemus.

Birnaviir

INFEKTSIOOSNE PANKREASE NEKROOS (IPN)

Nakkuslik pankrease nekroos on väga nakkav intensiivselt kasvatatavate lõhilaste noorkalade haigus. Oluline on teada, et noorkalade vastuvõtlikkus haigusele väheneb tunduvalt 1500 koorumisjärgse kraadpäeva järel. Tekitaja on kaheaahelaline RNA-viirus IPNV-perekonnast *Birnaviridae*. Euroopa põhjaosas põhjustab lõhilastel haigestumist serotüüp Sp. Serotüüp Ab on isoleeritud haigustunnusteta angerjatelt. Viirus levib nii vertikaalselt kui ka horisontaalselt. Marja desinfitseerimine tulemusi ei anna, sest viirus paikneb tabandunud marjatera sees. Viirus satub keskkonda ova-riaalvedeliku ja teiste kehavedelikega.

Suuremate kalade puhul iseloomustab haigust nahavärvuse tuhmumine, suurenenud kõht, ebakindel või spiraalne ujumine, valkjas väljaheide. Lõpused, põrn, neerud, maks ja süda on tugevalt aneemilised. Iseloomulik tunnus on sööda puudumine maos ja soolestikus, selle asemel on läbipaistva kuni piimja värvusega viskoosne lima ja pankrease nekroos. Kumulatiivne suremine jääb vahemikku 10–90%, mis sõltub mitmest tegurist, nagu viiruse tüvi, peremeesorganismide seisund ja keskkond. Marja saavad eksportida ainult haigusvabad (sertifitseeritud) aretusmajandid.

Haigust on võimalik vältida, kui mitte osta IPN-viirusega nakatunud sugu- karjalt pärit marja ning kasutada hautamiseks puurkaevu vett. Selleks, et vähendada nakatunud noorkalade suremust, soovitatakse tõsta lühikeseks ajaks veetemperatuuri ($> 18^{\circ}\text{C}$).

Kommertsvaktsiinid on kasutusel paljudes riikides. Mõne kiirekasvulise forelli aretusliini noorjargud võivad olla haigusele vastuvõtlikumad.

Herpesviroosid

Kalade herpesviiruseid iseloomustab nende hea adaptatsioon peremeesorganismiga. Viiruste tekitatud haigestumisi seostatakse peamiselt epiteelirakkude kahjustustega. Sõltuvalt patogeenist täheldatakse kaladel väliseid haigustunnuseid, nagu hemorraagiad, haavandid ja kasvajad. Et herpesviirused on liigispetsiifilised, saab neid diagnostiliselt kasvatada vaid neile vastuvõtlike peremeesorganismide koekultuurides. Tuntumad meie kalu ohustada võivad herpesviirused on CyHV-1, CyHV-3 ja HVA. Karplaste herpesviirus 3 (CyHV-3) põhjustab koi herpesviroosi. Kuldkalade vereloomeorganite nekroosi põhjustab karplaste herpesviirus 2 (CyHV-2), karplaste herpesviirus 1 (CyHV-1) kutsub esile karpkalade rõugeid ehk papillomatoosi ning HVA angerjate herpesviroosi.

KOI HERPESVIROOS

Koi herpesviroos (KHV) on väga contagioosne koidel ja karpkaladel esinev viirushaigus. Teised karplaste liigid viirusele vastuvõtlikud ei ole. Haigus levib horisontaalselt kas otse või siirutajate abil. Veekeskkond ise on üks peamine haiguse levikut soodustav abiootiline tegur. Haigustekitaja (CyHV-3) satub haigusvabasse kalakarja peamiselt sümptomiteta haiguskandjate kaasabil. Haiguse vertikaalne levik saastunud kalamarja abil ei ole siiani kinnitust leidnud, kuid seda ei saa siiski välistada. Haigus puhkeb temperatuurivahemikus $17\text{--}26^{\circ}\text{C}$. Kliiniliselt võivad haigestuda ning mõne tunni jooksul pärast esimeste haigustunnuste ilmnemist surra kõik vanuserühmad. Haigestumine on 100%, suremus küündib 90%ni, mis on ulatuslikum just viiruse arenguks optimaalse temperatuuri vahemikus, s.o soojas vees.

Haiguse kliinilised tunnused on naha tumenemine, nekroosist tingitud lõpuste ebaühtlane värvus. Täheldatakse anoreksiat, uimede erosioone ja vigastusi, kõhu- alust laialdast hemorraagiat, tugevat limaeritust, mis põhjustab koidel värvuse tuhmumise. Oluline tunnus on aukuvajunud silmad, mida teiste haiguste korral esineb harva. Standardprotseduur KHV diagnoosimiseks on PCR.

KARPKALADE RÕUGED ehk EPITELIOOM

Karpkalade rõugeid põhjustav viirus CyHV-1 parasiteerib epidermiserakkude tuumas. Haiguse põhjustatud majanduslik kahju ei ole tänapäeval kuigi suur. Haiguse inkubatsiooniperiood on pikk, see võib ulatuda aastani. Kliiniliselt haigeid kalu leitakse harilikult kaheaastaste või vanemate kalade rühmades, katsetingimustes on saadud suur (kuni 80%) suremus vastsete seas ja seda ilma klassikaliste haigustunnusteta. Haiguse levik on vertikaalne ja vastuvõtlikkus haigusele on päritav. Rõugekasveid on kirjeldatud ka teistel karplastel, nagu linaskil, kuldkalal ja Soomes laialdaselt särjel. Viiruslik etioloogia on särgede puhul siiski tõendamata.

Epitelioomile on iseloomulik, et kala kehale ja uimedele tekivad tihked, para-fiini meenutavad epidermiserakkude proliferatsioonialad, nn epitelioomid. Sageli kasved laatuivad ja katavad ühtlase kihina kogu kala kehapiinna. Kasved tekivad peamiselt hilissuvel, kui veetemperatuur alaneb 12 °Cni. Talveperioodil kaovad sellele haigusele eriomased tunnused täielikult, kuid võivad tekkida uuesti vee soojeledes. Samuti kaovad epidermisevohandid voolavas vees, kuid tekivad seisvas vees uuesti. Kasved ei põhjusta kalade hukkumist, kuid rikuvad nende kaubanduslikku väärtust, tekitades majanduslikku kahju just koikasvatustes. Kroonilise haiguse korral on täheldatavad luudeformatsioonid.

Oluline profülaktikavõte on koitiikide hooldamine, eriti perioodiline kuivaksjätmine ja lupjamine seal, kus on esinenud haigeid kalu. Koi sugukalade karja komplekteerimisel tuleb hoolikalt välja praakida kõik rõugetunnustega kalad. Nii on võimalik haigusest peaaegu täielikult vabaneda. Vältida tuleks sugulusristamist, mis vähendab märkimisväärselt kalade resistentsust haiguste suhtes.

ANGERJATE HERPESVIROOS

Angerjate herpesviirus (HVA, ingl *herpesvirus anguillae*) põhjustab angerjate punetustõbe (ingl *red-head disease*). Looduses võib viirusega nakatunud klaasangerjate suremus olla ligikaudu 100%. Vanemate kalade hukkumine jääb arvatavasti 40% piiresse. Kuna Euroopa angerjate kasvatamine seisneb Lääne-Euroopa või Põhja-Aafrika jõgede suudmetest püütud klaasangerja edasikasvatamises, on suur oht, et looduskoldeline HVA (ja teised patogeenid) satuvad angerjakasvanduse kinnisesse süsteemi. Kõik Taani angerjamajandid on tabandunud angerjate herpesviroosist. Suuri haiguspuhanguid on välditud klaasangerjate tervisekontrolli ja „vaktsineerimisega” – nende hulka paigutatakse veidi vanemaid, haiguse läbipõdenud ja immuunseid noorjärke. Heade kasvutingimuste tagamine on haiguse kontrolli all hoidmise ja selle põhjustatud suremuse vältimisel oluline, kui mitte peamine tegur (foto 21).



Foto 21. Pea piirkonna punetus angerjatel herpesviroosi korral (B. N. Hangalapura jt järgi)

Invasioonihaigused

Invasioonihaigusi ehk nugulistõbesid kutsuvad esile mitmesugustesse loomariigi klassidesse kuuluvad parasiitloomad. Need on loomad, kes elavad peremeesorganismis või selle kehapinnal ja toituvad kas peremehe kudetest või tema võetud söödast. Selle haigusrühma tekitajate potentsiaalseteks peremeesorganismideks on sisuliselt kõik ligikaudu 30 000 kirjeldatud kalaliiki.

Parasiitide hulgas on palju organisme, kes on peremehe suhtes väga valivad ehk liigispetsiifilised, nugides vaid ühel või paaril omavahel väga lähedasel kalaliigil, ega ole ohtlikud teistele sama veekogu asukatele. Osaliselt just viimasest tingituna ulatub kirjeldatud hulkraksete parasiidiliikide arv üle 30 000 ning ainuraksete parasiidiliikide arv 2400ni. Levinumad hulkraksete parasiitide põhjustatud haigused on helmintoosid ehk parasiitussed (tekitajateks imiussid, paelussid, ümarussid, kida-kärssussid), krustatseosid (tekitajateks lülilalgsete hõimkonda esindavad parasiit-vähid) ning mõne limuse vastsete ja ainuõssete põhjustatud nugulistõved.

Ainuraksed (viburloomad, ripsloomad, eosloomad, kõrveeoselised loomad) on palju vähem levinud, kuid siiski tekitavad just nemad kaladele ohtlikke ja väga ohtlikke protozoonoosi. Paljud neist organismidest on **obligaatset parasiidid** ehk parasiidid, kes ei saa paljuneda, ilma et elutseks arengu mingil etapil kalal. Olenevalt parasiidist võib kala olla talle kas vahe-, lisa- või lõpp-peremees. Teised on **fakultatiivsed parasiidid**, kes võivad elada mitteparsitiiselt ja kellele arengutsükli mitte üheski etapis ei ole kala olemasolu tingimata hädavajalik, kuid kes muutuvad lühemaks või pikemaks ajaks nugiliseks, kui satuvad näiteks sobivale reservuaarperemehele.

Paljudel kalaparasitiididel on säilinud otsene areng, st parasiit saavutab suguküp-suse kala (**definiitivne** ehk lõpp-peremees) kehas või kehapinnal, andes seejärel vette invasioonivõimelisi järglasi – mune, spoore või liikuvaid noorvorme. Teisel osal parasiitidest väljuvad munadest ujumisvõimelised vastsed ja invadeerivad spetsiifilise peremehe (**aktiivne invasioon**). Paljudel juhtudel neelavad kalad parasiitide eoseid või mune koos söödaga (**passiivne invasioon**).

Lokalisatsiooni alusel jaotatakse kalaparasitiidid kahte suuremasse rühma: **ekto-** ja **endoparasitiidid**. Ektoparasitiidid elunevad peremehe keha väliskatetel ja väliskesk-konda avanevates kehaõontes (nahk, uimed, lõpusekoopad, haistmiskotikesed jne). Endoparasitiidid nugivad kalade siseelundites ja kudedes. Kui välisparasitiidid on kogu arengutsükli kestel elukeskkonna tegurite (tarbe korral õnneks ka ravimpreparaatide) vahetu mõju sfääris, siis siseparasitiideni jõuab elukeskkonda mõjutav ainult peremehe kaudu. Endoparasitiidid satuvad väliskeskkonda teatavates arengujärkudes, mis tavaliselt on seotud vajadusega invadeerida uus peremees. Veekeskkonnas viibimise perioodil käituvad endoparasitiidid nagu teised vees vabalt elavad samalaadsed organismid.

Paljudel kalaparasitiididel on mitmekülgset arenenud kinnituselundid, mis põhjustavad peremehele kudetes ja organites vigastusi ning võimaldavad parasiidil püsida organismis või kehapinnal. Kinnituselundite hulka kuuluvad näiteks mitut tüüpi iminapad, nookudega kärsad ja suiste väljakasved. Kui kala rünnanud parasiit

hukkub või on sunnitud kehapinnalt lahkuma, on kala selle haigustekitaja suhtes resistentne (immuunne).

Paljud keskkonnategurid mõjutavad kalade parasiite ning peremehe-parasiidi koostoimet kas otseselt või kaudselt. Need tegurid on biootilised (sõltub keskkonna elusorganismidest) ja abiootilised (sõltub eluta keskkonnateguritest, nagu füüsikalise-keemilised näitajad – temperatuur, pH, soolsus, valgus). Parasiitide elutsüklil on ühel või teisel moel seotud nii mikro- kui ka makrokeskkonnaga. Esimese all mõeldakse parasiidi otsest kontakti kala naha, seedetrakti või teiste organitega. See erineb aga väga välis- ehk makrokeskkonnast, kus parasiidid eri aegadel viibivad. Pere-mehel nugivat kalaparasiiti mõjutavad otseselt sellised mikrokeskkonna komponendid nagu epiteeli rakuline aktiivsus, lima komponendid, ensüümid, hormoonid, immunoloogiliselt aktiivsed molekulid, happed, alused ja pH. Kui kala ravitakse (suu kaudu, vannitades, süstides), on ravimpreparaadid parasiite kudedes või väliskeskkonnast mõjutava mikrokeskkonna osa. Parasiitide elus tähtis makrokeskkond asub väljaspool kalu. Selle eluks kõlblikkus sõltub kiirvoolukanali, basseini, tiigi, järve, jõe või mere omadustest, nagu soolsus, aluselisus, pH, temperatuur, orgaanilise aine ja ionide sisaldus, kiirgus, hapnikukontsentratsioon, rõhk ja valgus. Tiigi- või basseini desinfitseerimiseks mõeldud preparaatide toime on makrokeskkonna ajutine osa.

Abiootiline keskkonnakomponent, mis mõjutab kõige otsesemalt kalu, aga veel rohkem parasiite, on veetemperatuur. Kalad on poikilootsused ehk kõigusoojas- sed selgroogsed, mis tähendab, et kõigi kalades toimuvate protsesside kiirus sõltub välistemperatuurist. Sellest tulenevalt sõltub kaladel parasiteerima kohastunud organismide aktiivsus keskkonnatemperatuurist. See kehtib ühtmoodi nii kalade siseorganites ja lihastes kui ka väliskatetel nugimise korral. Seetõttu võivad parasiidid olla nii soojalembesed (termofiilsed) kui ka külmalembesed (psühhofiilsed).

Kalakasvandustes (sh vee korduvkasutusega kasvandustes) on algloomtõbede ja usside tekitatud haigustest kõige ohtlikumad need, mille tekitajad arenevad vaheperemeesteta. See on seletatav asjaoluga, et kinnises süsteemis, kus kalade asustustihedus on suur, leiavad vaheperemeesteta arenevate parasiitide (nende liikide arv on enamuses) invasioonivõimelised arenemisjärgud hõlpsalt uusi peremehi. Seetõttu kasvab süsteemi sattunud parasiitide hulk kiiresti, sest nad on reeglina väga viljakad. See kutsub omakorda esile mitteimmuunsete kalade massilise haigestumise, nendel juurdekasvu vähenemise, ekstreemsetel juhtudel suure suremuse (epideemia) ja seda enamasti vees alati esineva sekundaarse mikrofloora toel.

Autor on veendunud, et vee korduvkasutusega süsteemides (teatavates oludes ka traditsioonilistes kasvandustes) esineb harva nn puhast parasitaarhaigust. Enamasti on tegemist parasiitide kahjustava toime, bakterite virulentseks muutunud tüvede ja immuunvastuse või allergiliste reaktsioonide tagajärjel tekkinud komplektse tervisekahjustusega. Kahjuks on selles olukorras tõrje väga ebamugav ega anna sageli head tulemust, sest haigust esile kutsuvaid ja selle kulgu raskendavaid tegureid on mitu ning need on lisaks kõigele seotud kalade aretusvormi või tõu omadustega. Üks kalaparasiitide organismi kahjustamise viise ja veeloomataudide mitmetegurilisuse põhjusi on nügulist **inokuleeriv toime**. See on olukord, kus parasiidid viivad peremeesorganismi mikroobe (saastavad enda tekitatud haava) ja akti-

veerivad latentseid nakkusi, avavad mikroobidele sissepääsuväradid (peremehe naha, seedekulgla ja lõpuste epiteeli vigastused), vähendavad peremehe resistent-sust nakkuste suhtes või raskendavad samal ajal esineva nakkuse kulgu. Kalade ter-visega ei ole kasvanduses vähimaidki probleeme, kui vältida parasiitide kui ühe tõvefaktori (tegelikult mis tahes patogeeni) sattumist kalade kasvukeskkonda, järgi-des täpselt keskkonnahoiu ja söötmise tehnoloogiat ning vältides stressiolukordi. Edukas haiguse tõrje käib justkui tagant ettepoole: mõjurid, mis võivad kalade ter-vist kahjustada, kõrvaldatakse järk-järgult, et taastuks endine haigusvaba olukord. See on võimalik muidugi siis, kui on veel, keda ravida, või kui ravi on majandusli-kult põhjendatud. Sageli on vaja eelkirjeldatud tegevust toetada agressiivse (spetsii-filise) medikamentoosse raviga.

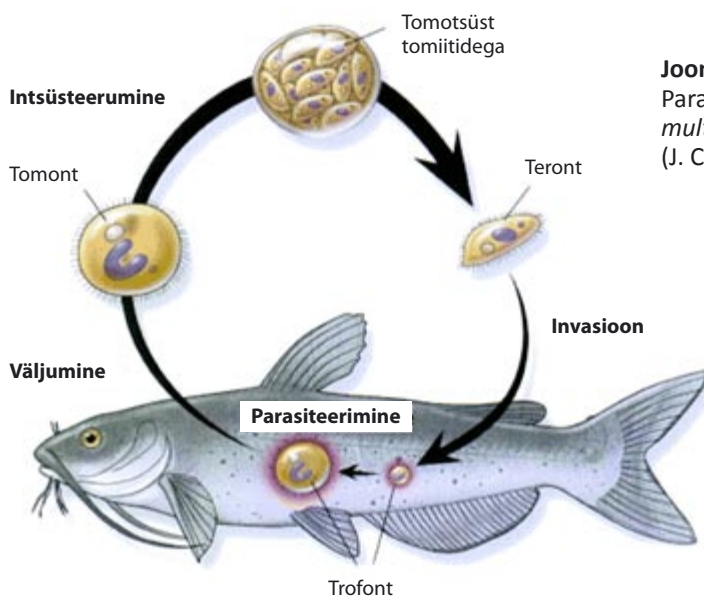
Algloomtõved

IHTÜOFTIRIOOS

Ihtüoftirioos (valgetäpihaigus, ICH) on ohtlik mageveekalade algloomtõbi, mis on laialt levinud kalakasvandustes ja looduslikes veekogudes, põhjustades massilise paljunemise perioodil kalade suurt suremust. Kinnistesse kalakasvatussüsteemi-desse satub haigustekitaja tabandunud ja töötlemata asustusmaterjaliga.

Haigustekitaja. Haigust põhjustab ripsloom *Ichthyophthirius multifiliis*, kelle ümmar-gune, ripsmeridadega kaetud keha on 0,4–0,8 mm suurune. Parasiiteeriv trofont lokaliseerub kalade epidermises või lõpuste epiteelis. Ripsloomale iseloomulik makronukleus on suur ja hobuserauakujuline. Noortel parasiitidel võib see olla kepi-kesetaoliselt sirge. Makronukleuse lähedal paikneb tihti mikroskopeerimisel märka-matuks jääv mikronukleus. Teistest infusooridest eristub *I. multifiliis* selle poolest, et enamasti paljuneb see väljaspool peremehe keha. Parasiidi paljunemine kala keha-pinnal kas lihtpooldumise teel või konjugatsiooni abil on seni selgelt tõendamata.

Areng. Nii parasiidi kasvu ja arengu kiirus kui ka produtseeritud noorjarkude arv sõltub otseselt veetemperatuurist. Ihtüoftiiriuste areng on kõige kiirem temperatuu-ril üle 22 °C. Haiguse esile kutsunud valminud parasiidid **trofondid** purustavad neid katnud epidermise ja kukuvad vette. Seejärel muutuvad parasiidid **tomonti-deks**, kes ujuvad ripsmeid kasutades ringi ja üritavad kinnituda veelustele eseme-tele, langevad basseini põhja või kantakse veevooluga filtrisse. Seal kleepuvad nad filtrigraanulitele ja torude seintele. Selleks kattub tomont želatiinitaolise kapsliga (**entsüsteerumine**), muutudes ise **tomotsüstiks**. Tomotsüsti sees toimub seejärel pal-jukordne pooldumine. Jagunemise lõpuks tekib ühest tomondist üle 1000 **tomiidi**. Kui tsüsti sein puruneb, lahkuvad need vette, muutudes harvalt paiknevate ripsme-tega **terontideks** ehk hulkurrakkudeks (suurus 40 µm), kes otsivad aktiivselt pere-meelorganisme. Hulkurrakud püsivad soojas vees elus umbes kaks ööpäeva. Sattu-des kalale, puurivad nad ennast epidermise või lõpuste epiteeli alla, hakkavad seal parasiiteerima ning saavutavad teatava aja jooksul taas suguküpsuse (joonis 9).



Joonis 9.
Parasiidi *Ichthyophthirius multifiliis* arengutsüklil (J. Craigi järgi)

Epidemioloogia. Haigusele on vastuvõtlikud kõik mageveekalad. Parasiit on patogeensem noorkaladele, kuid põhjustab probleeme ka suurematele kaladele, kuigi nende hukkumine selle haiguse tagajärjel ei ole massiline. Haiguse üle elanud kaladel tekib immuunsus, mistõttu raskeid epideemiajuhte esineb ainult nendes kasvandustes, kus haigust pole varem või pikka aega esinenud. Tiigimajandites täheldatakse haiguspuhanguid kevadel ja suvel, harvem talvitumisel, kinnistes kalakasvatussüsteemides on parasiidi neisse sattumise korral haigestumise oht suur aastaajast olenev.

Kliinilised tunnused. Intensiivse invasiooni korral esinevad parasiidid valgete, palja silmaga nähtavate külmukestena üle kala kehapinna. Täheldatav on tugev limaeritus, kalad hingeldavad, hoiduvad sissevoolu juurde, hüppavad veest välja. Sage on just noorjarkude suur suremus. Ihtüoftirioosi läbipõdenud kaladel tekib immuunsus, mis kestab ligikaudu aasta.

Diagnoos. Diagnoos pannakse väliste tunnuste ja nahalt või lõpustelt võetud kaares esinevate parasiitide leiu alusel (8–20-kordne suurendus).

Tõrje. Väga tähtis on profülaktika. Haiget kala on raske ravida, sest parasiit paikneb peremehe epidermises ja on seal kaitstud ravivahendite toime eest. Peamine tõrjeviis on vees vabalt elavate vahuvormide hävitamine, kuna need alluvad vette lisatavate preparaatide toimele. Vee korduvkasutusega süsteemi kiirvoolukanali veest püütakse hulkurakke tiheda võrguga (silma läbimõõt 10 µm).

Mõjusad on malahhiitroheline (0,2 mg/l), briljantröheline ja violet K vannid, mis hävitavad kaladel olevad parasiidid. Neist esimest on Euroopa Liidu regulatsioon

nide alusel keelatud kasutada toiduks kasvatatavatel kaladel. Levinum ihtüoftirioosi raviks kasutatav võte on pikaajalise keedusoolavanni meetod. Vannitamise soovituslik kestus on vikerforellidel 22 °C juures 6 ööpäeva, 18 °C juures 8 ööpäeva ja 14 °C juures 10 ööpäeva. Kuna soolavann hävitab hästi vees elavaid hulkurakke, siis tuleb kalu hoida soolalahuses just nii kaua, kuni trofont jõuab saada suguküpseks, väljub vette, entsüsteerub ja moodustab hulkurakke. Sellele lisandub veel aeg, mille kestel hulkurakud võivad vabalt vees elada. Kommertsvaktsiinid puuduvad.

PROLIFERATIIVNE NEERUHAIGUS

Proliferatiivne neeruhaigus (PKD, ingl *proliferative kidney disease*) on looduskoldeline, limaeoselise *Tetracapsuloides bryosalmonae* (PKX) põhjustatud meriforellide, vikerforellide ja teiste lõhilaste parasitaarhaigus, mida esineb Põhja-Euroopas ja Põhja-Ameerikas. Looduslikus populatsioonis võib haiguse põhjustatud kadu samasuviste kalade hulgas küündida 90%ni. Eestis esineb haigestumist peamiselt augusti lõpus Põhja-Eesti jõgede meriforellidel.

Parasiidi vaheperemeheks on sammalloomad *Fredericella* sp. või *Plumatella* sp. Vaheperemeestest satub eostega paun vette, misjärel vabanenud eosed invadeerivad vastuvõtlikke kalu. Isegi väike sammalloomade populatsioon võib toota väga palju eoseid ning kalal võib haigestumist põhjustada väga väike eoste hulk. Eesti kalakasvandustes ei ole diagnoositud vikerforellide, küll aga samasuviste meriforellide nakatumist.

Patogenees, kliinilised tunnused ja diagnoos. Parasiteerimise ajal blokeeritakse maksa ja neerude kapillaarid. Infiltratsioon, proliferatsioon ja põletik häirib nende organite normaalset talitlust. Kahjustuste tagajärjel tekib hemopoeetiliste organite nekroos. Haigestunud kaladel võib täheldada letargiat, anoreksiat, kehavärvi tuhmumist, lõpuste aneemilisust, eksoftalmiat, astsiiti ja soomuste turritamist. Lahangul leitakse maksa, südame, põrna ja neerude heledaks muutumist. Haigusele viitav lahanguleid on neerude mitmekordne suurenemine ja nende lõikepinna marmorjas värvus. Histoloogiameetoditest kasutatakse parafiini sisestatud lõikude värvustamist hematoksüliini ja eosiiniga või immunohistokeemia abil, kasutades *T. bryosalmonae* monoklonaalset antikeha P01 (*Aquatic Diagnostics Ltd, Stirling, GB*). Parasiidid suurusega 5–20 µm on mikroskopeerimisel nähtavad. Molekulaarsetest meetoditest on diagnostikas kasutusel *in situ* hübriidisatsioon ja polümeraasi ahelreaktsiooni (PCR) testid. Eestis hukkusid kalad selle haiguse tõttu massiliselt aastal 2000 (J. Kasesalu, foto 6).

Tõrje ja ennetus. Ravimiseks soovitatakse kasutada fumagiliini (0,5 g preparaati 1 kg sööda kohta PO). Litsentseeritud vaktsiinid puuduvad. Varem kasutatud antibiootikumravist on keskkonnoahtlikkuse tõttu loobutud. Et vältida tekitajate levikut, on soovitatav suurendada hapnikukontsentratsiooni vees ja alandada veetemperatuuri puurkaevu- või allikaveega. Parasiitide aktiivse leviku ajal vältida kaladel stressiolukordi. Stressi tekitamisest hoidumine vähendab tunduvalt juba nakatunud kalade suremust. Invasiooniohu ennetamiseks on tähtis välja selgitada sammalloomade looduslik esinemine ja levik kasvandusse suubuvaa veehaardes.

MÜKSOBOLOOS ehk PÖÖRLEMISTÕBI

Pöörlemistõbi on lõhilaste noorkaladel esinev looduskoldeline müksosporiidide *Myxobolus cerebralis* tekitatud parasitaarhaigus. Parasiit lokaliseerub kalade kõhrkoos, koljus ja lülisambas. Täiskasvanud eosed väljuvad haigetest või surnud kaladest vette ning nakatavad väheharjasusse *Tubifex* sp. Usside sooltoru epiteelis arenevad eosed triaktinosporideks, mis väljuvad keskkonda ja nakatavad lõhilaste vastseid. Noorkalade kõhrkoosse sattudes areneb plasmoodium. Parasiit lagundab teda ümbritsevat kude, toitudes kõhrerakkudest ehk kondrotsüütidest. Areng peremehes kestab kaks-kolm kuud. Täiskasvanud eosed on keskkonnas väga resistentsed, püsides nakatumisvõimelised aastaid, läbikülmununa kuid.

Patogenees ja kliinilised tunnused. Kõhrkoe hüpertroofia, põletikureaktsioonid, koe granulatatsioon ja parasiitide kasvamine pitsitavad koljus olevaid organeid, mistõttu on häiritud kalade elutähtsad funktsioonid ning kalade käitumises ilmnevad spetsiifilised häired. Haigustunnused on tasakaalu häirumine, aeg-ajalt pöörlevalt ujumine, saba tumenemine („must saba”), kurnatus, alatoitumus ja suremine (foto 22).

Diagnoos. Diagnoos pannakse kõhrkoest võetud proovidest kahe polaarkapsliga parasiitide leiu alusel (suurus $9,4 \times 10 \mu\text{m}$).



Ravi ja ennetus. Ohustatud piirkonnas ennetavalt söödaga antud fumagiliin võib vähendada tabandumise intensiivsust ja vältida haigustunnuste väljakujunemist. Tõhus profülaktikameede on vaheperemeeste hävitamine ja vastsete kasvatamine puurkaevuvel. Lõplikult luustunud skeletiga kalad on haiguse suhtes resistentsed, kuigi võivad olla haigus kandjad. Neil võivad parasiidid lokaliseeruda lõpuste kõhrkoos. Tiikide lupjamine või desinfektantide kasutamine võib tublisti vähendada muidu väga vastupidavate eoste hulka kasvanduse vees.

Foto 22. Lülisamba kõverdumine ja tumenenud saba pöörlemistõve korral (Auburn University andmebaas)

Lameusstõved

MONOGENOIDOOSID

Monogenoidooside tekitajad kuuluvad ainupõlvsete klassi *Monogenoideae*. Nad on parasiitsed lameussid, kelle keha on välja venitatud ja selja-kõhu suunas lamendunud. Keha mõõtmed varieeruvad liigiti tugevasti (0,15–30 mm). Nende hästi eristuv tagumine kehaosa kujutab endast kinnitusketast, millel on mitmesuguseid kinnitustahendeid: noogud, klapid, lihasseptid jne. Parasiitussi kinnituselundite arv ja kuju on tähtis süstemaatiline tunnus. Monogenoididel on närvisüsteem, suu, neel ja umb-

sool, kuid puudub pärak. Ainupõlvsed on hermafrodiidid. Kopulatsioonielundi ehitus on samuti oluline süstemaatiline tunnus. Osa ainupõlvseid (*Pseudodactylogyrus*, *Discocotyle*, *Dactylogyrus*) on **ovipaarsed** ehk paljunevad munade abil. Nad väljutavad vette mune, millest arenevad ripsmetega onkomiratsiidid, kes otsivad aktiivselt peremehti. Teised monogenoidid (*Gyrodactylus*) on **vivipaarsed** ehk elussünnitajad. Täiskasvanud ussi emakas areneb loode, mille sees omakorda kujuneb uus tütaruss. Seega sünnitavad nad justkui tiineid järglasi. Selline „matrjoška” või „Hiina laegas” tagab pideva parasiitide populatsiooni suurenemise peremehe nahal või lõpustel. Parasiidid satuvad teistele kaladele otsese füüsilise kontakti teel või vee kaudu. Sündinud gürodaktülused võivad põhjasubstraadil (kruus, kivid, puhastamata basseini-põhi) enne uue peremehe leidmist püsida invasioonivõimelisena paar päeva. Nad on kohastunud elama kindlatel kalaliikidel või vaid üksikutel peremeesliikidel.

ANGERJATE PSEUDODAKTÜLOGÜROOS

Kõik 16 angerlaste liiki, sealhulgas euroopa angerjas (*Anguilla anguilla*), on siirdekalad, kellel vastupidiselt lõhilastele esineb katadroomne ränne (meres sigimine, magevees toitumine).

Angerlaste lõpustel parasiteerivaid ainupõlvseid *Pseudodactylogyrus anguilla*'t ja *P. bini*'t kirjeldati esimest korda Vaikse ookeani angerjatel Jaapanis ja Hiinas. Neid parasiite Euroopas sel ajal ei esinenud, kuid tänapäeval on nad siin hästi tuntud. Tegemist on selge näitega sellest, kuidas eluskala, Jaapani angerja (*Anguilla japonica*) impordiga on parasiit Euroopasse kaasa tulnud ja elab siinses angerjapopulatsioonis edukalt.

Pseudodactylogyrus anguilla ja *P. bini* põhjustatud nakatumist esineb meie kandis järvedes, jõgedes ja isegi Läänemere rannikul riimvees elavatel angerjatel. Parasiidid on ovipaarsed, seega algab nende areng munadena vees. Sellele järgneb inkubeerimisperiood, vabalt ujuva onkomiratsiidi väljumine, angerjate lõpuste tabandamine ja areng vastsest ripsmed kaotanud järelevastseks kuni selle täiskasvanuks saamiseni. Arengu kiirus sõltub otseselt nii vee soolsusest kui ka temperatuurist. Optimaalne on areng üle 10 °C vees ja parim soojas, üle 25 °C vees. Parasiidid on adapteerunud eluks magevees, kuid *Pseudodactylogyrus anguilla* on tolerantne isegi suhteliselt suure soolsuse suhtes.

Kliinilised tunnused ja diagnoos. Haigustunnused on anoreksia, letargia ja hüperventilatsioon. Diagnoos pannakse lõpustest tehtud preparaatide mikroskopeerimisel saadud leiu alusel. Morfoloogilised tunnused on kahe suure kinnitusnoogu (haagi) ja nende vahelise ühendusplaadikese ning 14 väiksema noogu (äärehaagid) asetus ja kuju.

Patogenees. Parasiidi kinnitusorganite mõjul tekib lõpuste epiteelis palju kahjustusi, mis takistavad otseselt või kaudselt gaasivahetust. Parasiitide aktiivsusest tekkinud vigastuste tõttu kleepuvad kokku lähedastikku asuvad lõpuseliistakud ja tihti tekib nekroos.

Ravi ja ennetus. On teada mõne loomakasvatuses kasutatava anthelmintikumi positiivne toime. Kasutada soovitatakse mebendasooli, flubendasooli ja prasikvanteeli 24-tunniseid soojaveelisi, kuni 25 °C vanne. Profülaktiliselt soovitatakse töödelda vett vesinikülihapendit sisaldavate preparaatidega, mis võib probleeme märkimisväärselt vähendada. Mune ja vastseid võib veest püüda tiheda võrguga (silma läbimõõt 40 µm). Kuigi haiguse läbipõdenud angerjatel tekib parasiitide suhtes kuudeks üsna püsiv immuunsus, ei aita see ometi pseudodaktülogüürustest täielikult vabaneda. Seetõttu ei anna uuringud veel lootust, et võetakse kasutusele kommertsvaktsiinid.

GÜRODAKTÜLOOS

Gürodaktüloosi tekitajad on väikesed ainupõlvsed sugukonnast *Gyrodactylidae*. Nad elavad kalade kehapinnal, uimedel ja lõpustel, on poegijad hermafrodiidid. Täiskasvanud emasisendi sees võib näha 1–3 tütarpõlvkonda, kes on poegimise hetkeks täiesti välja arenenud. Esimese sünnituse järel saab „tütar“ peenise ja kopuleerub vanemaga. Keha tagumises otsas oleval kinnituskettal on 2 keskmist kinnitusnooku ning abiplaadike ja 16 äärenooku, kõigi kuju erineb liigiti. Arengu kiirus sõltub otseselt veetemperatuurist. Näiteks *G. derjavinoidea*’e populatsioon suureneb 5 °C juures üsna aeglaselt, kuid temperatuuril 12 °C kahekordistub populatsioon ühe nädalaga ning on veel kiirem üle 18 °C temperatuuril (kahekordistub kolme ööpäevaga). Väga kõrge veetemperatuuri korral aeglustub areng siiski märkimisväärselt.

Haigestuvad peamiselt nooremad vanuserühmad, sugukalad harvem. Haigestumist soodustab asustumaterjali liiga suur tihedus, halvad pidamistingimused ja vähene juurdekasv.

Gürodaktülusi tuntakse üle 50 liigi ja nende parasiteerimine on kitsalt liigispetsiifiline. Kasvatatavatele kaladele on neist ohtlik vaid mõni. Euroopas tekitavad tihti probleeme sellised liigid nagu *Gyrodactylus salaris*, *G. derjavinoidea*, *G. trutta* ja *G. teuchis* ning Põhja-Ameerikas *G. salmonis* ja *G. celomanensis*.

Kliinilised tunnused ja patogenees. Parasiidi nookude kinnitumiskohas ja toitumise ajal saab kahjustada naha ja lõpuste epiteeli. See omakorda soodustab sekundaarse mikrofloora sattumist kalade organismi. Kahjustuste tagajärjel on häiritud osmoregulatsioon, sagedasti tekivad nekroosikolded, märgatav on tugev limaeritus. Tugeva tabandumise korral täheldatakse rinnauimedel kiirtevahelise koe kahjustust ja äralangemist. Haigestunud kalad jäävad kasvus maha ja võivad hukkuda.



Foto 23. Monogeenoid *Gyrodactylus salaris* (suurendus 400 ×)

Diagnoos. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste ja suure hulga silmtäppideta, u 0,5 mm suurusega haigustekitajate leiu põhjal. Liigi määramisel arvestatakse morfoloogilise tunnusest nookude kuju ja paiknemist (foto 23).

Ravi ja ennetus. Raviks kasutatakse vasksulfaati, vesinikperoksiidi, naatriumvesinikkarbonaati, mebendasooli või prasikvanteeli. Positiivseid tulemusi on saadud haigete kalade töötlemisel formaliinilahusega kontsentratsioonis 1 : 5000 kestusega 25 minutit. Kalamajandisse ostetud, eriti loodusest pärit kalad tuleb karantiinida ja enne vee korduvkasutusega süsteemi paigutamist töödelda profülaktiliselt ravimivahenditega raviskeemi alusel.

LÕHILASTE DISKOKOTÜLOOS

Ainupõlvne *Discocotyle sagittata* on lamendunud kehaga suur parasiit, kelle pikkus on 6–12 mm ja kes parasiteerib lõhilaste lõpustel. Parasiidi areng on otsene ning ta paljuneb munade abil. Kinnitusketas on nelja paari kinnitusklappidega ja ühe paari keskmiste nookudega. Haigustunnused on aneemia, hüperventilatsioon, tugev limaeritus ja veritsevad haavad. Monogenoid toitub kalade verest ning tugeva tabandumise korral võib põhjustada aneemiat. Vigastustest tekkinud põletikureaktsioonid vähendavad omakorda gaasivahetuse tõhusust. Diagnoos pannakse kliiniliste tunnuste, lahanguleiu ja suure hulga haigustekitajate olemasolu alusel. Tõrjeks soovitatakse anthelmintikume.

Kasutatud kirjandus

- Austin, B. & Austin, D. (2012). *Bacterial Fish Pathogens (Diseases of Farmed and Wild Fish)*. SpringerScience+Business Media, Dordrecht.
- Buchmann, K. (2007). *An Introduction to Fish Parasitological Methods (Classical and Molecular Techniques)*. Biofolia Press, DK.
- Buchmann, K. (2009). *Fish Diseases – an introduction*. Biofolia Press, DK.
- Ferguson, H. W. (2006). *Systemic Pathology of Fish*. Scotian Press, London, UK.
- Järvis, T. (2011). *Veterinaarparasitoloogia*, TÜ Kirjastus.
- Kadakas, V. & Turovski, A. (2004). *Kalade parasiidid ja silmaga märgatavad haiguslikud muutused*. Põllumajandusministeerium, Tallinn.
- OIE, Aquatic animal health code 2013. <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access-online/>.
- Paaver, T., Kasesalu, J., Gross, R., Puhk, M., Liiv, A., Aid, M. (2006). *Kalakasvatus ja kalade tervishoid*. Kirjastus Halo, Tartu.
- Rahkonen, R., Vennerström, P., Rintamäki, P., Kannel, R. (2012). *Terve kala (Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito)*. Nykypaino, Helsinki, FI.
- Roberts, R. J. & Shepherd, C. J. (1997). *Handbook of Trout and Salmon Diseases*. 3rd ed. Blackwell Science Ltd, UK.
- Woo, P. T. K. (2006). *Fish Diseases and Disorders - Vol. 1. Protozoan and Metazoan Infections*. 2nd ed. CABI Publ. International, UK.
- Woo, T. K. & Buchmann, K. (2012). *Fish Parasites (Pathobiology and Protection)*. CAB International, UK.

PRIIT PÄKK lõpetas 1990. aastal Eesti Põllumajanduse Akadeemia veterinaariateaduskonna ja kaitsnud 2012. aastal Eesti Maaülikoolis hüdrobioloogia erialal doktorikraadi. Praegu töötab ta sama ülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudis kalade haiguste lektorina.

Kalade tervishoiu käsiraamat on lühiülevaade veterinaarmeditsiini kalade tervist puudutava osa, ihtüopatoloogia nüüdisaegsetest suundumustest. Käsiraamatu koostamisel on kasutatud Taani, Soome ja Lirimaa selleteemaliste õppe- ja käsiraamatute ning avaldatud teadusartiklite andmeid. Vähem on raamatus käsitletud parasitaarhaiguste temaatikat.

Käsiraamatut koostades on silmas peetud, et seda saaks kasutada veterinaaria, kalakasvatuse ja rakendus-hüdrobioloogia üliõpilaste õppevahendina, ning on arvestatud kalakasvatajate ja tegevloomaarstide huve.

Hoiatus! See käsiraamat ei ole õigusakt ning annab ainult soovitusi. Seetõttu ei saa siin kirjeldatud, kuid Eestis illegaalseks osutunud ravimi(te) kasutamist käsiraamatule viidates õigustada.