

Sjúkdómar í eldisþorski

Árni Kristmundsson (arnik@hi.is)¹, Bergljót Magnadóttir (bergmagn@hi.is)¹,
Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir (bjarn gud@hi.is)¹, Gísli Jónsson (gislijon@hi.is)²,
Matthías Eydal (meydal@hi.is)¹, Rannveig Björnsdóttir (rannveig@rf.is)³,
Sigríður Guðmundsdóttir (sigggag@hi.is)¹, Sigurður Helgason (siggih@hi.is)¹

¹Tilraunastöð HÍ í meinafræði að Keldum

²Embætti yfirdýralæknis að Keldum

³Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Háskólinn á Akureyri

ÁGRIP

Árni Kristmundsson, Bergljót Magnadóttir, Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir, Gísli Jónsson, Matthías Eydal, Rannveig Björnsdóttir, Sigríður Guðmundsdóttir & Sigurður Helgason 2004: Sjúkdómar í eldisþorski. Í: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit 111: 145-173.

Í þessu riti er gerð grein fyrir sjúkdómum sem gætir á mismunandi þroskastigum þorsksins, allt frá frumfóðrun þorsklirfa til seiðaeldis í strandkerum og síðan áframeldis á sláturfiski í sjókvíum. Einnig er fjallað um helstu eiginleika ónæmiskerfis fiska, með áherslu á þorsk, og í hverju það er frábrugðið því sem gerist meðal dýra með heitt blóð. Áhersla er lögð á stöðu mála hér á landi.

Í íslensku þorskeldi hefur gætt svipaðra sjúkdómsvalda og í þorskeldi erlendis. Bakteríusýkingar sem helst hafa látið til sín taka, enn sem komið er, eru kylaveikibróðir (*Aeromonas salmonicida* undirtegund *achromogenes*) og vibríuveiki (*Listonella anguillarum*). Auk þess hefur orðið vart *Flexibacter*-sýkingar á roði þorsks. Utan á tálknun og roði gætir helst sýkinga af völdum einfruma sníkjudýra (*Ichthyobodo* tegund og *Trichodina* tegundir). Sýkingar af völdum tveggja annarra tegunda frumdyra, annars vegar í tálknun og ýmsum innri líffærum (*Loma* tegund) og hins vegar í gervitálknun (X-cell disease) hafa reynst öllu varhugaverðari. Ef undan eru skildar vörtur á roði þorsks, sem að líkindum stafar af veirusýkingu, þá hafa ekki enn greinst veirusjúkdómar í íslenskum eldisþorski. Helsta ógnun af völdum veira í þorskeldi er sennilega svokallað taugadrep (noda-veira) annars vegar og brisdrep (Birma-veira) hins vegar.

Ýmsir þættir, auk sjúkdóma, hafa áhrif á heilsu eldisþorsks. Sumir tengjast óheppilegum umhverfisskilyrðum en aðrir eru ókunnir. Nefna má í þessu sambandi þörungablóma og marglyttur er geta skaddað tálkn og roð fiska, sjálfrán, sundmagasótt, loftbólueiki, augnskaða ýmis konar og afmyndun á bol. Þá er mikilvægt fyrir heilbrigði fiska að fóður hafi rétt hlutföll mismunandi næringarþátta fyrir viðkomandi fisktegund. Það treystir gæði hrogna og bætir lifun lirfa. Þróun fódurs miðar einnig að því að bæta í það ónæmisörvandi efnum eða bætibakteríum sem hemja fjölgun eða draga úr áhrifum óæskilegra örvera í umhverfi lirfanna.

Ónæmiskerfi fiska hefur öll megineinkenni ónæmiskerfis spendýra. Vegna lægri stöðu í þróunarsögunni og lífsskilyrðum eru þó mikilvægir þættir ólíkir. Til dæmis er sérvirkt ónæmissvar gegn sýkingu eða bólusetningu seinvirkt og háð hita og ónæmisminni er takmarkað. Þrátt fyrir þessa annmarka eru mörg dæmi um að bólusetning hafi gefist vel í fiskeldi. Annar mikilvægur þáttur sem hafa þarf í huga er hversu lengi hinar ýmsu tegundir í fiskeldi hafa verið þróunarsögulega aðskildar. Af þessu leiðir að viðbrögð mismunandi fisktegunda gegn sýkingu geta verið mjög ólík. Þorskurinn myndar t.d. illa sérvirkt mótefnasvar og sérvirka ónæmiskerfið þroskast tiltölulega seint. Hins vegar eru margir ósérvirkir varnarþættir mjög öflugir hjá þorski.

ABSTRACT

Arni Kristmundsson, Bergljot Magnadóttir, Bjarnheidur K. Guðmundsdóttir, Gísli Jonsson, Matthías Eydal, Rannveig Björnsdóttir, Sigríður Guðmundsdóttir & Sigurður Helgason 2004: Diseases of farmed cod. In: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (eds), *Cod farming in Iceland. Marine Research Institute. Report 111: 145-173.*

This paper describes diseases, which can affect cod at different developmental stages, i.e. from the initial feeding of cod larvae to the onrearing phases, first in land based tanks and subsequently in sea cages for harvesting. The paper also describes the main characteristics of the immune system of fish, with emphasis on cod, and depicts the main differences compared to the immune system of warm blooded animals. The main emphasis is on the situation in Iceland.

Similar diseases have been experienced in farmed cod in Iceland as in other countries. In Iceland bacterial infections of main concern have been atypical furunculosis (*Aeromonas salmonicida* ssp. *achromogenes*) and vibriosis (*Listonella anguillarum*). Skin infections due to *Flexibacter* sp. have also been noted. External infections on gills and skin are mainly due to protozoa ectoparasites (*Ichthyobodo* sp. and *Trichodina* spp.). Infections caused by two other protists, in gills and various internal organs (*Loma* sp.) and in pseudobranchs (X-cell disease), have proved a more serious problem. Apart from papillomas in the skin, which is probably due to a viral infection, no other viral diseases have so far been diagnosed in Icelandic farmed cod. The main threat to cod farming from viral infections would probably be viral nervous necrosis (nodavirus) and infectious pancreas necrosis (Borna-virus).

Many other factors, apart from infectious diseases, can affect the health of farmed cod. Some are linked to unfavourable environmental conditions while other factors are unknown. For example, algal blooms and jellyfish can harm the gills and skin of fish, and cannibalism, swim bladder syndrome, gas bubble disease, various eye injuries and body deformities have been observed. Correct and balanced food for a particular fish species is essential for fish health, enhances egg quality and subsequent survival of larvae. Food development also includes stimulants of the immune system and bacteria, which can inhibit the growth or reduce the effects of unfavourable bacteria in the larval environment.

The immune system of fish shares all the main features with the immune system of mammals. However, due to their lower evolutionary status and aquatic environment certain differences exist. For example, the specific antibody response to infection or vaccination is slow and temperature dependent, and immunological memory is limited. In spite of this, vaccinations of various aquaculture fish species are frequently successful. Another fact to be considered is the long evolutionary separation of many of the fish species used in aquaculture, which results in important differences in their immune response to infections. Cod, for example, is a poor antibody responder and its specific immune system develops relatively late whereas many of its non-specific defence parameters are highly active.

INNGANGUR

Í nokkrum löndum við norðanvert Atlants-haf, einkum í Noregi, Danmörku, Skotlandi, Íslandi og Kanada, eru vonir bundnar við að þorskeldi geti orðið arðbært. Til þess að tryggja sem best að sú verði raunin þá er nauðsynlegt að sinna fjölbreyttum rannsóknum er tengjast eldi þessarar fisktegundar.

Á Íslandi beina menn nú sjónum að eftir-töldum fjórum meginþáttum eldisferils í því skyni að afla þekkingar og reynslu, áður en lagt er í umfangsmeira eldi: a) kynbótum klakfiska-stofna, b) frumfóðrun lirfa, c) strandeldi seiða af eldis- og villiuppruna, og d) áframeldi í kvíum.

Íslenskt þorskeldi er ýmist fólgið í áframeldi á smáþorski, sem er veiddur og síðan fluttur í kvíar eða strandker til áframeldis, eða eldi seiða sem alin eru frá kvíðpokastigi. Afföll eru enn allt of mikil á fyrstu stigum eldisins og eru ástæður þess oft lítt þekktar. Við veiðar getur fiskurinn skaðast og þá eiga bakteríur greiðan aðgang að blóðrás fisksins í gegnum sár. Þorskur er mjög streitunæm tegund en streita veikir ónæmiskerfi fiska og minnkar þannig þol gegn sýkingum (Bergh 1999). Veiðar, flutningur, meðhöndlun, svæfing eða mikill þéttleiki í eldiskeri geta aukið streitu fisksins og þar með sjúkdómslíkur. Margt bendir til þess að bakteríusýkingar valdi miklum afföllum á lirfum og ungum seiðum (Bergh o.fl. 1997). Meginskýringin kann að vera sú að lirfur og yngstu seiðin eiga erfitt með að verjast óhagstæðum bakteríum í umhverfinu áður en sérvirkt ónæmiskerfi þeirra er þroskað. Það er því mikilvægt að þróaðar verði aðferðir til þess auka lifun hjá lirfum og smáseiðum.

Sjúkdómar fylgja jafnan dýrahaldi og hafa menn ekki farið varhluta af tjóni af þeirra völdum í fiskeldi. Sjúkdómseinkenni í kjölfar sýkingar eru afleiðing af áhrifum sýkils og ónæmiskerfis hýsilsins á vefi og líffæri hins sýkta dýrs. Hér á eftir verður fjallað um ónæmiskerfi þorsks og helstu sjúkdóma og sýkla sem vart hefur orðið í þorskeldi. Sérstök áhersla verður lögð á sjúkdóma í íslenskum eldisþorski. Reynt verður að leiða líkur að hugsanlegum áhrifum hvers þeirra á heilsu eldisþorska hérlendis í framtíðinni. Einnig verður fjallað um sjúkdómsmeðferð og hvaða forvarnir eru tiltækar.

ÓNÆMISFRÆÐI ÞORSKS

Ónæmiskerfi fiska

Ónæmiskerfið ver lifverur gegn sýklum, þ.e. bakteríum, veirum, sveppum og sníkjudýrum. Einnig veitir það vörn gegn skaðlegum stórsam-eindum með því að greina hvað er frábrugðið eigin sameindum og síðan eyða þeim. Kerfið bregst einnig við breytingum á eigin frumum og dregur þannig úr líkum á æxlismyndun. Ónæmiskerfið er flókið samspil margra og ólíkra þátta. Í hryggdýrum er ónæmiskerfinu skipt í tvær megin línur, þ.e. ósérvirka og sérvirka ónæmiskerfið.

Ósérvirkt ónæmiskerfi er í öllum dýrum, bæði hryggleysingjum svo sem skeldýrum, sniglum og skordýrum, og í hryggdýrum eins og fiski og spendýrum. Ósérvirka ónæmiskerfið þekkir nokkrar algengar sameindir á yfirborði sýkla, oft fjölsykrur. Það byggir á vel varðveittum en tiltölulega fáum þáttum eins og lektínium (tafla 1), ensímum og ensím hindrum. Ósér-virkir varnarþættir bregðast þegar í stað við áreiti, en viðbrögðin breytast ekki við endur-tekið áreiti en það má örva þessa varnarþætti með ýmsum efnum oft unnum úr bakteríum.

Sérvirkt ónæmiskerfi er einungis í hryggdýrum og í þróunarsögunni kemur það fyrst fram í fiskum fyrir u.þ.b. 400 milljón árum. Sérvirka ónæmiskerfið þekkir nær óteljandi fjölda sameinda. Þetta byggist á þáttum eins og mót-efnum, viðtökum á eitilfrumum og vefjaflokka-sameindum sem sýna fjölbreytilega bindigetu við framandi sameindir. Sérvirkir varnarþættir bregðast hægar við áreiti en ósérvirkir þættir, sérstaklega hjá dýrum með misheitt eða kalt blóð eins og fiskum. Viðbrögð sérvirka ónæmis-kerfisins eru hins vegar víðtækari og öflugri og það hefur innbyggt minni, sem veldur því að viðbrögðin verða bæði sérhæfðari og sterkari þegar sama áreiti er endurtekið eins og gerist við endurtekna sýkingu eða bólusetningu. Þó að þessi tvö kerfi séu gjarnan aðgreind á þennan hátt þá er öflugt samspil þeirra á milli, m.a. tekur örvun ósérvirkra þátta við sýkingu þátt í að ræsa sérvirkt ónæmissvar.

Fiskar bera öll meginseinkenni ónæmiskerfis spendýra, en vegna stöðu þeirra í þróunar-sögunni og lífsskilyrða eru mikilvægir þætti frábrugðnir. Ein helsta framþróunin hjá spendýrum er mikil framleiðsla hvítfrumna í bein-merg, eitlakerfi, kímstöðvar og mismunandi mótefnaflokkar (5 flokkar), allt mikilvægir

Tafla 1. Helstu þættir ósérvirka ónæmiskerfisins, sjá Bergljót Magnadóttir (2004)

Table 1. The main components of the innate immune system, Bergljót Magnadóttir (2004)

YTRI VARNARÞÆTTIR: SLÍM, HREISTUR OG HÚÐ

Raunhindrar sem innihalda einnig fjölmörg af þeim frumum og efnum sem skilgreind eru hér fyrir neðan

INNRI VARNARÞÆTTIR**a) Frumur:****Átfrumur:**

Ýmsar gerðir frumna sem þekkja ákveðnar sameindir eða merkingar (áthúðun) á sýklum (t.d. bakteríum) og eyða með áti

Ósérhæfðar drápsfrumur:

Drepa sérstaklega veirusýktar frumur við snertingu

b) Leysanleg efni:

(í blóði og öðrum vessum)

Vaxtahindrar:

Interferon (hindrar veirusýkingu) og járnbindiþættir (ferritin, hindrar bakteríuvöxt)

Ensimhindrar:Gera ensím ýmissa baktería óvirk (t.d. α 2-macroglobulin)**Ensím og ensímferli:**

Einstök ensím sem rjúfa bakteríuveggi (t.d. lysozyme), eða ensím sem eru hluti af flóknu ferli eins og rofferli komplement kerfisins

Kekkjunar- og útfellingarþættir (lektín):

Efni sem tengja framandi mótefnavaka og valda útfellingum og/eða merkja sýkla fyrir átfrumur (áthúðun)

Komplement kerfið:

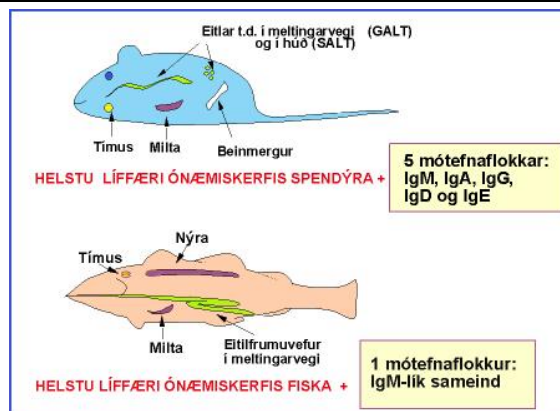
Öflugt frumurofs- og áthúðunarkerfi sem samanstendur af 20-30 próteinum. Býður uppá samspil sérvirkra og ósérvirkra varnarþátta. Bæði sérvirk mótefni gegn sýklum og ósérvirkir þættir eins og lektín geta ræst þetta kerfi

Ónæmisboðefni

Ýmis boðefni sem kalla á og stýra ónæmisviðbrögðum (cytokines)

þættir fyrir fljótvirkt og öflugt sérvirkt ónæmis-svar og ónæmisminni (Du Pasquier 1982, Du Pasquier 1993). Tiltölulega takmörkuð framleiðsla hvítfrumna fer fram í ýmsum líffærum fiska eins og tímus og nýra, þeir hafa ekki eiginlega eitla eða kímstöðvar og yfirleitt aðeins einn mótefnaflokk (IgM). Þessi munur endurspeglast m.a. í því að líffæri ónæmiskerfisins eru ólík í fiskum og spendýrum eins og sýnt er á 1. mynd. Þessi munur hefur í för með sér að sérvirkt ónæmissvar fiska, t.d. myndun mótefna við sýkingu, er seinvirkara, mótefnasvarið eflist ekki eftir því sem frá líður eða við endurtekna sýkingu (eða bólusetningu) og ónæmisminni er takmarkað. Bólusetning, sem er helsta forvörn gegn sjúkdómum, byggir á sérvirku svari. Þrátt fyrir framangreinda annmarka sérvirka kerfisins í fiski eru mörg dæmi um að bólusetning gefi góða raun í fiskeldi. Það vegur á móti ófullkomnu sérvirku ónæmiskerfi fiska að þeir hafa öflugt ósérvirkt varnarkerfi (tafla 1).

Ósérvirka þætti má finna á yfirborði, einkum í slími og í innra varnarkerfi þar sem át- og drápsfrumur og fjölmörg efni í sermi (blóðvatni) og vessum eyða, hindra eða tefja sýkla eða eitrefni (Alexander & Ingram 1992). Komplement kerfið (tafla 1) er samspil fjölmargra



1. mynd. Helstu líffæri ónæmiskerfis spendýra og fiska. Framnýra er aðal líffæri ónæmiskerfis fiska, sem hafa enga eiginlega eitla en þó er vísir að eitilfrumuvef í meltingarvegi. Beinfiskar hafa flestir einn mótefnaflokk, IgM.

Figure 1. The main organs of the immune system of mammals and fishes. The anterior kidney is the main immune organ of fishes, they have no proper lymph nodes although a lymphoid-like tissue is seen in the alimentary canal. Bony fishes have basically only one immunoglobulin class, IgM.

próteina sem greina sýkla með hjálp mótefna (lengra ferlið) eða ósérvirkra þátta (t.d. lektína, styttra ferlið) og eyða þeim með frumurofi eða áthúðun. Á síðustu árum hafa margar tilraunir

verið gerðar til að efla þessa ósérvirku varnarþætti í eldisfiski sérstaklega á fyrstu vikum eftir klak áður en sérvirkir ónæmisþættir hafa þroskast. Árangurinn hefur verið breytilegur eftir þeim efnum sem notuð hafa verið, fisktegund og ytri aðstæðum (Vadstein 1997, Gatesoupe 1999, Robertsen 1999, Sakai 1999, Skjermo & Vadstein 1999, Gomez-Gil o.fl. 2000, Booth & Alquezar 2002, Cook o.fl. 2002, Irianto & Austin 2002). Auknar rannsóknir á þessu sviði eru taldar mikilvægar með tilliti til þess að minnka notkun sýklalyfja í eldi.

Ónæmisviðbrögð fiska eru háðari utanaðkomandi þáttum en ónæmiskerfi spendýra, einkum hita. Algengt er að mismunandi ónæmisþættir séu virkir á ólíku hitabili (Miller & Clem 1984). Aðrir þættir sem hafa áhrif á ónæmiskerfi fiska eru t.d. aldur, kyn, kynþroski, árstími, fæðuframboð, fæðugerð, mengun, vatnsgæði og erfðir (Blazer 1992, Zapata o.fl. 1992, Pilarczyk 1995, Espelid o.fl. 1996). Streita og öll meðhöndlun getur einnig haft slæm áhrif á varnarkerfi fiska. Þá má einnig nefna að þroskun ónæmiskerfisins frá frjóvguðu hrogni til fullþroskaðs fisks er mjög breytileg á milli tegunda, þ.m.t. myndun sérvirks mótefnasvars (Schröder 1998, Schröder o.fl. 1998).

Þessi breytileiki endurspeglar það að hinar ýmsu tegundir fiska hafa verið þróunarsögulega aðskildar í meira en hundrað milljón ár. Grunnþættir ónæmiskerfis þeirra eru hinir sömu, en tegundirnar hafa þróað með sér breytileika sem birtist í mismunandi sjúkdómsvörnum. Því er óvarlegt að yfirfæra þekkingu á ónæmisviðbrögðum einnar tegundar yfir á aðra (Press & Jørgensen 1998). Margar rannsóknir hafa sýnt fram á þetta, t.d. hvað varðar ólík viðbrögð mismunandi fisktegunda við bólusetningu (Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir & Sigríður Guðmundsdóttir 1997, Lillehaug o.fl. 2003, Sigríður Guðmundsdóttir o.fl. 2003, Bryndís Björnsdóttir o.fl. 2004) svo og aðrar samanburðarrannsóknir á ónæmiskerfi laxa og þorska (Bergljót Magnadóttir 2000a). Því er nauðsynlegt að rannsaka ónæmiskerfi hverrar tegundar sérstaklega og viðbrögð þess við áreiti og sýkingum.

Í sínu náttúrulega umhverfi er fiskur vel búinn til að verjast sjúkdómum eða öðru áreiti á ónæmiskerfið. Við eldisaðstæður er hins vegar hættara við því að ýmsar streituaðstæður auki óhóflega álag á ónæmiskerfið og bæli ónæmisviðbrögð. Því er mikilvægt að haga eldisaðstæð-

um þannig að ónæmiskerfið sé ekki undir óeðlilegu álagi.

Rannsóknir að Keldum á ónæmiskerfi þorsks

Í kjölfar tilraunaeldis á þorski á Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar á Stað við Grindavík upp úr 1990 hófust rannsóknir að Keldum á ónæmiskerfi þorsks. Þessar rannsóknir fengu aukið vægi með tilkomu styrks frá Norrænu Ráðherranefndinni í Kaupmannahöfn (1996-1999) og hefur síðan verið fram haldið með styrkjum frá Rannsóknasjóði H.Í., Vísindasjóði Rannís, Lýðveldissjóði og Sjávarútvegsráðuneytinu, svo og með þáttöku í Evrópu verkefninu FISHAID (2000-2004).

Framangreind rannsóknaverkefni hafa bæði beinst að villtum þorski og eldisþorski. Gerðar hafa verið rannsóknir á byggingu þorskamótefnis og ítarlegar rannsóknir á komplementkerfinu (Bergljót Magnadóttir 1998, Bergljót Magnadóttir 2000b, Bergljót Magnadóttir o.fl. 2002a, Bergljót Magnadóttir & Sigrún Lange 2004, Sigrún Lange o.fl. 2004a, Sigrún Lange o.fl. 2004b).

Þá voru könnuð áhrif ýmissa umhverfisþátta, svo sem hita, aldurs/stærðar, kyns og árstíðar, á ónæmisþætti í sermi þorska (Bergljót Magnadóttir o.fl. 1999a, Bergljót Magnadóttir o.fl. 1999b) svo og áhrif bólusetningar og sýkingar (Bergljót Magnadóttir o.fl. 2001, Bergljót Magnadóttir o.fl. 2002b).

Evrópuverkefnið FISHAID hefur einkum beinst að rannsóknnum á þroskun ósérvirkra ónæmisþátta frá frjóvguðu hrogni til fullmótaðs seiðis og áhrif ýmissa ónæmisörvandi efna, t.d. fitufjölsykra (LPS) unnum úr kýlaveikibróður bakteríunni og lífrænna bætiefna, á lifun og sjúkdómsþol þorsklirfa (Bergljót Magnadóttir o.fl. 2004, Sigrún Lange o.fl. 2004b).

Ýmsar athyglisverðar niðurstöður hafa fengist og er vísað í ofangreindar heimildir og heimasíðuna www.hi.is/gadus.

ÖRVERUFLÓRA Í FRUMELDI ÞORSKLIRFA - ÁHRIF Á HEILSU LIRFANNA - VIÐBRÖGÐ

Frumfóðrun í eldi

Líkt og lirfur annarra sjávarfiska þurfa þorsklirfur lifandi fóður (fóðurdýr) fyrstu vikurnar eftir að kviðpokastigi lýkur (hjöldýr, krabbadýr (Artemia)). Mikil afföll verða jafnan á lirfum á þessu tímabili og er þetta megin

flöskuhálsinn í eldi margra fisktegunda. Rannsóknir benda til að lífrænt álag í eldisumhverfi lirfanna (örverur, annað lífrænt efni og úrgangur) hafi víðtæk áhrif á gæði, vöxt og afkomu lirfa á þessu viðkvæma stigi (Grisez o.fl. 1996, Griffiths o.fl. 2001). Fóðurdýrin eru jafnan alin í þéttum ræktum áður en þeim er dreift sem næringu í lirfukerín. Við þetta verður örveruflóra fóðurdýranna óhjákvæmilega einhæfari en í ólíkum tegundum dýrasvifs sem lirfurnar nærast á í sínu náttúrulega umhverfi (Griffiths o.fl. 2001).

Óhófleg fjölgun tækifærissýkla og sjúkdómsvaldandi baktería í stríðeldi fiska er einnig vel þekkt vandamál sem leiðir til lélegri vaxtar og lifunar (Dhert o.fl. 1998). Afkoma lirfa meðan á frumfóðrun stendur getur þó verið slök án þess að sjúkdómsvaldandi bakteríur greinist, og geta afföll orðið allt að 100% í einstaka kerum án þess að skýring finnist þar á (Eddy & Jones 2002). Reynt er að halda örverufjölda í skefjum með því að meðhöndla lirfur og fóðurdýr með ýmsum efnum og lyfjum, en það hefur reynst nauðsynlegt til þess að hindra afföll. Lyfjanotkun er þó talin óæskileg, ekki síst vegna hættu á útbreiðslu lyfjaónæmis meðal örvera. Einnig er hætt við að notkun lyfja gefi eldinu neikvæða ímynd (Hansen & Olafsen 1999).

Nýlega er hafin rannsókn á bakteríuflóru þorsklirfa og eldisumhverfinu á Stað við Grindavík. Slíkar rannsóknir hafa verið stundaðar í lúðueldi hérlendis í nokkur ár.

Mat á örveruflóru

Svipgerðareiginleikar

Ræktun baktería á næringarætum og greining þeirra m.t.t. lífefnafræðilegra eiginleika (svipgerðareiginleika) er sú aðferð sem mest hefur verið notuð til þess að rannsaka hvaða bakteríutegundir eru ríkjandi í eldisumhverfinu hverju sinni. Vandinn er hins vegar sá að innan við 5% umhverfisflóru úr lífríki sjávar er talin ræktanleg á næringarætum í rannsóknastofu og þannig tiltæk til greiningar svipgerðareiginleika (Armann & Schleiffer 1995, Griffiths *et al.* 2001, Verner-Jeffreys *et al.* 2003). Í nýlegri samantekt rannsóknaniðurstaðna á samsetningu ræktanlegrar flóru í eldi sjávartegunda kemur fram mikill breytileiki. Hver eldiseining og sérhver eldisgerð hefur sín sérkenni og virðist jafnvel sem tilviljun ráði hvaða örverusamfélag nær yfirhöndinni. Óæskileg flóra virðist því oft ná fótfestu án sýnilegra skýringa (Verdonck o.fl.

1997, Hansen & Olafsen 1999, Ringø & Birkbeck 1999). Af þessum sökum hefur í flestum tilfellum reynst erfitt að koma auga á samhengi milli vaxtar og afkomu lirfa og hins vegar fjölda eða tegundasamsetningar ræktanlegrar flóru. Ræktun og flokkun örvera úr eldinu segir því einungis til um tegundaskiptingu hins ræktanlega hluta bakteríuflórunnar og því hefur meðhöndlun og forvarnaraðgerðum aðallega verið beint að þeim hluta. Bakteríur úr lífríki sjávar eru samsafn tegunda þar sem fjölbreytileiki er mikill m.t.t. lífefnafræðilegra eiginleika og oft flokkast þær því ekki á fullnægjandi hátt með hefðbundnum greiningaraðferðum (Vandenberghe o.fl. 2003). Erfitt hefur reynst að gera samanburð á flokkun flóru úr mismunandi eldi m.t.t. svipgerðareiginleika. Þetta er ekki síst talið stafa af mismunandi vali rannsóknarmanna á greiningaraðferðum, en eðlislægur breytileiki flóru í hverri eldiseiningu er þó einnig talinn hafa áhrif þar á (Verner-Jeffreys o.fl. 2003).

Arfgerðareiginleikar

Með rannsóknum á arfgerðareiginleikum bakteríuflóru úr lífríki sjávar er öll flóran gerð sýnileg (Armann & Schleiffer 1995, Zweifel & Hagstrom 1995, Osborn o.fl. 2000, Verner-Jeffreys o.fl. 2003). Mikil þróun hefur orðið á aðferðum við örverugreiningar á liðnum áratug. Komið hefur í ljós að ákveðið svæði erfðamengis baktería, nánar tiltekið í hvatberum þeirra (16S rDNA), er vel varðveitt en þó breytilegt eftir bakteríutegundum og því kjörið til rannsókna á arfgerðarbreytileika flórunnar (Wilson o.fl. 1990, Weisburg o.fl. 1991, Armann & Schleiffer 1995, Zweifel & Hagstrom 1995, March 1999, Osborn o.fl. 2000, Griffiths o.fl. 2001, Verner-Jeffreys o.fl. 2003). Erfðafræðilegar aðferðir eru næmar og hraðvirkar og því ákjósanlegar til þess að meta breytileika flórunnar og gera samanburð á dreifingu örvera í mismunandi eldi og við mismunandi eldisaðstæður. Notkun þessara aðferða hefur þó þann annmarka að enn eru gagnabankar til samanburðar af skornum skammti og því er í flestum tilvikum erfitt að greina þessar örverur með nákvæmni til ætta, ættkvísla eða tegunda. Þess konar flokkun byggist því enn mikið á svipgerðargreiningum. Með arfgerðargreiningum og samanburði við fyrirliggjandi gagnagrunna getur þó fengist svar við því hvaða þekktar tegundir liggja næst þeim tegundum sem rannsakaðar eru (Griffiths o.fl. 2001).

Frávik og viðbrögð við þeim

Skömmu eftir klak berast örverur í meltingarveg með eldisvökva sem lifurnar drekka til að viðhalda vökvajafnvægi. Því þarf að leita leiða til að draga úr fjölda óæskilegra örverutegunda sem berast í eldisumhverfið, t.d. með fæðudýrum, og takmarka jafnframt vaxtarmögu-leika óæskilegra baktería. Markviss notkun „æskilegra“ baktería (probiotics) er talinn ákjósanlegur kostur en þessar tegundir geta ýmist haft óbein áhrif sem samkeppnisaðilar við óæskilega flóru en einnig bein æskileg áhrif á meltingarflóru og þar með vöxt og heilbrigði liffanna á þessu viðkvæma stigi eldisins. Vonast er til að með þessu megi jafnvel losna alfarið við efna- og lyfjanotkun í eldinu (Bergh 1995, Gildberg o.fl. 1997, Gildberg & Mikkelsen 1998, Hansen & Olafsen 1999, Salvesen o.fl. 1999, Gomez-Gil o.fl. 2000, Makradis o.fl. 2000, Ottesen & Olafsen 2000, Robertson o.fl. 2000, Makradis o.fl. 2001, Nikoskelainen o.fl. 2001, Spanggaard o.fl. 2001, Irianto & Austin 2002).

Nauðsynlegt er að þróa aðferðir til þess að hafa áhrif á tegundasamsetningu bakteríuflóru í eldisumhverfi lifra og takmarka fjölda þeirra sem mest. Leita þarf leiða til að styðja við vöxt æskilegra bakteríutegunda og bæta jafnvel völdum tegundum í fóður eða eldisumhverfi liffanna í þeim tilgangi að hamla vexti óæskilegrar flóru í meltingarvegi og eldisumhverfi þeirra á þessu viðkvæma stigi eldisins. Þó ber að hafa í huga að eðlislægur breytileiki á milli einstaka eldisstöðva gerir það að verkum að val árangursríkra aðferða getur að hluta til

verið staðbundið. Lengi býr jafnan að fyrstu gerð og líklegt er talið að erfiðleikar og lélegur vöxtur á fyrstu stigum fóðrunar geti haft áhrif á vöxt og gæði eldisfisksins á síðari stigum eldisins og jafnvel á gæði lokaafurðar til vinnslu og manneldis.

SMITSJÚKDÓMAR

Það eru einkum fjórir hópar fiska í eldi við strendur Norður-Atlantshafs, en það eru laxfiskar, þorskfiskar, flatfiskar og steinbítar. Ýmis-konar sýklar (veirur, bakteríur, sveppir og sníkjudýr) valda alvarlegum sjúkdómum í fiskum þessara hópa, og smit getur oft borist frá einni fisktegund í aðra. Nokkuð er mismunandi fyrir hvaða sýklum mismunandi tegundir fiska eru næmastar. Ennfremur er næmi fiska háð aldri og eldisaðstæðum.

Helstu bakteríusjúkdómar í þorski

Átta tegundir baktería eru helstu sjúkdómsvaldar í eldisfiskum við strendur Norður-Atlantshafs (tafla 2).

Vibríuveiki – *Listonella* og *Vibrio* tegundir

Sú bakteríutegund, sem mestum skaða hefur valdið í þorskeldi erlendis er *Listonella anguillarum* (áður nefnd *Vibrio anguillarum*) (Lillehaug o.fl. 2003). Hún er talin valda sjúkdómi í yfir 48 tegundum fiska (Austin & Austin 1999). Tuttugu og þremur hópum með mismunandi mótefnavaka (O-sermihópa) innan tegundarinnar hefur verið lýst, en aðeins fjórir þeirra O1, O2, O4 og O6 tengjast sjúkdómi í þorski. Stofnar af sermigerð O2β eru oftast

Tafla 2. Yfirlit yfir helstu bakteríur, sem tengjast sjúkdómum í mismunandi fisktegundum í Norður-Atlantshafi. (Dagbækur Rannsóknadeildar fisksjúkdóma, Tilraunastöð H. Í. í meinafræði að Keldum, Möller & Anders 1989, Sørum o.fl. 1990, Larsen o.fl. 1994, Bergh o.fl. 1997, Santos o.fl. 1997, Austin & Austin 1999, Bergh 1999, Larsen & Pedersen 1999, Poppe 1999, Bergh o.fl. 2001, Espelid 2002, Støttrup 2002, Lillehaug o.fl. 2003).

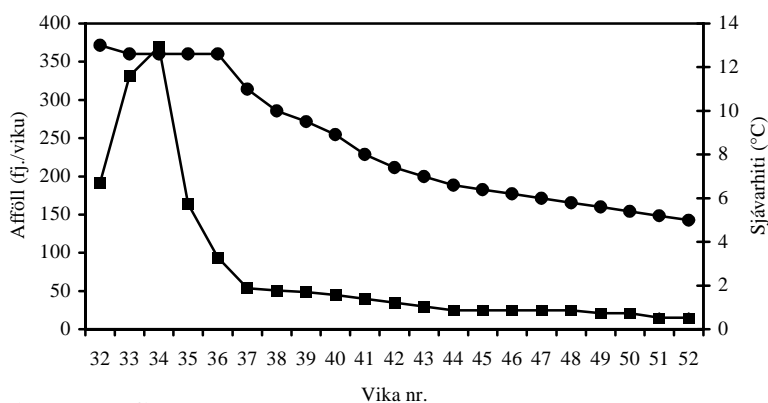
Table 2. A list of the main bacterial pathogens associated with diseases in fish species in the North-Atlantic Ocean (Diaries of the Fish Disease Laboratory, Institute for Experimental Pathology, University of Iceland, Keldur, Möller & Anders 1989, Sørum et al. 1990, Larsen et al. 1994, Bergh et al. 1997, Santos et al. 1997, Austin & Austin 1999, Bergh 1999, Larsen & Pedersen 1999, Poppe 1999, Bergh et al. 2001, Espelid 2002, Støttrup 2002, Lillehaug et al. 2003).

Baktería	Þorskfiskar	Laxfiskar	Flatfiskar	Steinbítar
* <i>Listonella (Vibrio) anguillarum</i>	N	N	N	N
* <i>Aeromonas salmonicida</i>	N	N	N	N
<i>Moritella viscosa (Vibrio viscosus)</i>	N	N	S	?
<i>Vibrio salmonicida</i>	N	N	N	?
* <i>Cytophaga-Flexibacter</i> líkar	N	N	N	?
* <i>Chlamydia</i> - eða <i>Rickettsia</i> líkar	N	N	N	?
<i>Yersinia ruckeri</i>	N	N	?	?
<i>Mycobacteria</i> spp.	N	N	N	N

N, næmir; S, næmir í sýkingartilraun; ?, ekki verið greint; * tegundir greindar í íslenskum þorski

2. mynd. Vikuleg afföll (■) þorska í sjókví við Ísland og sjávarhiti (●). Þorskurinn var með staðfesta *L. anguillarum* sýkingu, sem var ekki meðhöndluð með lyfjum (Gögn frá Gísla Jónssyni).

Figure 2. Weekly losses (■) of cod in a sea cage in Iceland and sea temperature (●). An infection by *L. anguillarum* was manifested. The fishes were not treated with antibiotics (Data from Gísla Jónsson).

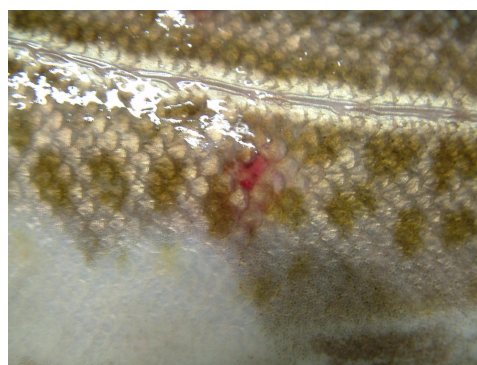


einangraðir úr sjúkum þorski (Buchmann o.fl. 1993, Santos o.fl. 1997). Vibríuveiki hefur greinst í íslenskum eldisþorski bæði í kvíum og í seiðastöð (Rannsóknadeild fisksjúkdóma, Keldum, óbirt gögn). Bakterían er mjög smitandi og getur valdið miklum afföllum. Kjörhiti bakteríunnar er 15-18°C (Austin & Austin 1999) og algengast er að sýkingar komi upp þegar sjávarhiti hefur náð 10-12°C. Hér við land er sjávarhiti mestan hluta ársins undir 10°C. Talsverð afföll þorska í eldiskví við Ísland urðu eftir að vibríuveiki var greind þar í ágústbyrjun 2003 (2. mynd). Fiskarnir fengu ekki lyf en afföll voru óveruleg eftir að sjávarhiti fór undir 10°C (Gísla Jónsson, óbirt gögn).

L. anguillarum sýkir þorsk og ýmsar aðrar fisktegundir. Sjúkdómseinkenni eru breytileg eftir aldri fisksins, ástandi hans og sjávarhita. Í lirlum og seiðum undir 8 g er sýkingin oftast mjög bráð. Sjúkdómseinkenni eru þá helst dökkun á roði og útstæð augu. Fiskar sem lifa af sýkingu verða oft einkennalausir smitberar. Sýkin magnast því auðveldlega á ný ef fiskarnir verða fyrir óhóflegu álagi. Þá koma gjarnan fram ytri einkenni, svo sem sár á roði eða blóðsókn við rætur sporðs og ugga, og einnig á höfði. Yfirleitt sjást ekki innvortis einkenni (Larsen & Pedersen 1999).

Í 1-3 ára þorski er *L. anguillarum* sýking oftast langvarandi með stöðugum, en ekki mjög miklum afföllum í langan tíma. Helstu einkenni eru roðsár (3. mynd) og roðapot (aukin blóðsókn), einkum við ugga (4. mynd), sporð og á haus. Algengt er að fiskar hafi útstæð augu, stundum með blæðingum og stundum líka með bólgu (5. mynd), og séu blindir og vannærðir (Larsen & Pedersen 1999).

Bakterían *Vibrio salmonicida* hefur einnig greinst í þorski, en veldur ekki nærri því eins miklum vanda og *L. anguillarum*. Þorskur er ekki jafn næmur fyrir sýkingu og lax (Larsen & Pedersen 1999), en smit getur þó borist frá laxi í



3. mynd. Vibríusár á þorski (1 kg). Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 3. A skin ulcer on cod with vibriosis. Photo: Árni Kristmundsson



4. mynd. Roðapot við eyrugga á þorski með vibríuveiki. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 4. Cod with vibriosis affected with erythema at the base of a pectoral fin. Photo: Árni Kristmundsson.



5. mynd. Blæðing í útstæðu auga á þorskseiði (90 g) með vibríuveiki. Myndataka: Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir.

Figure 5. A juvenile cod (90 g) with exophthalmus and haemorrhage induced by vibriosis. Photo: Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir.

þorsk (Sørum o.fl. 1990). *V. salmonicida* hefur greinst í kviðpokaseiðum og hugsanlega tengist bakterían seiðaafföllum (Bergh o.fl. 2001). Í laxi hefur sjúkdómur af völdum *V. salmonicida* verið nefndur kuldavibría (Larsen & Pedersen 1999) eða Hitraveiki, og verður helst vart í sjávarhita undir 10°C. Bakterían hefur ekki enn greinst í íslenskum eldisþorski.

Vírusýkingar er hægt að meðhöndla með sýklalyfjum, auk þess sem bóluferni eru nú á markaði.

Kýlaveikibróðir-*Aeromonas salmonicida*

Aeromonas salmonicida bakteríustofnum er skipt í fimm undirtegundir, *salmonicida*, *achromogenes*, *masoucida*, *pectinolytica* og *smithia*. Undirtegund *salmonicida* veldur kýlaveiki, einkum í laxfiskum. Stofnar undirtegundarinnar *salmonicida* eru jafnan nefndir týpískir (typical) en stofnar annarra undirtegunda ótýpískir (atypical). Sýkingar sumra ótýpískra stofna valda kýlaveikibróður og hliðstæðum sjúkdómum í villtum og ræktuðum fiski bæði í fersku vatni og sjó. Bakterían hefur einangrast úr yfir 20 tegundum eldisfiska og meira en 30 tegundum af villtum fiski. Samanburðarrannsóknir á mismunandi stofnum hafa leitt í ljós töluverðan breytileika á svipfari og erfðaeiginleikum ótýpískra *A. salmonicida* stofna. Sjúkdómseinkenni eru breytileg og hafa ýmsir þættir þar áhrif s.s. mismunandi hýslar, stofnar og umhverfi. Sjúkdómar eru algengastir á norðlægum slóðum, auk Chile og Ástralíu, en þó hafa komið upp vandamál víðar s.s. í Miðjarðarhafslöndum (Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir 1998, Wiklund & Dalsgaard 1998, Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir o.fl. 2003). Kýlaveikibróðir er sá bakteríusjúkdómur sem mestum skaða hefur valdið í íslensku lax- og bleikjueldi. Kýlaveikibróðir hefur einnig greinst í villtum þorski, eldisþorski, eldislúðu, hlýra og hrognkelsum (Rannsóknadeild fisksjúkdóma, óbirt gögn), (Bergljót Magnadóttir o.fl. 2002a, Sigríður Guðmundsdóttir o.fl. 2003). Allir *A. salmonicida* stofnar, sem hafa einangrast úr íslenskum fiski með kýlaveikibróður, tilheyra undirtegundinni *achromogenes* (Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir o.fl. 2003).

Sýnt hefur verið fram á að bakterían *A. salmonicida* getur lifað í meira en 18 mánuði í sjávarseti og getur smitast frá fiski til fisks, með fóðri, áhöldum, vatni og fleiri umhverfisþáttum (Husevaag 1994, Bjarnheiður K. Guðmunds-

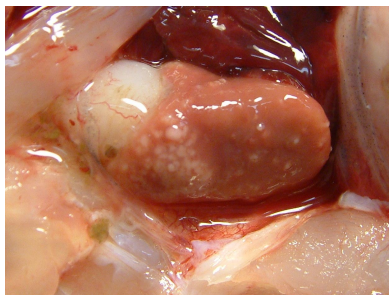
dóttir 1998, Wiklund & Dalsgaard 1998). Í tilraun þar sem villtur þorskur var alinn í misháum hita, kom kýlaveikibróðir upp í kerum þar sem sjávarhiti var hærri en 7°C (Bergljót Magnadóttir o.fl. 2002a). Kýlaveikibróðir getur blossað upp í þorski á öllum aldurs skeiðum við streituaðstæður. Sjúkdómseinkenni í kjölfar *A. salmonicida* undirtegundar *achromogenes* sýkingar í þorski eru einkum lystarleysi, afbrigðileg sundhegðun og sáramyndanir af mismunandi stærðum og gerðum (6. og 7. mynd). Vefjaskemmdir má greina í ýmsum líffærum og eru þær nokkuð ólíkar því sem gerist í laxi. Í þorski safnast bólgufurumur umhverfis bakteríuþyrpingar, sem á síðari stigum afmarka þyrpingarnar til að hindra frekari smitdreifingu. Við þetta myndast svokallaðir bólguhnúðar (granuloma) (8. mynd) (Bergljót Magnadóttir o.fl. 2002a). Í bráðasýkingu getur þorskurinn drepist nær einkennalaus (Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir 1998).

Kýlaveikibróður í þorski er hægt að meðhöndla með sýklalyfjum í fóðri. Bóluferni þróuð gegn kýlaveikibróður í þorski hafa ekki enn verið markaðssett.



6. og 7. mynd. Roðaþot, blæðingar og sár á þorski (200 g) með kýlaveikibróður (*A. salmonicida* undirtegund *achromogenes*). Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figures 6 & 7. Erythema, haemorrhage and ulceration in cod (200 g) with atypical furunculosis (*A. salmonicida* subspecies *achromogenes*). Photo: Árni Kristmundsson.



Mynd 8. Bólguhnúðar (ör) í hjarta þorsks með kylaveikibróður. Myndataka: Matthías Eydal.

Figure 8. Granuloma (arrow) in the heart of a cod infected with *A. salmonicida* subsp. achromogenes. Photo: Matthías Eydal.

Roðsár

Bakterían *Moritella viscosa* (áður nefnd *Vibrio viscosus*) hefur valdið roðsárum á þorski í kvíum að vetri til í Noregi. Sárin eru oft stór og algengt að afföll í faraldri verði um 10% (Støttrup 2002). Erfitt hefur reynst að meðhöndla *M. viscosa* sýkingar í laxi, og kann svo einnig að verða um þá sýkingu í þorski.

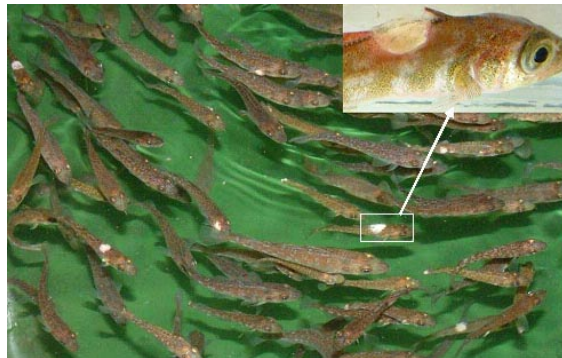
Hér á landi hefur *M. viscosa* ekki enn verið greind í þorski, en baðsýking á þorski með bakteríustofni úr íslenskum laxi olli um 30% afföllum (9. mynd). Því má gera ráð fyrir að þessi baktería verði vandamál í íslensku þorskeldi.

Bakteríur af ættkvíslum *Flexibacter* og *Cytophaga* valda roðsárum á ýmsum fisktegundum og eru oft einangraðar úr sárum á þorski (Hilger o.fl. 1991, Lorenzen 1999). Í strandeldi þorskseiða af villiuppruna hér á landi hefur komið upp *Flexibacter*-sýking á roði og uggum. Einkennandi voru djúp sár á hrygg, svokölluð söðulsár (10. mynd) (Sigurður Helgason, Árni Kristmundsson, Matthías Eydal & Slavko H. Bambir, óbirt gögn). Ekki er víst að þessar bakteríur séu alltaf frumorsök sjúkdóms, heldur kunní þær að koma í kjölfar einhvers konar áverka (Bergh 2002).



9. mynd. Roðsár á þorski (200 g) 22 dögum eftir baðsmit með *M. viscosa*. Myndataka: Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir.

Figure 9. Skin ulcers on cod (200 g) 22 days post infection with *M. viscosa* by bath challenge. Photo: Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir



10. mynd. Þorskseiði (10 g) með sár, sem *Flexibacter* sp. einangraðist úr. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 10. Juvenile cod (10 g) with skin ulcers. *Flexibacter* sp. was cultivated from the ulcers. Photo: Árni Kristmundsson.

Roðsár af ókunnum orsökum

Roðsár á þorski af óþekktum ástæðum sjást stöku sinnum. Stundum kemur það fyrir að einn og einn sýktur fiskur slæðist með í afla fiskiskipa en það er svo ekki kannað nánar. Þetta eru þá fiskar með einhvers konar kyli eða sýkingu sem annað hvort sést utan á þeim eða kemur í ljós þegar fiskurinn er flakaður. Það kemur þó afar sjaldan fyrir að margir slíkir komi í einu en það gerðist þó haustið 2003 hjá Kleifaberginu þegar það var að veiðum á Deildargrunni. Þá komu 20-30 mjög sýktir þorskar upp í einu hali og voru þeir alsettir opnum sárum (11. mynd). Síðar fundust nokkrir ufsar og hlýrar sem einnig voru með ljót sár (Morgunblaðið 29. október 2003). Ekki er ósennilegt að hér sé um smitsjúkdóm að ræða. Til stóð að senda fiska til rannsóknar á Rannsóknadeild fisksjúkdóma að Keldum, en því miður var það ekki gert.



11. mynd. Sár á þorski, sem kom í troll togarans Kleifaberg í október 2003 (Morgunblaðið 29. október 2003).

Figure 11. Ulcerated cod captured by the trawler Kleifaberg, October 2003 (Morgunbladid October 29th 2003).

Fiskaberklar-*Mycobacterium* tegundir

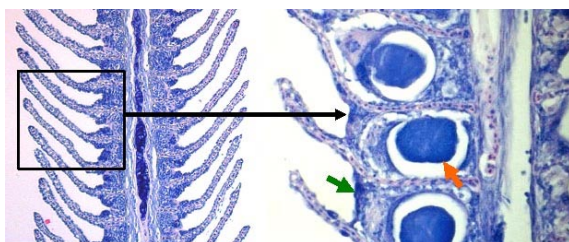
Annað slagið greinast berklabakteríur (*Mycobacterium* spp.) í þorski, bæði villtum og í eldi. Sjúkdómseinkenni geta verið breytileg en koma oft fram sem hvítir bólguhnúðar (granuloma) í innri líffærum, s.s. nýra og lifur.

Þessar bakteríur eru innanfrumusýklar sem vaxa hægt og eru erfiðar í ræktun (Dalsgaard o. fl. 1990, Hjeltnes 1999, Bergh 2002).

Bakteríurnar geta borist í menn úr hráum fiski og sýkt þá (zoonoses). Það er einkum tegundin *M. marinum*, sem sýkir bæði þorsk og menn (Hjeltnes 1999). Einkenni í mönnum eru einkum slæm útbrot á húð, en blóðsýking getur orðið hjá ónæmisbældu fólki. Meðferð byggir á sýklalyfjagjöf í langan tíma. Fiskaberklar af völdum *M. marinum* hafa greinst í íslenskum starfsmanni, sem vann við bólusetningu laxaseiða (Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir, óbirt gögn). Því er nauðsynlegt að brýna fyrir fólki að nota hlífðarhanska við meðhöndlun á fiski, sem kann að vera sjúkur.

Blöðruþekja (epitheliocystis) í tálknum - *Chlamydia* tegundir

Tálknavæiki vegna blöðrumyndana í þekjuvef tálkna af völdum sýkinga baktería af ætt *Chlamydia* hefur verið lýst hjá ýmsum fisktegundum (Kvellingstad 1999) og m.a. greinst í íslenskum eldisþorski (12. mynd) (Sigurður Helgason ofl., óbirt gögn). *Chlamydia* bakteríur eru innanfrumusýklar, sem ekki hefur tekist að einangra með ræktun. Þær sýkja tálkn og valda frumufjölgun, sem leiðir til samvaxtar tálknfana, einkum í eldri seiðum. Greining byggir fyrst og fremst á vefjameinafræðilegum aðferðum. Sjúkdómsmeðferð er ekki þekkt.



12. mynd. Eðlileg tálkn (t.v.). Blöðruþekja í tálknum þorskseiðis (t.h.). Þyrping *Chlamydia* baktería (rauð ör) og óeðlileg frumufjölgun milli tálknfana (græn ör). Myndataka: Slavko H. Bambir.

Figure 12. Normal gills (left). Epitheliocystis in gills of a juvenile cod (right). A colony of *Chlamydia* bacteria (red arrow) and an abnormal cell proliferation between secondary lamellae (green arrow). Photo: Slavko H. Bambir.

Uggarot

Ýmsar ástæður geta verið fyrir uggaroti. Oft er frumorsök áverki, sem fiskurinn verður fyrir við meðhöndlun, í samskiptum við aðra fiska eða vegna ytri sníkjudýra, ásamt með slöku hreinlæti. Bakteríusýkingar eiga þá greiða leið í gegnum skaddaðan vef. Bakteríur af ættkvíslunum *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio* og *Flexibacter* einangrast oft úr fiskum með uggarot, en þessar bakteríur eru hluti náttúrulegrar flóru fiska. Mikilvægustu aðgerðir til að fyrirbyggja uggarot eru fölgnaðar í góðri umhirðu og hreinlæti. Stundum þarf þó að grípa til efna- eða lyfjameðferðar til þess að hemja umhverfisbakteríur, sem annars safnast í sárin og hindra að þau grói.

Rauðmunnaveiki - *Yersinia ruckeri*

Rauðmunnaveiki er fyrst og fremst sjúkdómur í ferskvatnsfiskum, sem bakterían *Yersinia ruckeri* veldur. Rauðmunnaveiki hefur þó komið upp í þorskeldi í tengslum við streituaðstæður svo sem lágt súrefni, meðhöndlun og snöggar hitabreytingar. Afföll af völdum sjúkdómsins virðast þó vera mun minni í söltu vatni en fersku (Støttrup 2002). Hægt er að meðhöndla rauðmunnaveiki með sýklalyfjagjöf. Rauðmunnaveiki hefur ekki greinst í íslenskum þorski.

Veirusýkingar

Inngangur

Veirusjúkdómar hafa ekki greinst í þorskeldi héraendis. Nokkrar veirutegundir sem geta valdið sjúkdómseinkennum í þorski eru þekktar og því er líklegt að einhverjar þeirra eigi eftir að valda sýkingum í eldisþorski. Mikilvægt er að hafa í huga, einkum þegar notaður er villtur klakfiskur, að veirur geta smitast með hrognum og sótthreinsun á þeim eyðir ekki veirum. Einnig getur smit borist með votfóðri og sumar veirur smita fleiri en eina fisktegund.

Hér verður gerð grein fyrir helstu veirum sem þekktar eru í þorskfiskum eða flatfiskum annars vegar, en hins vegar er greint frá veirum sem valda sjúkdómum í eldislaxi og hvort þær eru taldar líklegar til að sýkja þorsk.

Taugadrep

Veiran sem veldur þessum sjúkdómi leggst á miðtaugakerfi og sjónhimnu. Þetta er einþátta RNA veira án hjúps og tilheyrir Noda-veirum.

Á ensku heitir sjúkdómurinn ýmist *viral encephalopathy and retinopathy* (VER) eða *viral nervous necrosis* (VNN). Sjúkdómnum var fyrst lýst í Japan (Yoshikoshi & Inoue 1990). Taugadrep er einn fyrsti meiri háttar sjúkdómurinn sem kemur upp í eldi sjávartegunda og er ekki þekktur í laxi (Dannevig o.fl. 2000). Veiran hefur greinst í fjölda fisktegunda bæði í köldum og heitum sjó (Skirlis o.fl. 2001). Lirfur og seiði verða harðast úti og líklega er hér um hóp náskyldra veira að ræða (Munday & Nakai 1997).

Taugadrep hefur valdið miklu tjóni í eldi á lúðu og sandhverfu, þar sem allt að 100% afföll hafa orðið í lirfum og smáseiðum. Merki bráðasýkingar í lúðuseiðum eru lystarleysi, breytingar á roðlit, afbrigðilegar sundhreyfingar (*whirling behaviour*) og mikil afföll (Munday & Nakai 1997). Vefjaskemmdir einkennast af víðtækri hrörnun og frymisbólumyndun (*vacuolation*) í frumum miðtaugakerfis og sjónhimnu (Munday & Nakai 1997).

Noda-veira greindist í fyrsta sinn í eldisþorski í Kanada árið 1999 (Johnson o.fl. 2002). Í Skotlandi greindist hún haustið 2000 í 1-4 g þorskseiðum (Starkey o.fl. 2001). Sjúk seiði sýndu sams konar sundhreyfingar og vefjaskemmdir og þekktar eru í lúðu. Í þessum faraldri var dánartala einungis 2% á þriggja mánaða tímabili og veiran fannst ekki í hlutaðeigandi klakfiskastofni. Síðar olli Noda-veira sjúkdómi og afföllum í 5-10 g seiðum í eldi í Skotlandi (Bricknell & Raynard 2002). Mikilvægt er að gera athuganir á því hvort kynþroska þorskur geti verið einkennalaus smitberi og borið veiruna milli kynslóða í kynfrumum. Sú smitleið hefur ekki verið staðfest fyrir Noda-veiru í öðrum fisktegundum (Wolffrom & Midtlyng 2004).

Brisdrep

Infectious pancreatic necrosis (IPN) veiran er hjúplaus RNA veira sem tilheyrir Birna-veirum. Þessi veira veldur víða miklu tjóni í laxeldi og getur einnig sýkt ýmsar aðrar fisktegundir (Isshiki o.fl. 2001). Hún sýkir smáseiði (2-10 g) og eru afföll oftast meiri en 50%. Brisdrep hefur valdið miklum afföllum í sandhverfu- og lúðueldi og veiran virðist útbreidd í náttúrunni. Ásamt VNN veirunni er IPN-veiran því hvað líklegust til að valda vandkvæðum í þorskelði. Veiran hefur aldrei fundist í íslenskum eldisfiski þrátt fyrir rann-

sóknir tengdar reglubundnu heilbrigðiseftirliti allt frá 1985.

Í þorskelði hefur brisdrep verið staðfest í 2-10 g seiðum í Danmörku og Færeyjum (Lorenzen o.fl. 1995, Støttrup 2002) og veiran er algeng í Noregi (Bergh 2002). Sýktur fiskur sýnir einkennandi sundhreyfingar, snýst um sjálfan sig ýmist lárétt eða lóðrétt, hann verður dökkur og kviðarhol þenst út. Afföll geta orðið allt að 90% í einstökum hópum. Þetta á við um fisk undir 6 mánaða aldri. Eldri fiskur sýnir sjaldan sjúkdómseinkenni en getur verið smitberi. Veiran berst m.a. á milli fiska með eldisvökva, svo og inni í hrognum frá foreldri til afkvæma. Lítil munur virðist á veirustofnum sem einangrast úr mismunandi fisktegundum, svo reikna verður með að smit geti orðið milli tegunda (Biering 1999).

Rauðkornaveiki

VEN (*viral erythrocytic necrosis*) veiran er DNA veira sem sýkir rauð blóðkorn í þorski. Kjarni sýktra frumna brotnar niður og basísk innlyksukorn koma fram í umfrymi. Hvorki er vitað hversu miklum blóðskorti þessi sýking veldur né hvort sýkingin hefur áhrif á afkomu fisksins í eldi eða í náttúrunni.

Þessi veira er algeng í villtum þorski (Smail & Egglestone 1980), einkum í yngstu árgöngunum. Hún hefur ekki fundist í eldisþorski í Skotlandi (Smail, óbirt heimild), né í íslenskum villiþorski (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Veirublæði

VHS (*viral haemorrhagic septicaemia*) veira veldur veirublæði, alvarlegum blóðsjúkdómi í regnbogasilungi. Veiran er hjúpuð RNA veira og tilheyrir rhabdoveirum. Veirublæði hefur verið þekktur sjúkdómur í eldi í Evrópu frá því snemma á 20. öld. Veiran finnst enn fremur víða í villtum fiskistofnum, s.s. síld, þorski, ýsu, sandhverfu og sjóbirtingi (Jensen & Larsen 1979, Mortensen o.fl. 1999) og dæmi eru um faraldra í náttúrunni (Schlotfeldt o.fl. 1991). Undanfarin 15 ár hefur veiran greinst í æ fleiri fisktegundum í Kyrrahafi (Brunson o.fl. 1989, Hopper 1989). Í rannsóknum þar sem leitað var að veirum í sárum á villtum þorski fannst VHS veiran í innan við 10% fiska (Smail 2000, King o.fl. 2001), og í nýlegri norski rannsókn reyndist veiran mjög fátíð í fiski við strendur landsins (Brudeseth & Evensen 2002).

Sameindaerfðafræðirannsóknir greina veiruna í 5 hópa eftir fisktegundum og uppruna. Í skoskri rannsókn reyndist einn þessara hópa (nr. 4) geta sýkt þorskseiði, 12 g að stærð (Snow o. fl. 2000). Þessi veiruhópur finnst í fiski í Kattegat, Skagerak, Norðursjó og NA-Atlantshafi.

Blóðþorri

ISA (*infectious salmon anemia*) veiran leggst á rauð blóðkorn í laxi. Hún er hjúpuð RNA veira af flokki orthomyxoveira. Hún hefur ekki greinst í villtum þorski og í tilraun í Skotlandi (óbirtar heimildir) tókst ekki að sýkja þorskseiði (46 g) með henni, svo ólíklegt er talið að hún sýki þorsk í náttúrunni.

Sáraveiki

Cod ulcus syndrome (CUS), sáraveiki, er vel þekkt fyrirbæri í villtum þorski, ekki síst í Eystrasalti og kringum Bretlandseyjar (Jensen & Larsen 1982). Sambærileg einkenni hafa einnig sést í eldisþorski. Í fyrstu myndast litlar blöðrur í roði, sem síðar verða að stórum sárum. Afföll virðast lítil. Rannsóknir hafa beinst að iridoveiru (Bergh 2002) og VHS ræktast stundum úr slíkum meinsemdum (Smail 2000).

Vörtur

Vörtur (papilloma) eru ljós, jafnvel ljósrauð, misstór þykkildi, á roði og uggum fiska (13. mynd). Líklegt er að vörtunarnar stafi af veirusýkingu (Jensen & Bloch 1980). Þeirra hefur orðið vart á íslenskum villiþorski í eldi, einkum á seiðastigi. Fjöldi seiða eru undirlögð af vörtum á roði um nokkurt skeið. Þær hjaðna síðan og í mestu sýkingum hafa þær skilið eftir sig litarflekki á roði. Trúlega eru áhrifin óveruleg á þrif þorska en varanleg útlitslýti gætu rýrt markaðsvirði fiskanna. Engin meðferð er þekkt (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Yfirlit yfir veirusýkingar

Nodaveira, IPN-veira og VHS-veira, gætu orðið vandamál í þorskeldi. Óbirtar niðurstöður



13. mynd. Þorskseiði með vörtur. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 13. Papillomatosis in cod. Photo: Árni Kristmundsson.

D.A. Smail benda til að þorskseiði sýkist ekki af ISA-veiru og óvíst er um mikilvægi VEN-veiru. Við könnun á útbreiðslu veirusjúkdóma í sjávarfiski þarf að taka mikinn fjölda sýna til að fá hugmynd um útbreiðslu veira. Þetta kemur t.d. vel fram í nýlegri norskri rannsókn (Brudeseth & Evensen 2002). Líkur á veirusmiti úr eldisþorski í villta stofna hafa hvergi verið kannaðar. Samantektin sýnir að frekari rannsókna er þörf (tafla 3.).

Tafla 3. Næmi þorsk-, flat- og laxfiska gagnvart nokkrum veirutegundum.

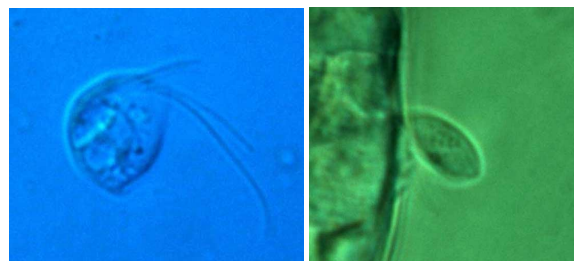
Table 3. Sensitivity of cod, flatfish and salmonids to various viruses.

Veira	Þorskfiskar	Flatfiskar	Laxfiskar
VHS-veira (ferskvatnsstofnar)	?Ó	?Ó	N
VHSV-veira (sjávarstofnar)	N	N	?Ó
ISA-veira	Ó	Ó	N
IPN-veira	N	N	N
Noda-veira	N	N	?

Ó, ónæmur; N, næmur; ?, upplýsingar vantar; ?Ó, líklega ónæmur; ?N, líklega næmur

Sníkjudýrasýkingar

Ichthyobodo necator (áður *Costia necatrix*) er örsmár einfrumungur (8-12 µm) af hópi svipudýra sem er vel þekkt sníkjudýr í eldi laxaseiða í ferskvatni. Skyldar tegundir *Ichthyobodo* spp. hafa greinst í a.m.k. 25 tegundum sjávarfiska (Urawa o.fl. 1998), m.a. í eldisþorski á Íslandi (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn) og í Danmörku (Nilsen 2002, Støttrup 2002) (14. mynd). Dýrið finnst bæði á tálknum og roði og nærast á þekjufrumum fisksins. Það fjölgar sér með tvískiptingu og getur magnast mjög ört í eldi og valdið þar umtalsveðu tjóni á fiskum.



14. mynd. Frítt syndandi (t.v.) og áfast form *Ichthyobodo* sp. af íslenskum eldisþorski. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 14. Free swimming stage of *Ichthyobodo* sp. from a farmed Icelandic cod juvenile. Photo: Árni Kristmundsson.

Formalín-böðun virkar almennt vel sem meðferð.

Trichodina bifdýrategundir eru algeng sníkjudýr á villtum fiskum en valda þar jafnan ekki tjóni. Eins og *Ichthyobodo* fjölga sníkjudýrið sér með tvískiptingu og við eldisaðstæður magnast slíkar sýkingar ört og valda stundum verulegu tjóni. Sníkjudýrin eru á bilinu 30-120µm í þvermál og sýkja roð og tálkn. Fjölmörgum *Trichodina* tegundum hefur verið lýst á ýmsum tegundum fiska. Fimm tegundir hafa greinst á villtum þorski: *T. murmanica*, *T.*



15. mynd. *Trichodina cooperi* af íslenskum eldisþorski. Myndataka: Árni Kristmundsson

Figure 15. *Trichodina cooperi* from farmed Icelandic cod juvenile. Photo: Árni Kristmundsson

cooperi, (15. mynd) *T. claviformis*, *T. domerguei* ssp. *saintjohnsi* og *Trichodina* sp. (Poynton & Lom 1989, Hemmingsen & Mackenzie 1993, Karasev o.fl. 1996, Dobberstein & Palm 2000). Tvær tegundanna, *T. murmanica* og *T. cooperi* hafa greinst á íslenskum þorskseiðum í eldi (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn) og benda fyrstu niðurstöður til þess að þær hafi marktækt neikvæð áhrif á þrif seiðanna. Tegundir af þessari ættkvísl hafa einnig greinst í þorskelði bæði í Danmörku (Støttrup 2002) og Noregi (*T. cooperi*) (Nilsen 2002). Sýkingarnar eru meðhöndlaðar með formalín-böðun á sama hátt og *Ichthyobodo* sp.

Brooklynella er dæmi um aðra ættkvísl bifdýra sem sýkir fiska. Þau eru mjög smá (36-86 µm að lengd) og fjölga sér með tvískiptingu líkt og *Trichodina* og *Ichthyobodo*. *Brooklynella hostilis* sem er eina skráða tegundin (Lom & Dyková 1992) hefur alheimsútbreiðslu en er þó mun algengari í heitari löndum. Hefur þetta sníkjudýr stundum valdið miklu tjóni í eldi sjávarfiska (Lom 1995). Lengi vel voru sýkingar taldar bundnar við tálkn en komið hefur í ljós að sníkjudýrið getur einnig valdið sárum á roði

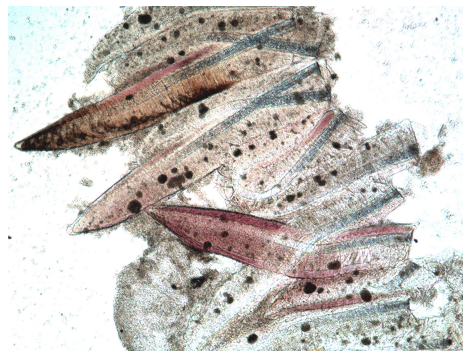


16. mynd. *Brooklynella* sp. af íslenskum þorskseiðum í eldi. Myndataka: Árni Kristmundsson

Figure 16. *Brooklynella* sp. from farmed Icelandic cod juvenile. Photo: Árni Kristmundsson

(Noga 1996). Höfundum er ekki kunnugt um að sníkjudýrið hafi greinst í þorski erlendis en bifdýr þessarar ættkvíslar greindist nýlega (16. mynd) í söðulsárum þorskseiða, þar sem einnig var mikil *Flexibacter*-sýking (10. mynd) (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn). Lítið er um heimildir er varða árangursríka meðhöndlun. Nokkrar mismunandi aðferðir hafa þó verið notaðar svo sem ferskvatnsböðun, böðun með formalíni og fleiri efnum. Ekki eru menn á eitt sáttir um virkni þeirra, og hefur t.d. formalínböðun á íslenskum þorskseiðum komið að litlu gagni.

Loma spp. Þetta eru einfruma innanfrumu sníkjudýr sem sýkja helst tálkn og gervitálkn. Ef sýkingar eru miklar geta flest önnur líffæri einnig sýkst. Tvær tegundir, *L. branchialis* og *L. morhua*, sýkja þorsk (Morrison & Sprague 1981, Lom & Dyková 1992); sumir telja þó að hér sé um sömu tegund að ræða (Dyková 1995). Sýkingin einkennist af myndun stöku eða margra inngróinna hnúta (17. mynd) sem hver og einn inniheldur mörg örsmá gró (um 5 µm löng) en það eru sýkjandi form sníkjudýrsins. Sýkingin veldur frumustækkun með tilheyrandi afmyndun tálknafana.



17. mynd. *Loma*-sýkt tálkn (dökkir deplar) úr íslenskum eldisþorski. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 17. *Loma*-infected gills (dark spots) from an Icelandic cod juvenile. Photo: Árni Kristmundsson



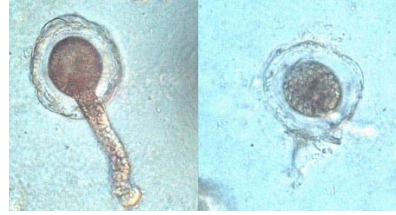
18. mynd. Heilbriggt (neðri) og dökkt *Loma*-sýkt þorskseiði. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 18. Healthy (lower) and a dark *Loma*-infected juvenile cod. Photo: Árni Kristmundsson.

Við mikla sýkingu dökkar roð seiðanna (18. mynd) og þau drepast. Rannsóknir hafa sýnt að *Loma* sýkingar eru algengar í villtum þorskfiskum (m.a. þorski og ýsu) eða á bilinu 11-60% í Norður Atlantshafi (Lom & Dyková 1992). Má því búast við að villt seiði sem veidd eru til áframeldis beri smit inn í eldisumhverfið, en sú hefur orðið raunin í eldi á villtum seiðum á Íslandi (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn). Tilraunir hafa verið gerðar erlendis með lyf í fóðri gegn samskonar sýkingum í öðrum tegundum fiska og lofa þær góðu. Þetta lyf verður væntanlega reynt gegn *Loma*-smiti í íslenskum þorskseiðum.

Pleistophora sp. er einfrumungur sem tilheyrir sömu ætt sníkjudýra (Glugeidae) og *Loma*. Mikil sýking af völdum þessa sníkjudýrs greindist í þorski í Barentshafi á 9. áratug síðustu aldar (Waluga o.fl. 1996). *Pleistophora*-smit hefur fundist í norsku þorskseiðaeldi án þess að greint hafi verið frá því hvort sýkingin ylli tjóni (Nilsen 2002). Í villtum íslenskum eldisþorski hefur smit einnig verið staðfest án sýnilegra sjúkdómseinkenna (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Ichthyophonus hoferi var áður talinn til sveppa en flokkast nú með sníkjudýrum. Þetta sníkjudýr (19. mynd) sýkir margar tegundir sjávarfiska víða um heim og er algengt í ýmsum tegundum villtra kaldsjávarfiska. Í sýktum fiskum myndast bólguhnúðar í tálknunum og ýmsum innri líffærum. Tegundir fiska (og jafnvel stofnar einstakra fisktegunda) eru misnæmar; skarkoli og síld eru t.d. mjög næmar tegundir, ýsa og regnbogasilungur ekki jafn næmar, og þorskur er talinn þolnastur þessara tegunda. Faraldrar af völdum þessa sníkjudýrs hafa orðið



19. mynd. *Ichthyophonus hoferi*. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 19. *Ichthyophonus hoferi*. Photo: Árni Kristmundsson

í næmum tegundum í náttúrunni (McVicar 1999). Ekki virðast miklar líkur á sjúkdómsvandamálum vegna þessarar sýkingar í þorskeldi, þó getur sýking magnast við vissar aðstæður, t.d. í strandeldi villiseiða. Mikil sýking veldur líffæraskemmdum, veikir fiskana og gerir þá næmari fyrir öðrum sýkingum, og getur jafnvel valdið dauða (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Gyrodactylus sp. Sníkjudýrið sýkir tálkn og roð og er vel þekkt í eldi laxfiska. Þekktasta tegundin er *G. salaris* sem barst í norskar ár frá Svíþjóð og olli þar gríðarlegu tjóni á villtum laxastofnum. Komið hafa upp tilfelli í norsku þorskeldi þar sem *Gyrodactylus* tegund hefur valdið tjóni (Nilsen 2002). *Gyrodactylus* sp. hefur verið staðfest í íslensku þorskeldi (20. mynd) en ekki enn valdið þar neinum skaða (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn). Þrátt fyrir það, verður að telja þetta sníkjudýr mögulegan sjúkdómssvald í íslensku þorskeldi, einkum í seiðaeldi. Unnt er að hemja sýkingu með því að baða fiska með formalínblöndu.

Hringormar. Hringormar eru algengir í villtum þorski. Helstu tegundir eru *Anisakis simplex* (hvalormur), *Pseudoterranova decipiens* (selormur) og *Hysterothylacium aduncum*. *P. decipiens* sýkir einkum hold en *A. simplex* og *H. aduncum* eru oftast í líffærum kviðarholis.



20. mynd. *Gyrodactylus* sp. af þorskseiði. Myndataka: Árni Kristmundsson

Figure 20. *Gyrodactylus* sp. from a cod juvenile. Photo: Árni Kristmundsson.

Almennt er álitíð að hringormar hafi óveruleg áhrif á heilsu og þrif þorska nema sýkingar séu mjög miklar (Möller & Anders 1986). Áhrif hringormasýkinga (*P. decipiens*) snúa því fremur að markaðsgæðum fisksins en heilsufari. Lífsferill þessara orma er háður mismunandi hýsiltegundum og því er talin lítil hættá á mögnun þeirra í eldisfiski (Bergh 2002). Staðarval kvía, m.t.t. milli- og lokahýsla hringormanna, svo og notkun á þurrfóðri, eða frystu vottfóðri er leið til þess að lágmarka hringormasýkingar. Fyrstu rannsóknir á þorskum úr kvíum á Vestfjörðum benda til óverulegs hringormasmits (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Lýs (*Caligus* spp., krabbadýr) á roði fiska. Ýmsar tegundir fiskilúsa af ættkvíslinni *Caligus* hafa greinst á fjölmörgum tegundum sjávarfiska og valda sumar hverjar afföllum á fiskum, einkum í eldi. Á þorski hafa greinst þrjár tegundir lúsa af ættkvíslinni *Caligus* (*C. curtus*, *C. diaphanous* og *C. elongatus*) (Hemmingsen & MacKenzie 1993). *C. elongatus* hefur fundist á yfir 80 tegundum fiska víða um höf. *Caligus* lýs eru algengar á þorski hér við land (21. mynd). Á roði eru ýmist föst og/eða hreyfanleg



21. mynd. Fiskilýs, *Caligus* sp. Myndataka: Árni Kristmundsson.

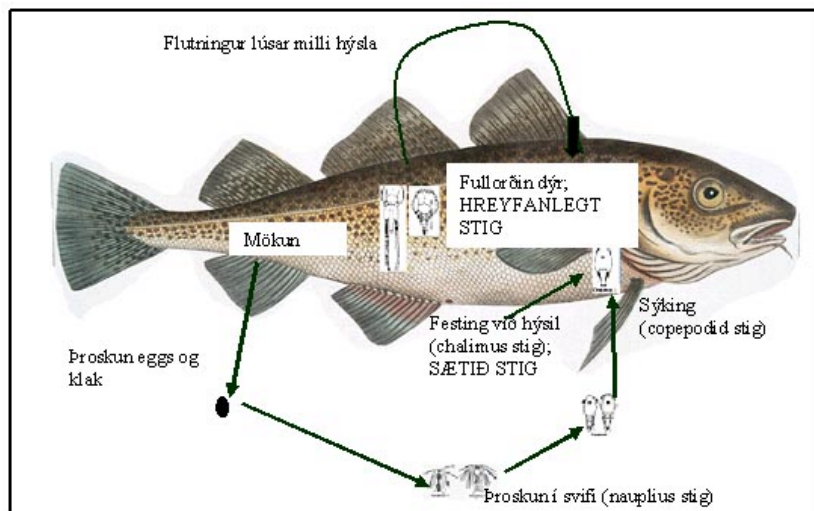
Figure 21. Fish lice, *Caligus* sp. Photo: Árni Kristmundsson.

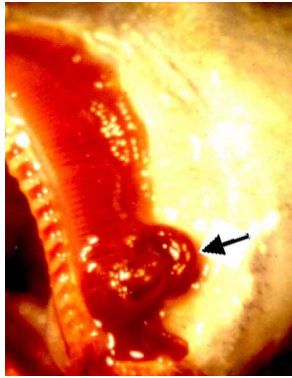
stig sníkjudýrsins. Föstu stigin eru örsmá (0,5-5 mm) og vart sjáanleg með berum augum. Fullorðinsstigin (um 5-12 mm á lengd) eru hreyfanleg á fiskinum og nærast þar á roðfrumum. Af eggjum þeirra koma fríttlifandi lurfustig sem síðan festa sig á fiskinn (22. mynd). Lýs þessar eru mun minni en laxalús (*Lepeophtheirus salmonis*) og valda sjaldan sárum á kvíafiski en blæðingar í roði hafa sést við mikið smítalag (Lester & Roubal 1995). *Caligus* lýs eru því saklausari en laxalúsinn en þær geta þó verið hvítleiðar og áreitt eldisþorsk í einhverjum mæli. Ekki er loku fyrir það skotið að bregðast þurfi við *Caligus* sýkingu í þorskelði á svæðum þar sem umtalsvert eldi yrði stundað samfelld og til langs tíma (Nilsen 2002), þó að slíkar vísbendingar hafi ekki enn komið fram hjá íslenskum kvíaþorski (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Illa (*Lernaocera branchialis*) er af enn einni ættkvísl krabbadýra sem gjalda þarf varhug við og er algeng á þorski hér við land. Lífsferill er háður millihýsli, ýmist flatfiskum eða hrognkelsum. Krabbadýrið festir sig við tálkn þorska (23. mynd) og skýtur þaðan armi um æð til hjartans og veldur þar miklum skemmdum. Jafnan eru eitt til þrjú dýr á fiski, stöku sinnum fleiri. Illan lifir þar í eitt til eitt og hálf ár. Talsverður árstíðabundinn tíðnimunur er á sýkingu af völdum karl-, kven- og ungdýra eftir hafsvæðum. Misvísandi upplýsingar eru um áhrif á fiska. Smærri fiskar eru jafnan mun viðkvæmari fyrir sýkingu en stærri fiskar og drepast iðulega. Einstaklingsmunar virðist gæta meðal þorska á þoli gegn sníkjudýrinu. Á fiski er sýnilegur belgur sníkjudýrsins um 1,5 sm langur (Khan 1988, Khan o.fl.1990, Lester &

22. mynd. Lífsferill fiskilúsar, *Caligus* sp. Mynd: Árni Kristmundsson.

Figure 22. The life cycle of the fish louse, *Caligus* sp. Drawing: Árni Kristmundsson.



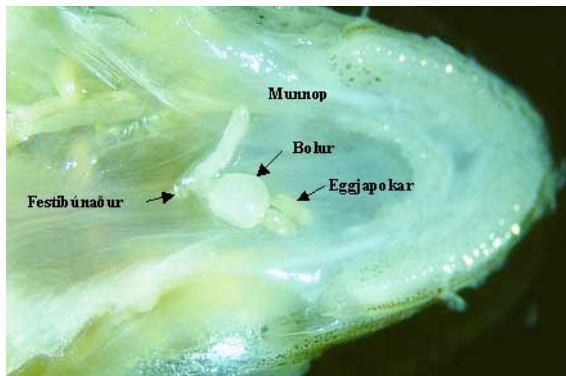


23. mynd. Illa á tálknum þorsks. Myndataka: Matthías Eydal.

Figure 23. *Lernaeocera branchialis* on the gills of a cod juvenile. Photo: Matthías Eydal.

Roubal 1995, Lysne & Skorping 2002). Engin meðhöndlun er tiltæk.

Clavella adunca, sem einnig er krabbadýr, festir sig einkum á þekjufrumur tálkna, svo og í munnholi (24. mynd) og á roði, ekki síst við gotrauf. Af eggjum koma sviflæg lirfustig sem festa sig svo á fisk, einkum þorsk. Nokkur breyting verður á lirfunum fram að fullþroska stigi. Karldýrið er dvergvaðið og áfast kven-dýrinu, sem er um 5 mm langt frá festibúnaði að hrognapoka. Krabbadýrið er algengt á þorski hér við land en er ekki talið hafa teljandi áhrif á heilsufar fiskanna (Hemmingen & MacKenzie



24. mynd. *Clavella adunca* í efri skolti þorsks. Myndataka: Matthías Eydal.

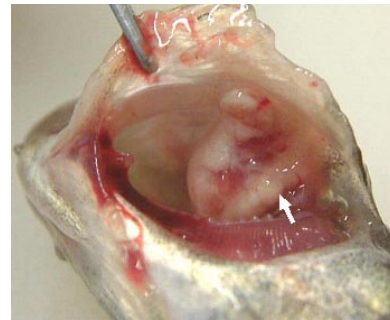
Figure 24. *Clavella adunca* in the upper jaw of a cod juvenile. Photo: Matthías Eydal.

1993, Lester & Roubal 1995, Nilsen 2002, Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

Svartblettasýki (*Cryptocotyle lingua*) kemur fram, eins og nafnið bendir til, sem dökkir blettir (u.þ.b. 1-2 mm í þvermál) á roði og hornhimnu augans. Sýkin er af völdum agða (flatforma) á strandsvæðum víða um heim. Í Norður-Atlantshafi er það einkum ögðutegundin *Cryptocotyle lingua* sem þessu veldur. Full-orðinsstig ögðunnar er einkum í þörmum máva, en er einnig algengt í íslenska refnum við sjávársíðuna en frá þeim berast egg sníkju-

dýrsins í sjó. Í fjörusniglum (*Littorina* spp.) þroskast sníkjudýrið enn frekar og frá þeim berast sýkingarhæf stig á roð fiska. Þar myndast um sníkjudýrið hjúpur og dökkt litarefni úr fiskinum safnast þar að (dökku blettirnir). Ekki háir sníkjudýrið stærri fiskum að marki, en áberandi sýking hefur áhrif á afurðasölu (Möller & Anders 1986). Sníkjudýrið finnst hér við land (Matthías Eydal o.fl. 1994), en það hefur ekki orðið til vandræða, enn sem komið er í eldi.

Æxli í gervitálknum: Gervitálkn er lítill rauðleitur hnúður, efst í kverkinni innan hvors tálknbarðs og ofan tálkna. Stundum hleypur ofvöxtur í gervitálknin, sem talinn er stafa af frumdyrasýkingu (Miwa o.fl. 2004). Æxlin geta stækkað verulega, og jafnvel skagað út undan tálknborðunum (25. mynd). Slíkir fiskar horast



25. mynd. Æxli í gervitálknum þorskseiddis. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 25. Cod fry with an X-cell disease. Photo: Árni Kristmundsson.

fyrst og drepast. Sýkingin er algeng í þorski hér við land (Dethlefsen o.fl.1996). Til að kanna nánar áhrif æxlanna á heilsu fiska verður fylgst með afdrifum einstakra sýktra þorska í eldi (Sigurður Helgason o.fl., óbirt gögn).

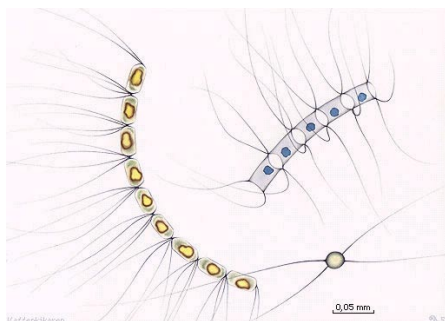
ÆDRIR SJÚKDÓMAR / SJÚKDÓMS-VALDAR

Þörungur

Svifþörungur eru smásæjar plöntur í yfirborðslögum sjávar sem berast með straumum. Sólarljós ásamt næringarefnum, svo sem nitrati, fosfati og kísli eru svifþörungunum nauðsynleg til vaxtar. Hafstraumar, vindar og yfirborðskæling stuðla að því að djúpsjór blandist yfirborðslögum svo að næringarefnaforði þeirra endurnýist og nýtist svifþörungunum. Suður og vestur af Íslandi leitar næringarríkur djúpsjór upp með landgrunnshlíðum og eru vaxtar-skilyrði þörungna því mjög góð hér við land.

Íslenska hafsvæðið er meðal þeirra frjósömustu í heimi og er mikil framleiðni svifþörungum grundvöllur auðugra fiskimiða við landið. En jafnframt veldur óstöðugt veðurfar því að sveiflur í framleiðni þörungum frá ári til árs hér við land geta orðið tiltölulega miklar (Ástþór Gíslason 2002). Mikla svæðabundna fjölgun þörungum kalla menn þörungablóma. Við Íslandsstrendur gætir þess strax að vori (maí) í um 4°C sjávarhita og sólríku veðri og allt til haustmánaða. Sjórin verður græn- eða brúnleitur (eftir tegundum þörungum) og mjög dregur úr sjóndýpi, getur orðið vel undir 0,5 m þegar verst lætur.

Árlegur vorblómi á það til að verða svo kröftugur að hann getur skaðað og drepíð fisk í kvíum. Ýmist er að einungis verður vart við lystarleysi meðal kvíafiska eða þeir drepast. Svo virðist sem þorskur sleppi betur undan tjóni af völdum þörungum en t.d. lax, óvíst er hvort þetta sé vegna betra þols og/eða annars hegðunarmynsturs í kvíunum. Þörungablóma verður reglulega vart hér við land, síðast vorið 2003 en þá varð fyrst vart við kísilþörungum í Eyjafirði (Yztuvík) er náðu þar hámarki upp úr miðjum maí. Þörungablómans varð einnig vart á Austfjörðum um miðjan maí, m.a. innst í Seyðisfirði og í Mjóafirði. Að vori er það fyrst og fremst kísilþörungurinn *Chaetoceros* sp., sem litar sjóinn dökk grænleitan. Út frá honum ganga kísilnálar sem eru skaðlegar tálknur fiska, einkum þegar fjöldi þörungum er mikill (26. mynd). Eftirfarandi viðmiðunargildi eru notuð: Við u.þ.b. 10.000 þörungum í lítra sjávar fer lystarleysi að gæta hjá fiskum, og þegar þörungum eru orðnir allt að 100.000 í lítra sjávar er hætta á bráðadauða fiska. Við öll gildi þar á milli má búast við afföllum, að nokkru háð aðstæðum hverju sinni (þéttleika fiska o.fl.). Auk *Chaetoceros* sp. er jafnan blanda annarra



26. mynd. Teiknuð mynd af kísilþörungnum *Chaetoceros* sp. (Anonymous 2003).

Figure 26. Drawing of the algae *Chaetoceros* sp. (Anonymous 2003).

tegunda kísilþörungum sem eru skaðlausar fiskum, einkum *Thalassiosira* sp.

Aðrar gerðir svifþörungum geta einnig komið við sögu og valdið tjóni í sjókvíaelði, en slíkt er sjaldgæfara hér við land. Slíkra blóma hefur yfirleitt orðið vart síðla sumars og í byrjun hausts með fjölbreyttri þörungumflóru. Sú tegund sem hér hefur reynst hvað varhugaverðust er skorupþörungurinn *Karenia mikimotoi* (áður nefnd *Gyrodinium aureolum*) (27. mynd) sem



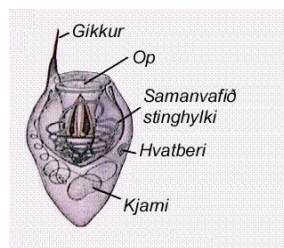
27. mynd. Skorupþörungurinn *Karenia mikimotoi* (Anonymous 2003).

Figure 27. The algae *Karenia mikimotoi* (Anonymous 2003).

getur litað sjóinn kaffibrúnan. *Karenia mikimotoi* seytir frá sér eitrefni með blóðrofsvirkni. Í tálknur skaddast þekjufrumur, slímmyndun eykst sem dregur úr súrefnisupptöku og getur valdið köfnun. Auk þess getur myndast blóðtappi í háráðum. Þegar fjöldi *Karenia mikimotoi* nálgast 600.000 þörungum í lítra sjávar er hætta á bráðadauða fiska (Gísli Jónsson, óbirt gögn).

Marglyttur

Marglyttur setja svip á lífríki sjávar við Ísland í lok sumars og fram eftir hausti. Á yfirborði þeirra eru sérhæfðar frumur sem nefnast brennifrumur eða stingfrumur (cnidocytes) og notast í sjálfsvörn eða til veiða (28. mynd). Þegar stingfruman verður fyrir áreitni, t.d. við það að rekast á eitthvert utanaðkomandi fyrirbæri, þá gefur hún frá sér eittraðar próteinsameindir. Þessi frumugerð er einkennandi fyrir marglyttur og finnst víðsvegar á yfirborði



28. mynd: Brennifruma (Heimild: Jón Már Halldórsson 2001).

Figure 28. A single cnidocyte (Reference: Jón Már Halldórsson 2001).



29. mynd: Algeng „saklaus“ marglytta (Heimild: Jón Már Halldórsson 2000).

Figure 29. A common harmless jellyfish. (Reference: Jón Már Halldórsson 2000).

þeirra, einkum þó á örmunum. Marglyttur í hafinu kringum Ísland eru að mestu skaðlausar (29. mynd) en geta þó valdið vægum sviða ef menn handfjatla þær (Jón Már Halldórsson 2000, Jón Már Halldórsson 2001).

Sveiflur eru í stofnstærð marglyttna milli ára og hefur veðurfar mikil áhrif á hversu miklum skaða þær valda á kvíafiski. Sú tegund marglyttu sem fyrst og fremst ber að varast hér við strendur er hin eittraða brennihvelja *Cyanea capillata* (30. mynd). Í lok ágúst og fram eftir september sjást gjarnan breiður af marglyttu á reki úti fyrir Austfjörðum og norður með landi. Á sama tíma gætir oft fyrstu haustlægða, samfara kröftugum sjávarstraumum. Þá geta marglyttur borist hratt að eldiskvíum og fiskur sýnir samtímis greinileg streitueinkenni. Það er tilviljunum háð hvar eittraðir angar marglyttanna grípa um kvíanætur og kvíafisk, og í miklum veðurham og straumköstum berast þær jafnvel undir botn kvíanna. Ystu nætur á kvíastæðum, miðað við straumstefnu, safna í sig flestum marglyttum og þar verður jafnan mest tjón á fiski.



30. mynd. Brennihveljan *Cyanea capillata*. Heimild: Anonymous 2003.

Figure 30. The jellyfish *Cyanea capillata*. Reference: Anonymous 2003.



31. mynd. Augn-, trjónu- og roðskemmdir af völdum marglyttueiturs. Myndataka: Gísli Jónsson.

Figure 31. Eye- and skin lesions caused by jellyfish toxin. Photo: Gísli Jónsson.

Ætandi eiturefni marglyttanna skemma tálkn, brunasár myndast á roði og augum sem tækifærissýklar setjast í og valda staðbundinni sýkingu. Skemmdir í tálknum draga úr loftskiptum og seltustjórnun, og taugaveiklunarkenndrar sundhegðunar verður vart í kvínni. Fiskurinn syndir ítrekað í nótina, sem eykur á roðskemmdir, víða á bol og einnig trjónu (31. mynd). Við það missir fiskurinn tök á seltustjórnun, hann flýtur sljór við yfirborð og drepst. Augnskemmdir og sýkingar af völdum tækifærissýkla, sérstaklega í roðsárum, flýta svo enn þessu ferli og fiskar geta drepist í stórum stíl. Svo dæmi sé tekið varð brennhveljan beint og óbeint völd að hátt í 200 tonna afföllum á eldislaxi í austfirskum kvíum haustið 2002.

Erfitt getur reynst að verjast mikilum fjölda marglytta, ekki síst ef veðurhæð og straumar eru miklir. Við minni stöðvar með fáum sjókvíum má reyna að girða af með reknetum sem safna í sig hveljunum. Þar sem eldi er umfangsmikið hefur þessi aðferð reynst óviðráðanleg og nánast gagnslaus. Við slíkar aðstæður hafa verið gerðar tilraunir með eins konar loftgirðingar. Lengst er þróun slíkra varna komin hjá Sæsilfri í Mjóafirði og lofar árangurinn góðu. Grönnum plast-rörum með götum er komið á 20 m dýpi og látin mynda eins konar plóg fyrir framan og aftan kvíapýrpingar miðað við straumstefnu. Lofti er hleypt á kerfið með loftpressu og myndast þá þéttur veggur loftbóla sem þeytir dýrunum upp á yfirborðið. Við þetta safnast loft undir marglyttur, þær jafnvel laskast og ná ekki að koma sér undir yfirborð á ný og drepast. Í ágúst 2004 voru þessar varnargirðingar samtals

16.000 m² í Mjóafirði og komu í veg fyrir mikið tjón (Gísli Jónsson, óbirt gögn).

AÐRIR ELDISTENGDIR KVILLAR

Næringarsjúkdómar

Næringarríkt fóður er einn af þeim grunnþáttum sem tryggja fiskum heilbrigði og góðan vöxt. Þorsklirfur eru fóðraðar á þörungabykkni og hjóldýrum fyrstu vikunnar eftir klak en síðan með *Artemíu*. Við tveggja mánaða aldur er farið að gefa þurrfóður allt fram að sláturstærð. Fiskar í áframeldi í kvíum fá þó oft hráfisk, svo sem loðnu, í stað þurrfóðurs.

Klakfiskafóður þarf að vera mjög næringarríkt svo að gæðum hrognar verði ekki áfátt. Vandinn er þó sá að ekki hafa enn verið skilgreindar lágmarkspárfir mismunandi þroskastiga þorsksins til einstakra næringarþátta, en það er meðal brýnna rannsóknarverkefna, því enn skortir verulega á vísbendingar um tíðni og eðli einstakra næringarsjúkdóma hjá þorski. Ekki er ólíklegt að umtalsverð afföll seiða á frumstigi eldis stafi að hluta til af skorti einstakra næringarþátta. Einnig kann t.d. ský á augasteini í sumum tilfellum að stafa af næringarskort, sem hugsanlega má rekja allt til frumfóðrunar seiða.

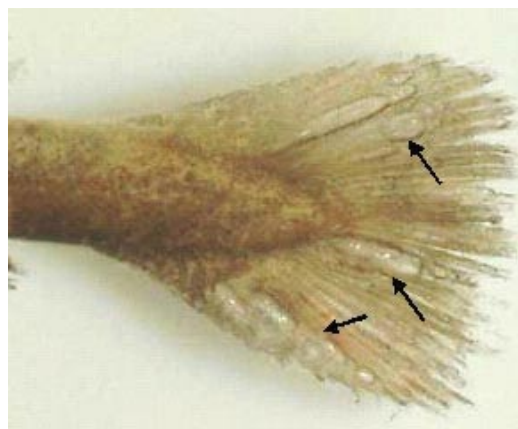
Streita: Þorskseiði eru viðkvæmari fyrir hvers kyns áreiti en flestar aðrar eldistegundir. Þetta getur valdið vandkvæðum t.d. við flokkun, bólusetningu o.fl. Við streitu og blóðþrýstingshækkun sjást oft útstæð augu sem freista árásgjarnra seiða. Slíkum fiskum er einnig hættara við sýkingu af völdum tækifærissýkla.

Sjálfrán: Sjálfrán (kannibalismi) er einkennandi fyrir þorsk á nánast öllum þroskastigum, ekki síst á smáseiðastigi og getur valdið töluverðum afföllum. Vegna ófullnægjandi fóðrunar, mismunandi atferlis og erfða vaxa einstaklingar mishratt. Einstaklingar vaxa mishratt, og það er stærðarmunurinn sem hrindir af stað árásarferli. Þorskur getur étið meðbræður sína sem eru allt að 50% af eigin lengd. Félagslegt ráðríki er einkennandi hegðunarmynstur meðal þorska, en ýmsir umhverfisþættir skipta einnig miklu, svo sem takmarkað fóður, rýrt næringarinnihald fóðurs/fóðurdyra, fjöldi seiða á eldisrúmeiningu, birta og skortur á athvarfi innan eldiseiningar. Sjálfrán hjá þorski fer að gæta við myndbreytingu lirfanna (u.þ.b. 17 mm lengd). Árásarhneigð byrjar þegar stærðarhlutfall á milli minnstu og stærstu seiðanna innan

hópsins er um 1,5 og er yfirleitt helsta orsök affalla þegar hlutfallið er komið í 2. Seiði af stærðinni 2-3 sm eru líklegust til sjálfráns sem á sína skýringu á „heppilegu“ hlutfalli milli munnstærðar seiða miðað við hæð og lengd. Afföllin eru ekki eingöngu vegna þeirra seiða sem eru étin, heldur einnig vegna þeirra sem drepast eftir árás sökum roðsára og ugga-skemmda, en þau ágerast oft af völdum umhverfisbaktería. Forvarnir eru því brýnar, fyrst og fremst flokkun fiska eftir 17 mm stærð og tryggja verður að fiskur fái gnægð af næringarríku fóðri (Støttrup 2002).

Sundmagasótt: Útblásinn sundmagi í smáseiðum (1,5-2 g) hefur í einstaka tilfellum valdið töluverðum afföllum í eldi. Seiðin synda á hlið og virðast ekki ná fóðri. Ekki hefur þó ennþá verið varpað ljósi á orsakasamhengið.

Loftbólaveiki: Dæmigerð einkenni veikinnar eru loftbólur sem myndast í æðum og vefjum fiskanna. Oft sjást loftbólurnar berum augum undir hornhimnu augans, í tálknunum og undir þekjulagi roðs, einkum á tálknborðum og milli uggeisla (32. mynd). Ástæða veikinnar er yfirmettun eldisvökvans af lofttegundum. Við eldisaðstæður getur slíkt t.d. orðið þegar loft sogast inn í lagnir við dælingu á eldisvökva. Uppleysanleiki lofts í vökva eykst með vaxandi þrýstingi. Í lokaðri lögn leysist því meira upp af lofti í vökvanum vegna aukins þrýstings. Leysanleiki lofts eykst raunar einnig með lækkandi hita og minnkandi seltu vökvans. Þegar vökvinn flæðir úr lokaðri lögninni út í eldiskerið minnkar þrýstingur á ný. Leitast þá loftið við að rjúka úr vökvanum. Það á einnig við um loftið í æðum og vefjum fiskanna sem



32. mynd. Loftbólur (örvar) milli uggeisla á sporðblöðku. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 32. Gas bubbles (arrows) between fin rays. Photo: Árni Kristmundsson.

þeir hafa tekið upp um tálkn. Þar myndast því loftbólur sem geta stíflað blóðrás og skemmt vefi. Fiskar drepast ef ekkert er að gert, en jafna sig fljótt ef ráðin er tímalega bót á loftfyrmettun vatnsins.

Augnskaðar: Sjúkdómsmyndin getur verið breytileg eftir því hver orsökina er. Útstæð augu geta stafað af einhvers konar sýkingu, eða yfirmettun eldisvökvans af lofti (loftbólveiki). Grámi og rof (sár) í hornhimnu er oft af völdum áverka sem sýking kemst í, m.a. vibrúbakteríur, og magnar þá skemmd. Nýlega var staðfest í fyrsta sinn í eldisþorski augnsýking af völdum bakteríunnar *Pseudomonas anguilliseptica* (Ferguson o.fl. 2004). Meðal þess sem talið er valda því að augasteinar verði gráir og ógegnsæir (33. mynd) eru: óheppilegar umhverfisaðstæður svo sem sveiflur í hita og seltu, erfiðleikar við seltustjórnun, yfirmettun eldisvökva af lofti, mengunarefni og útfjólublátt ljós (Bjerkås o.fl. 2004, Björn Björnsson 2004). Einnig geta næringartengdir þættir valdið þessum einkennum; t.d. getur kalsíumríkt fóður dregið úr upptöku snefilefnisins sínk í fóðri, svo og skortur á amínósýrunum methionin, riboflavín og histidin (Bjerkås o.fl. 2004).

Afmyndun á bol: Tíðust er skekkja (hnakkasveigja) í hryggjarsúlu upp af tálknbörð-



33. mynd. Þorskeiði með ógegnsæjan augastein. Myndataka: Árni Kristmundsson.

Figure 33. A cod juvenile with cataract. Photo: Árni Kristmundsson.



34. mynd. Þorskeiði með skekkju í hryggjarsúlu (Totland o.fl. 2004).

Figure 34. Deformation of the vertebral column (Totland et al. 2004).

um. Tíðni þessara einkenna (34. mynd) hafa farið í allt að 80% í einstaka eldishópum. Árið 2003 var þetta eitt mesta vandamál í norsku þorskeldi; um 40% af heildarárgangi eldisseiða voru með þennan kvilla. Ekki er fullljóst hvað veldur, en í dag er talið að orsökina megi rekja til margra samverkandi þátta, erfða- og umhverfistengdra (Totland o.fl. 2004).

SJÚKDÓMAVARNIR

Smitgát

Smitgát í fiskeldi er víðtækt hugtak og því er mikilvægt að taka á þeim hlutum af raunsæi svo hámarka megi gagnsemi vinnunnar. Markvissar umgengnisreglur skipta miklu, svo og reglubundið eftirlit, ekki síst með foreldrafiski sem getur borið dulið smit. Hindra verður smitdreifingu með hrognum frá sýktum foreldrum til afkvæma. Gæði eldissjávar ásamt varfærinni umhirðu getur einnig skipt sköpum um heilbrigði eldisfiska.

Umgengni, þrif og sótthreinsun

Reglusemi og snyrtimennska við umhirðu og aðbúnað eldisfisks skilar sér ávallt við rekstur fiskeldisstöðva. Huga verður vel að geymslu og ástandi fóðurs og skal nagdýrum/vargi haldið í burtu. Umgangast skal tæki og áhöld af fyllsta hreinlæti og regla skal vera á færslu þeirra milli eldiseininga. Fjarlægja ber sjálfdaudan fisk daglega og meðhöndla ílát með slíkum úrgangi af varúð og ítrasta hreinlæti. Reglubundin hreinsun á eldiskerum og kvíabúnaði af lífrænum leifum nægir jafnan til að halda smitefnum í skefjum. Þegar klakrými, eldisker eða sjókví er tæmd til þess að skilja að eldishópa eða árganga fiska er nauðsynlegt að þrifa búnaðinn og sótthreinsa. Rétt er að nota aðeins þau efni sem eru viðurkennd við eldisaðstæður. Áður en sótthreinsun er framkvæmd skal ávallt byrja á því að þvo og skola alla fleti svo að sótthreinsiefnið virki til fullnustu.

Smitvarnir

Smitvarnir eru lykilþáttur í sjúkdómsforvörnum í fiskeldisstöð. Einföld undirstöðuatriði ráða oft úrslitum þegar verjast skal eða vinna bug á smitsjúkdómum. Eftirfarandi atriði ber að hafa í huga:

- Hvaðan geta smitefni borist í eldisstöð og hvernig er hægt að verjast þeim
- Við hvaða skilyrði lifir smitefnið og hvernig dreifist það innan stöðvar

- Mat á kostnaði við smitvarnir miðað við ávinning
- Hvaða eftirlitsferli þarf að virkja svo tryggja megi viðunandi árangur fyrirbyggjandi smitvarna

Smitefni geta borist inn í eldisstöð með:

- Lífrænum efniviði, s.s. hrognum, seiðum og fullorðnum fiski
- Eldissjó
- Áhöldum og fódri
- Fólki
- Óboðnum gestum, s.s. músum, köttum og fuglum
- Öðrum leiðum

Mikilvægi ólíkra smitleiða er háð tegund eldis á hverjum stað. Vissir þættir smitvarna eru skilyrtir samkvæmt lögum og reglugerðum, en margar grunnreglur og umgengnisvenjur eru frjálsar hverri eldisstöð. Ávinningur slíkra smitvarna er afar misjafn á milli stöðva og því þarf að meta aðstæður hverju sinni.

Hrogn og lifandi fisk er að líkindum hvað varhugaverðast að flytja í fiskeldisstöð með tilliti til dreifingar smitefna. Í þeim tilfellum sem klakfiskur er undir ströngu heilbrigðiseftirliti og hrogn eru sótthreinsuð er hætta á smitdreifingu þó hverfandi lítil. Ef alinn er fiskur af eldisuppruna er brýnt að útvega efnivið sem hefur skýra eftirlits- og heilbrigðissögu. Sjótaka getur verið veikur hlekkur. Í strandeldi fiska á lírfustigi ber að varast sjótöku beint frá opnu hafi, nema að til komi ákveðnar forvarnir. Þurrfóður úr verkmiðju er laust við hvers kyns sjúkdómsvalda, en þó ber ávallt að gefa fóðurflutningum gaum, ekki síst þar sem bíll eða bátur fer á milli stöðva. Fóðrun sjávartegunda, s. s. þorsks, er í mörgum tilfellum veikur hlekkur. Þar hefst frumfóðrun með lifandi fóðurdýrum og í áframeldi er þorskur í mörgum tilfellum fóðraður með ferskum fiski sem ekki hefur hlotið hitameðhöndlun. Frysting hráfóðurs drepur hringorma en ýmis önnur smitefni lifa af frystingu. Fólk getur borið smitefni, en almennt er áhættan hverfandi. Rétt er að bjóða gestum hlífðar- og skófagnað sem tilheyrir stöðinni. Vargfuglar geta verið viðsjárverðir smitberar og ber mönnum að gera sitt ítrasta til að forðast návígi slíkra gesta við eldiseiningar. Endurnýting eldissjárvar eykur hættu á að smitefni magnist upp og valdi skaða og ber að hafa slík kerfi undir stöðugu eftirliti. Ekki síst skal svo leitast við að lágmarka óþarfa hnjask og aðra

streituvalda því það er ávísun á vanþrif fiska og sykingar af ýmsum toga.

Forvarnir og meðhöndlun með hjálp lyfja- og efna

Hér verður fjallað um nokkur atriði sem nausynlegt er að hyggja að svo draga megi úr hættu á dreifingu smitefna í þorskelði.

Sótthreinsun hrogna er einföld og árangursrík aðferð til þess að hefta og fyrirbyggja dreifingu ákveðinna örvera. Slík meðhöndlun dugar þó ekki til að verjast veirusýkingum á borð við brisdrep (IPN) og taugadrep (VNN). Við sótthreinsun þorskhrogna er notað glútaraldehyð. Styrkur lausnar er 8 ppm (9,6 ml. af hreinu glútaraldehyði í 6 lítra af vatni) og snertitími við yfirborð hrogna er 5 mínútur. Hrognin eru tekin „þurr“ beint úr klakrennu og dýft í sótthreinsilausn og hrært varlega (muna eftir hlífðarhönskum). Eftir 5 mínútna snertitíma eru hrognin færð í klakrennu á ný þar sem þau skolast. Ef senda á hrognin í aðra eldisstöð skal skola þau í hreinum sjó. Góð regla er að dýfa hrognum með háfi í þrjár fötur, hverja eftir aðra, með hreinum sjó og skal heildarskoltími vera a. m.k. 5 mínútur.

Efna- og lyfjameðhöndlun á eldisþorski má skipta í þrjá flokka; þ.e. útvortis með böðun, innvortis með fóðurgjöf og sprautun. Framkvæmdin er í flestum tilfellum einföld og geta eldismenn auðveldlega tileinka sér hana. Öguð vinnubrögð eru mikilvæg til þess að meðferð skili árangri og til að hlífa fiski við óþarfa áreiti. Því er kappsmál að lágmarka tíðni meðferða og nýta efni/lyf sem best.

Útvortis meðferð með böðun er algengust á lírfur og smáseiði. Dæmi um það er böðun lírfa í sýkladrepandi lyfjum á frumstigum eldis, ekki síst á meðan lírfur nærast á lifandi fóðurdýrum. Ekki má heldur gleyma mikilvægum þætti fóðurdýranna sjálfra, þau eru alin í umhverfi sem er hlaðið örverum ýmiskonar áður en þau eru notuð til fóðrunar þorsklirfa. Svo halda megi bakteríuflóru fóðurdýranna í skefjum hafa ýmis ráð verið reynd, s.s. böðun í ákveðinni lyfjablöndu. Slík lausn er ekki ásættanleg og því verður að þróa aðrar aðferðir til þess að hemja örveruflóru fóðurdýra.

Oftar en ekki þarf að baða eldri seiði gegn ágangi baktería og sníkjudýra. Þetta á ekki síst við um seiði af villtum uppruna sem færð eru í eldisstöð til áframeldis. Þau þarf að hreinsa af sníkjudýrum með reglubundinni formalínböðun

(1:4000) og í einstaka tilfellum verður einnig að draga úr bakteríusýkingu með hjálp sýklalyfja. Mikil framför hefur átt sér stað í þróun lyfja gegn lús á síðustu árum. Nú hefur nánast alveg verið horfið frá baðlyfjum, þess í stað eru notuð lyf sem blönduð eru í fóður í ákveðnum skammti og gefið í viku tíma. Slík meðhöndlun tryggir lúsalausn fisk í a.m.k. 90 daga.

Innvortis lyfjameðferð með fóðurgjöf er oftast notuð á stærri seiði, undirmáls- og fullorðinn þorsk. Algengustu bakteríusýkingar í eldisfiski hér á landi eru meðhöndlaðar með þessum hætti. Lyfjagjöf hefur þó ekki enn verið reynd á kvíafisk sem ekki er alinn á þurrfóðri, því erfitt er að blanda lyfjum í hráfóðrið. Sýklalyfi er blandað í fóður í ákveðnum styrk og gefið fiskunum. Stærsti gallinn er sá að mjög sjúkir fiskar reynast jafnan tregir til fóðurtöku, ekki síst í lágum eldishita. Tilraunir hafa sýnt að allt niður í 9% fiska hafi innbyrt lyfjafóður eftir 10 daga lyfjagjöf við slíkar aðstæður. Án tillits til lyfjagjafar er mikilvægt að háfa dauða fiska hvern dag svo þeir liggi ekki lengi á botni kvíar, en frá þeim dreifist stöðugt smit. Innvortis lyfjameðferð á þorski hefur nokkrum sinnum reynst nauðsynleg gegn vibríuveiki og kýlaveikibróður við íslenskar aðstæður. Þá hefur reynslan sýnt að veiðar seiða og undirmálsþorsks á ákveðnum svæðum skila fiski sem ber með sér náttúrulega bakteríusýkingu og brýnt er að bregðast við svo sýkillinn nái ekki að magnast um of við eldisaðstæður. Misjafnlega gengur að ráða niðurlögum sýkinga af þessu tagi, og fer það eftir tegund sýkils og umhverfisáðstæðum. Í flestum tilfellum er meðferðin árangursrík. Jafnan dugar 6-10 daga innvortis lyfjakúr, háð sýklalyfi hverju sinni.

Meðhöndlun einstakra fiska með lyfjasprautun er sjaldgæf, en þó framkvæmd á verðmætum fiski, s.s. klakfiski.

Eitt skal hafa hugfast, smitsjúkdómum verður ekki útrýmt eingöngu með sýklalyfjum. Þau verða alltaf neyðarlausn.

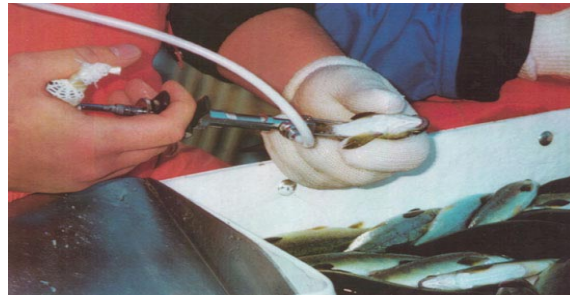
Í hvert skipti sem hafist er handa um einhverja aðgerð, s.s. háfun og efnaböðun, sem eykur hættu á hnjaski og streitu meðal fiska, skal svelta þá í einn til tvo sólarhringa. Þetta á þó ekki við um meðhöndlun á lirfum og smáseiðum. Þar gilda önnur lög mál vegna þess hve viðkvæmar þær eru fyrir fæðuskorti og sjálfráni.

Bólusetning

Þeir bakteríusjúkdómar í íslenskum eldisþorski sem líklegt er að verjast þurfi með bóluefnum eru vibríuveiki, kýlaveikibróðir og vetrarsár. Enn sem komið er eru aðeins til bóluefni fyrir þorsk gegn vibríuveiki.

Þetta bóluefni er fyrst og fremst bað- og dýfingarbóluefni ætlað seiðum á stærðarbili 0,5-10 g. Bóluefnið er þristofna, þ.e. gegn *Listonella (Vibrio) anguillarum* af sermisgerðum O1, O2a og O2b, og ætlað að veita yngstu seiðunum vörn þar til stærð þeirra leyfir stungubólusetningu (>20 g). Undir mörgum kringumstæðum dugar bað- og dýfingarbólusetning smáseiða allt fram til slátrunar úr kvíum, en ef smitálag er mikið verður vart hjá því komist að bæta við stungubólusetningu (35. mynd) áður en seiði eru flutt í kvíar.

Til eru fjölþátta bóluefni þróuð fyrir laxfiska sem í senn veita þeim vörn gegn vibríuveiki og kýlaveiki (og jafnvel einnig gegn hitraveiki og vetrarsárum), en þar er einungis um stungubóluefni að ræða. Á síðasta ári var þorskur í eldisstöðinni á Stað bólusetur með einu þessara fjölþátta stungubóluefna (Alpha Ject 5200) og síðan sýktur í kerasal Rannsóknasetursins í Sandgerði. Niðurstöður sýndu að bóluefnið veitti þorski nokkra vörn gegn vibríuveiki en þó ekki eins mikla og hjá laxi. Hliðarverkanir af



35. mynd. Stungubólusetning seiða. Myndataka: Gísli Jónsson.

Figure 35. A vaccination of a fry. Photo: Gísli Jónsson.

völdum bólusetningar voru vægar og bóluset þorskseiði uxu vel (Sigríður Guðmundsdóttir o.fl., óbirt gögn).

Bóluefni þróuð gegn kýlaveikibróður í þorski hafa ekki enn verið markaðssett. Tilraunir hafa verið gerðar með baðbóluefni gegn þeirri veiki en ekki eru til heimildir um jákvæðan árangur. Niðurstöður tilrauna til að bólusetja þorsk með Alpha Ject 5200 í þorski hafa sýnt að bóluefnið veitir ekki vörn gegn

kýlaveikibróður (Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir o.fl., óbirt gögn).

Ljóst er að þróun nýrra þorskabóluefna er nauðsynleg ef þorskelði á að verða arðbært.

Veirusjúkdómar hafa ekki enn komið upp í eldisþorski hér á landi. Bóluefni gegn veirusjúkdómum hafa ekki verið þróuð fyrir þorsk, fremur en fyrir flestar aðrar fisktegundir. Samkvæmt núgildandi íslenski löggjöf ber að grípa til niðurskurðar veirusýkra eldisfiska og því væri bólusetning gegn veirusýkingum ekki raunhæf.

Aðferðir við bólusetningu þorskseiða

Mismunandi bólusetningaraðferðum er beitt með hliðsjón af stærð fiska.

1. 0,5-1 g: **Baðbólusetning:** Vatnsrennsli í eldiskerið er stöðvað og bóluefni síðan blandað út í kerid (1 hlutur bóluefnis á móti 10 af eldisvökva). Eftir 30 sek. snertitíma bóluefnis við fiska er vatni hleypt á að nýju. 0,5 l af óþynntu bóluefni dugar á 10 kg af fiski.

2. 3-10 g: **Dýfing:** Fiskar eru háfaðir úr eldiskeri og þeim dýft í fötu með bóluefnalausn (1 hlutur bóluefnis á móti 10 af vatni) í 30 sek. 0,5 l af óþynntu bóluefni dugar á 50 kg af fiski.

3. >20 g: **Stungubólusetning:** Fiskar eru svæfðir og síðan er 0,1 ml af bóluefni sprautað í kviðarhol (þorskur þolir ekki allar tegundir svefnlyfja).

REYNSLA ÚR ÍSLENSKU ÞORSKELDI

(Dagbækur Rannsóknadeildar fisksjúkdóma að Keldum og dýralæknis fisksjúkdóma)

Það er ekki fyrir en undanfarin tvö ár sem tilraunaeldi á þorski sætir aukinni sjúkdómavöktun. Myndin er því að skýrast (Tafla 4) og síðustu misseri hafa gefið vísbindingar um helstu áhættuþætti. En að sjálfsögðu gildir hér um þorskelði sem annað eldi, að fjölbreytni sjúkdóma vex eftir því sem eldið er stundað lengur á hverjum stað.

Tafla 4. Yfirlit um sjúkdóma sem helst hefur orðið vart á síðustu misserum í íslenskum eldisþorski.

Table 4. A summary of diseases most frequently detected in Icelandic farmed cod.

Orsakabættir	Frumfóðrun	Strandeldi		Kvíaelði	
		Eldisseiði	Villiseiði	Eldisseiði	Villiseiði
Óútskýrð afföll	Veruleg				
Hnakkasveigja		x		x	
Kýlaveikibróðir		x	x	x	x
Víbrúveiki		x		x	x
Söðulsár			x		
<i>Ichthyobodo</i> sp.		x	x		
<i>Trichodina</i> spp.		x	x		
<i>Loma</i> sp.		x ¹	x ¹	x	x
Æxli í gervitálknum			x		
Vörtur		x ²	x ²		
Ógegnsær augasteinn		x		x	

¹Smit berst frá villiseiðum í seiði af eldisuppruna.

²Eru mun fátíðari á eldisseiðum en á villiseiðum.

HEIMILDIR

- Anon. 2003. Upplýsingar fengnar á heimasíðu norsku Hafrannsóknastofnunarinnar. Aðgengilegar á: www.imr.no.
- Alexander, J. & Ingram, G. A. 1992. Noncellular nonspecific defense mechanisms of fish. *Annual Review of Fish Diseases* 2: 249-279.
- Armann, R. I. & Schleiffer, K. H. 1995. Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological Reviews* 59: 143-169.
- Austin, B. & Austin, D. A. 1999. *Bacterial fish pathogens, diseases in farmed and wild fish*. 2nd ed. Ellis Horwood, London.
- Ástþór Gíslason. 2002. Hvers vegna eru ein auðugustu fiskimið jarðarinnar í kringum Ísland? *Fyrirspurn á Vísindavef Háskóla Íslands, aðgengilegt á: www.visindavefur.hi.is*.
- Bergh, Ø. 1995. Bacteria associated with early-life stages of halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., inhibit growth of a pathogenic *Vibrio* sp. *Journal of Fish Diseases* 18: 31-40.
- Bergh, Ø. 1999. Sykdommer hos rogn og yngel (marinfisk). Í: T. Poppe (ritstj.), *Fiskehelse og fiskeesydommer*, Universitetsforlaget, Oslo, bls. 275-278.
- Bergh, Ø. 2002. Også oppdrettstorsken kommer til at bli syk. Í: Glette, J., Meeren, T.V.D., Olsen, R.E., & Skilbrei, O. (ritstj.), *Havbruksrapport 2002, Fisken og havet*, særnr. 3: 90-92.
- Bergh, Ø., Hjeltnes, B. & Skiftesvik, A. B. 1997. Experimental infection of turbot *Scophthalmus maximus* and halibut *Hippoglossus hippoglossus* yolk sac larvae with *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*. *Diseases of Aquatic Organisms* 29: 13-20.
- Bergh, Ø., Nilsen, F. & Samuelsen, O. B. 2001. Diseases, prophylaxis and treatment of the Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*: a review. *Diseases of Aquatic Organisms* 48: 57-74.
- Bergljót Magnadóttir, Halla Jónsdóttir, Sigurður Helgason, Björn Björnsson, Solem, S. T. & Pilstrom, L. 2001. Immune parameters of immunised cod (*Gadus morhua* L.). *Fish & Shellfish Immunology* 11: 75-89.
- Bergljót Magnadóttir. 1998. Comparison of immunoglobulin (IgM) from four fish species. *Búvísindi. Icelandic Agricultural Sciences* 12: 47-59.
- Bergljót Magnadóttir. 2000a. *Humoral immune parameters of teleost fish*. Doktorsritgerð frá Háskóla Íslands, Reykjavík.
- Bergljót Magnadóttir. 2000b. The spontaneous haemolytic activity of cod serum: Heat insensitivity and other characteristics. *Fish and Shellfish Immunology* 10: 731-735.
- Bergljót Magnadóttir, Bambir, S. H., Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir, Pilstrom, L. & Sigurður Helgason 2002a. Atypical *Aeromonas salmonicida* infection in naturally and experimentally infected cod (*Gadus morhua* L.). *Journal of Fish Diseases* 25: 583-597.
- Bergljót Magnadóttir, Crispin, M., Royle, L., Colominas, C., Harvey, D. J., Dwek, R. A. & Rudd, P. M. 2002b. The carbohydrate moiety of serum IgM from Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Fish & Shellfish Immunology* 12: 209-227.
- Bergljót Magnadóttir, Halla Jónsdóttir, Sigurður Helgason, Björn Björnsson, Jørgensen, T. Ø. & Pilstrom, L. 1999a. Humoral immune parameters in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I. The effects of environmental temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology* 122B: 173-180.
- Bergljót Magnadóttir, Halla Jónsdóttir, Sigurður Helgason, Björn Björnsson, Jørgensen, T. Ø. & Pilstrom, L. 1999b. Humoral immune parameters in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) II. The effects of size and gender under different environmental conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology* 122B: 181-188.
- Bergljót Magnadóttir & Sigrún Lange. 2004. Is Apolipoprotein A-I a regulating protein for the complement system of cod (*Gadus morhua* L.)? *Fish and Shellfish Immunology* 16: 265-269.
- Bergljót Magnadóttir, Sigrún Lange, Agnar Steinarrson & Sigríður Guðmundsdóttir. 2004. The ontogenic development of innate immune parameters of cod (*Gadus morhua* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology* 139B: 217-224.
- Biering, E. 1999. Infeksiös pankreas nekrose. Í: T. Poppe (ritstj.), *Fiskehelse og fiskeesydommer* Universitets forlaget AS, Oslo, bls. 135-141.
- Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir & Sigríður Guðmundsdóttir. 1997. Evaluation of cross protection of an autogenous bacterin (IBOO) and a furunculosis vaccine (Biojec. 1500) against atypical and typical furunculosis in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases* 20: 343-350.
- Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir. 1998. Infections by atypical strains of the bacterium *Aeromonas salmonicida*: a review. *Búvísindi. Icelandic Agricultural Sciences* 12: 61-72.
- Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir, Íris Hvanndal, Bryndís Björnsdóttir & Wagner, U. 2003. Analysis of exotoxins produced by atypical isolates of the fish pathogen *Aeromonas salmonicida*, by enzymatic and serological methods. *Journal of Fish Diseases* 26: 15-29.
- Bjerkås, E., Sveier, H. & Bjørnstad, E. 2004. Katarakt hos torsk i oppdrett - resultater av en preliminær undersøkelse. *Norsk Veterinærtidsskrift* 4: 249-253.
- Björn Björnsson 2004. Can UV-treated seawater cause cataract in juvenile cod (*Gadus morhua* L.)? *Aquaculture* 240: 187-199.
- Blazer, V. S. 1992. Nutrition and disease resistance in fish. *Annual Review of Fish Disease* 2: 309-323.
- Booth, D. & Alquezar, R. 2002. Food supplementation increases larval growth, condition and survival of

- Acanthochromis polycaanthus*. *Journal of Fish Biology* 60: 1126-1133.
- Bricknell, I. R. & Raynard, R. S. 2002. Viral disease risk to and from emerging marine aquaculture species. *10th Annual New England Farmed Fish Health Management Workshop April 4, 2002, Eastport, Maine*.
- Brudeseth, B. E. & Evensen, O. E. 2002. Occurrence of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHS) in wild marine fish species in the coastal regions of Norway. *Diseases of Aquatic organisms* 52: 21-28.
- Brunson, R., True, K. & Yanvey, J. 1989. VHS virus isolated at Makah Fish hatchery. *American Fisheries Society. Fish Health Section Newsletter* 17: 3.
- Bryndís Björnsdóttir, Sigríður Guðmundsdóttir, Bambir, S. H., Bergljót Magnadóttir & Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir. 2004. Experimental infection of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), by *Moritella viscosa*, vaccination effort and vaccine-induced side-effects. *Journal of Fish Diseases* 27: 1-11.
- Buchmann, K., Larsen, J. L. & Dalsgaard, I. 1993. Diseases and injuries associated with mortality of hatchery reared Baltic cod (*Gadus morhua* L.) larvae. *Acta Veterinaria Scandinavica* 34: 385-390.
- Cook, M. T., Hayball, P. J., Hutchinson, W., Nowak, B. F. & Hayball, J. D. 2002. Administration of commercial immunostimulant preparation, EcoActiva as a feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. *Fish & Shellfish Immunology* 12: 1-13.
- Dalsgaard, I., Møllergaard, S. & Larsen, J. L. 1992. Mycobacteriosis in cod (*Gadus morhua* L.) in Danish coastal waters. *Aquaculture* 107: 211-219.
- Dannevig, B. H., Nilsen, R., Modahl, I., Jankowska, M., Taksdal, T. & Press, C. M. 2000. Isolation in cell culture of nodavirus from farmed Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* in Norway. *Diseases of Aquatic Organisms* 43: 183-189.
- Dethlefsen, V., Lang, T. & Damm, U. 1996. X-cell disease of cod *Gadus morhua* from the North Sea and Icelandic waters. *Diseases of Aquatic Organisms* 25: 95-106.
- Dhert, P., Divanach, P., Kentouri, M. & Sorgeloos, P. 1998. Rearing techniques for difficult marine fish larvae. *World Aquaculture* 29: 48-55.
- Dobberstein, R. C. & Palm, H. W. 2000. Trichodinid ciliates (Peritrichia : Trichodinidae) from the Bay of Kiel, with description of *Trichodina claviformis* sp. n. *Folia Parasitologica* 47: 81-90.
- Du Pasquier, L. 1982. Antibody diversity in lower vertebrates - why is it so restricted? *Nature* 296: 311-313.
- Du Pasquier, L. 1993. Phylogeny of B-cell development. *Current Opinion in Immunology* 5: 185-193.
- Dyková, I. 1995. Phylum Microspora. Í: P. T. K. Woo (ritstj.), *Fish diseases and disorders*, CAB International, Wallingford, bls. 149-181.
- Eddy, S. D. & Jones, S. H. 2002. Microbiology of summer flounder *Paralichthys dentatus* fingerling production at a marine fish hatchery. *Aquaculture* 211: 9-28.
- Espelid, S., Løkken, G. B., Steiro, K. & Bøggwald, J. 1996. Effects of cortisol and stress on the immune system in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Fish & Shellfish Immunology* 6: 95-110.
- Ferguson, H. W., Collins, R. O., Moore, M., Coles, M. & MacPhee, D. D. 2004. *Pseudomonas anguilliseptica* infection in farmed cod, *Gadus morhua* L. *Journal of Fish Diseases* 27: 249-253.
- Gatesoupe, F. J. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture* 180: 147-165.
- Gildberg, A. & Mikkelsen, H. 1998. Effects of supplementing the feed to Atlantic cod (*Gadus morhua*) fry with lactic acid bacteria and immunostimulating peptides during a challenge trial with *Vibrio anguillarum* [*Aeromonas salmonicida*]. *Aquaculture* 167: 103-113.
- Gildberg, A., Mikkelsen, H., Sandaker, E. & Ringø, E. 1997. Probiotic effect of lactic acid bacteria in the feed on growth and survival of fry of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Hydrobiologia* 352: 279-285.
- Gomez-Gil, B., Roque, A. & Turnbull, J. F. 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aquaculture* 191: 259-270.
- Griffiths, S., Melville, K., Cook, M., Vincent, S., St. Pierre, M. & Lanteigne, C. 2001. Profiling of bacterial species associated with haddock larviculture by PCR amplification of 16S rDNA and denaturing gradient gel electrophoresis. *Journal of Aquatic Animal Health* 13: 355-363.
- Grisez, L., Chari, M., Sorgeloos, P. & Ollevier, F. 1996. Mode of infection and spread of *Vibrio anguillarum* in turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae after oral challenge through live feed. *Diseases of Aquatic Organisms* 26: 181-187.
- Hansen, G. H. & Olafsen, J. A. 1999. Bacterial interactions in early life stages of marine cold water fish. A review. *Microbial Ecology* 38: 1-26.
- Hemmingsen, W. & MacKenzie, K. 1993. A checklist of the protozoan and metazoan parasites reported from the Atlantic cod. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 13: 134-137.
- Hilger, I., Ullrich, S. & Anders, K. 1991. A new ulcerative flexibacteriosis-like disease ("yellow pest") affecting young Atlantic cod *Gadus morhua* from the German Wadden Sea. *Diseases of Aquatic Organisms* 11: 19-29.
- Hjeltnes, B. 1999. Infeksjoner med mykobakterier. Í: T. Poppe (ritstj.), *Fiskehelse og fiskeyngdommer*, Universitetsforlaget, Oslo, bls. 120-122.
- Hopper, K. 1989. The isolation of VHS from chinook salmon at Glenwood Springs, Orcas Island, Washington. *American Fisheries Society. Fish Health Section Newsletter* 17: 1.

- Husevaag, B. 1994. Survival of *Aeromonas salmonicida* and *Vibrio salmonicida* in marine fish farm environment. Doktorsritgerð frá Háskólanum í Bergen.
- Irianto, A. & Austin, B. 2002. Probiotics in aquaculture. Review. *Journal of Fish Diseases* 25: 633-642.
- Isshiki, T., Nagano, T. & Suzuki, S. 2001. Infectivity of aquabirnavirus strains to various marine fish species. *Diseases of Aquatic Organisms* 46: 109-114.
- Jensen, N. J. & Bloch, B. 1980. Adenovirus-like particles associated with epidermal hyperplasia in cod (*Gadus morhua*). *Nordisk Veterinærmedicin* 32: 173-175.
- Jensen, N. J. & Larsen, J. L. 1979. The Ulcus-syndrome in cod (*Gadus morhua*). I. A pathological and histopathological study. *Nordisk Veterinærmedicin* 31: 222-228.
- Jensen, N. J. & Larsen, J. L. 1982. The ulcus-syndrome in cod (*Gadus morhua*). IV. Transmission experiments with two viruses isolated from cod and *Vibrio anguillarum*. *Nordisk Veterinærmedicin* 34: 136-142.
- Johnson, S. C., Sperker, S. A., Leggiadro, C. T., Groman, D. B., Griffiths, S. G., Ritchie, R. J., Cook, M. D. & Cusack, R. R. 2002. Identification and characterization of a piscine neuropathy and nodavirus from juvenile Atlantic cod from the Atlantic coast of North America. *Journal of Aquatic Animal Health* 14: 124-133.
- Jón Már Halldórsson. 2000. Eru til margar gerðir af marglyttu? Eru þær miseitraðar og hvers vegna sviður okkur í hörundið undan þeim? *Fyrirspurn á Vísindavef Háskóla Íslands, aðgengilegt á: www.visindavefur.hi.is*.
- Jón Már Halldórsson. 2001. Af hverju brennir maður sig stundum á marglyttum? *Fyrirspurn á Vísindavef Háskóla Íslands, aðgengilegt á: www.visindavefur.hi.is*.
- Karasev, A. B., Mitenev, V. K. & Shulman, B. S. 1996. Ecological peculiarities of the parasite fauna of cod and pollock in the vicinity of the Kislaya Inlet tidal power plant, Western Murman (The Barent Sea). *Sarsia* 80: 307-312.
- Khan, R. A. 1988. Experimental transmission, development, and effects of a parasitic copepod, *Lernaeocera branchialis*, on Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Journal of Parasitology* 74: 586-599.
- Khan, R. A., Lee, E. M. & Barker, D. 1990. *Lernaeocera branchialis*: A potential pathogen to cod ranching. *Journal of Parasitology* 76: 913-917.
- King, A. J., Snow, M., Smail, D. A. & Raynard, R. S. 2001. Distribution of viral haemorrhagic septicaemia virus in wild fish species of the North Sea, north east Atlantic Ocean and Irish Sea. *Diseases of Aquatic Organisms* 47: 95-106.
- Kvallestad, A. 1999. Epiteliocystis. Í: T. Poppe (ritstj.), *Fiskehelse og fiskesydommer*, Universitetsforlaget, Oslo, bls. 113-114.
- Larsen, J. L. & Pedersen, K. 1999. Infeksjoner med *Vibrio*-bakterier. Í: T. Poppe (ritstj.), *Fiskehelse og fiskesydommer*, Universitetsforlaget, Oslo, bls. 68-83.
- Lester, R. J. G. & Roubal, F. R. 1995. Phylum arthropoda. Í: P. T. K. Woo (ritstj.), *Fish diseases and disorders*, vol. 1, CAB International, Wallingford, bls. 475-598.
- Lillehaug, A., Lunestad, B. T. & Grave, K. 2003. Epidemiology of bacterial diseases in Norwegian aquaculture - a description based on antibiotic prescription data for the ten-year period 1991 to 2000. *Diseases of Aquatic Organisms* 53: 115-125.
- Lom, J. 1995. Trichodinidae and other ciliates (Phylum Ciliophora). Í: P. T. K. Woo (ritstj.), *Fish diseases and disorders*, vol. 1. CAB International, Wallingford, bls. 229-263.
- Lom, J. & Dyková, I. 1992. *Protozoan parasites of fishes*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 316 bls.
- Lorenzen, E. 1999. Infeksjoner med *Flavobacterium* og *Flexibacter*. Í: T. Poppe (ritstj.), *Fiskehelse og fiskesydommer*, Universitetsforlaget, Oslo, bls. 97-107.
- Lorenzen, E., Olesen, N. J., Strom, A. & Evensen, Ø. 1995. Outbreaks of IPN in reared fry of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *7th International Conference of EAFP, Palma, Mallorca. Poster 38*.
- Lysne, D. A. & Skorping, A. 2002. The parasite *Lernaeocera branchialis* on caged cod: Infection pattern is caused by differences in host susceptibility. *Parasitology* 124: 69-76.
- Makrakis, P., Bergh, Ø., Skjermo, J. & Vastein, O. 2001. Addition of bacteria bioencapsulated in *Artemia* metanauplii to a rearing system for halibut larvae. *Aquaculture International* 9: 225-236.
- Makrakis, P., Fjellheim, A. J., Skjermo, J. & Vadstein, O. 2000. Control of the bacterial flora of *Brachionus plicatilis* and *Artemia franciscana* by incubation in bacterial suspensions. *Aquaculture* 185: 207-218.
- March, T. L. 1999. Terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP): an emerging method for characterizing diversity among homologous populations of amplification products. *Current Opinion in Microbiology* 2: 323-327.
- Matthías Eydal, Brynja Gunnlaugsdóttir & Karl Skírnisson. 1994. Agðan *Cryptocotyle lingua* fundin í dýrum við Ísland. *Læknablaðið (The Icelandic Medical Journal)* 80(fylgirit 27): 91.
- McVicar, A. H. 1999. *Ichthyophonus* and related organisms. Í: P. T. K. Woo (ritstj.), *Fish diseases and disorders, viral, bacterial and fungal infections*, vol. 3, CAB International, Wallingford, bls. 661-687.
- Miller, N. W. & Clem, L. W. 1984. Temperature-mediated processes in teleost immunity: Differential effects of temperature on catfish in vitro antibody responses to thymus-dependent and thymus-independent antigens. *Journal of Immunology* 133: 2356-2359.
- Miwa, S., Nakayasu, C., Kamaishi, T. & Yoshiura, Y. 2004. X-cell in fish pseudotumors are parasitic protozoans. *Diseases of Aquatic Organisms* 58: 165-170.
- Morrison, C. M. & Sprague, V. 1981. Electron microscope study of a new genes and a new species of *Microsporidia* in the gill of Atlantic cod *Gadus morhua* L. *Journal of Fish Diseases* 4: 15-32.

- Mortensen, H. F., Heuer, O. E., Lorenzen, N., Otte, L. & Olesen, N. J. 1999. Isolation of wild haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) from wild marine fish species in the Baltic Sea, Kattegat, Skagerrak and the North Sea. *Virus Research* 63: 95-106.
- Munday, B. L. & Nakai, T. 1997. Special topic review: Nodaviruses as pathogens in larval and juvenile marine fish. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 13: 375-381.
- Möller, H. & Anders, K. 1986. *Diseases and parasites of marine fishes*. Verlag Möller, Kiel, 365 bls.
- Nikoskelainen, S., Ouwehand, A., Salminen, S. & Bylund, G. 2001. Protection of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) from furunculosis by *Lactobacillus rhamnosus*. *Aquaculture* 198: 229-236.
- Nilsen, F. 2002. Parasitter hos torsk - hvilke problemer kan man møte i et fremtidig torskeoppdrett? Í: J. Glette, Meeren, T.V.D., Olsen, R.E., & Skilbrei, O. (ritstj.), *Havbruksrapport, Fisken og havet*, særnr. 3: 101-102.
- Noga, E. J. 1996. *Fish disease, diagnosis and treatment*. Mosby-Yearbook, Inc., St. Louis, bls. 103.
- Osborn, A. M., Moore, E. R. & Timmis, K. N. 2000. An evaluation of terminal-restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) analysis for the study of microbial community structure and dynamics. *Environmental Microbiology* 2: 39-50.
- Ottesen, O. H. & Olafsen, J. A. 2000. Effects on survival and mucous cell proliferation of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L., larvae following microflora manipulation. *Aquaculture* 187: 225-238.
- Pilarczyk, A. 1995. Changes in specific carp immune reaction caused by addition of fish oil to pellets. *Aquaculture* 129: 425-429.
- Poynton, S. L. & Lom, J. 1989. Some Ectoparasitic Trichodinids from Atlantic Cod, *Gadus morhua* L., with a Description of *Trichodina cooperi* sp. n. *Canadian Journal of Zoology* 67: 1793-1800.
- Press, C. M. & Jørgensen, T. 1998. Immunology of fishes. Í: Pastoret, P.-P., Griebel, P., Bazin, H., Govaerts, A. (ritstj.), *Handbook of vertebrate immunology*, Academic Press, New York, bls. 41-43.
- Ringø, E. & Birkbeck, T. H. 1999. Intestinal microflora of fish larvae and fry. *Aquaculture Research* 30: 73-93.
- Robertsen, B. 1999. Modulation of the non-specific defence of fish by structurally conserved microbial polymers. *Fish & Shellfish Immunology* 9: 269-290.
- Robertson, P. A. W., O'Dowd, C., Burrells, C., Williams, P. & Austin, B. 2000. Use of *Carnobacterium* sp. as a probiotic for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*, Walbaum). *Aquaculture* 185: 235-243.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture* 172: 63-92.
- Salvesen, I., Skjermo, J. & Vadstein, O. 1999. Growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) during first feeding in relation to the proportion of r/K-strategists in the bacterial community of the rearing water. *Aquaculture* 175: 337-350.
- Santos, Y., Pazos, F., Nunez, S. & Toranzo, A. E. 1997. Antigenic characterization of *Vibrio anguillarum*-related organisms isolated from turbot and cod. *Diseases of Aquatic Organisms* 28: 45-50.
- Schlotfeldt, H.-J., Ahne, W., Jørgensen, P. E. V. & Glende, W. 1991. Occurrence of viral hemorrhagic septicaemia in turbot (*Scophthalmus maximus*) - a natural outbreak. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 11: 105-107.
- Schrøder, M. B. 1998. *The immune system in cod (Gadus morhua L.) - with emphasis on ontogeny and immunoglobulin production*. Doktorsritgerð frá Háskólanum í Tromsø.
- Schrøder, M. B., Villaena, A. J. & Jørgensen, T. Ø. 1998. Ontogeny of lymphoid organs and immunoglobulin producing cells in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) tissues. *Developmental and comparative Immunology* 22: 507-517.
- Sigríður Guðmundsdóttir, Sigrún Lange, Bergljót Magnadóttir & Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir. 2003. Protection against atypical furunculosis in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, comparison of fish vaccinated with commercial furunculosis vaccine and an autogenous vaccine based on the challenge strain. *Journal of Fish Diseases* 26: 331-338.
- Sigrún Lange, Bambir, S. H., Dodds, A. W. & Bergljót Magnadóttir. 2004b. The ontogeny of complement component C3 in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) - an immunohistochemical study. *Fish & Shellfish Immunology* 16: 359-367.
- Sigrún Lange, Dodds, A. W. & Bergljót Magnadóttir. 2004a. Isolation and characterisation of complement component C3 from Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Fish & Shellfish Immunology* 16: 227-239.
- Skirlis, G. P., Krondiris, J. V., Sideris, D. C., Shinn, A. P. & Starkey, W. G. 2001. Phylogenetic and antigenic characterization of new fish nodavirus isolates from Europe and Asia. *Virus Research* 75: 59-67.
- Skjermo, J. & Vadstein, O. 1999. Techniques for microbial control in the intensive rearing of marine larvae. *Aquaculture* 177: 333-343.
- Smail, D. A. 2000. Isolation and identification of Viral Haemorrhagic Septicaemia (VHS) viruses from cod *Gadus morhua* with the ulcer syndrome and from haddock *Melanogrammus aeglefinus* having skin haemorrhages in the North Sea. *Diseases of Aquatic Organisms* 41: 231-235.
- Smail, D. A. & Egglestone, S. I. 1980. Virus infections of marine fish erythrocytes: prevalence of piscine erythrocytic necrosis in cod *Gadus morhua* L. and blenny *Blennius pholis* L. in coastal and offshore water of the United Kingdom. *Journal of Fish Diseases* 3: 41-46.
- Snow, M., Cunningham, C. O. & Bricknell, I. R. 2000. Susceptibility of Atlantic cod (*Gadus morhua*) to Viral

- Haemorrhagic Septicaemia Virus isolated from wild caught Atlantic cod. *Diseases of Aquatic Organisms* 41: 225-229.
- Spanggaard, B., Huber, B. I., Nielsen, H., Sick, E. B., Pipper, C. B., Martinussen, T., Slierendrecht, W. J. & Gram, L. 2001. The probiotic potential against vibriosis of the indigenous microflora of rainbow trout. *Environmental Microbiology* 3: 755-765.
- Starkey, W. G., Ireland, J. H., Muir, K. F., Jenkins, M. E., Richards, R. H. & Ferguson, H. W. 2001. Nodavirus infection of cod and Dover sole in the United Kingdom. *Veterinary Record* 149: 179-181.
- Støttrup, J. G. 2002. Torskeopdræt - forskningsresultater og kundskab om torskeopdræt, *Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afdeling for Havøkologi og Akvakultur. DFU-rapport*, 107-02, Charlottenlund, bls. 97.
- Sørum, H., Hvaal, A. B., Heum, M., Daae, F. L. & Wiik, R. 1990. Plasmid profiling of *Vibrio salmonicida* for epidemiological studies of cold-water vibriosis in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and cod (*Gadus morhua*). *Applied and Environmental Microbiology* 56: 1033-1037.
- Totland, G. K., Kryvi, H. & Grotmol, S. 2004. Torskeyngel med "nakkeknekk" utgjør et av hovedproblemene i intensivt oppdrett i dag. Í: Agnalt, A-L., Ervik, A., Kristiansen, T. S. & Oppedal, F. (ritstj.), *Havbruksrapport 2004. Fisken og havet*, særnr. 3: 57-63.
- Urawa, S., Ueki, N. & Karlsbakk, E. 1998. A review of *Ichthyobodo* infection in marine fishes. *Fish Pathology* 33: 311-320.
- Vadstein, O. 1997. The use of immunostimulation in marine larviculture: possibilities and challenges. *Aquaculture* 155: 401-417.
- Vandenberghe, J., Thompson, F. L., Gomez-Gil, B. & Swings, J. 2003. Phenotypic diversity amongst *Vibrio* isolates from marine aquaculture systems. *Aquaculture* 219: 9-20.
- Verdonck, L., Grisez, L., Sweetman, E., Minkoff, G., Sorgeloos, P., Ollevier, F. & Swings, J. 1997. Vibrios associated with routine productions of *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture* 149: 203-214.
- Verner-Jeffreys, D. W., Shields, R. J., Bricknell, I. R. & Birkbeck, T. H. 2003. Changes in the gut-associated microflora during the development of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae in three British hatcheries. *Aquaculture* 219: 21-42.
- Waluga, D., Weasow, T., Dyner, E. & Swiatecki, A. 1996. Studies on the etiopathogenesis of fish diseases in the Baltic Sea. *Acto Ichthyologica et Piscatoria* XVI: 53-70.
- Weisburg, W. G., Barns, S. M., Pelletier, D. A. & Lane, D. J. 1991. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology* 173: 697-703.
- Wiklund, T. & Dalsgaard, I. 1998. Occurrence and significance of atypical *Aeromonas salmonicida* in non-salmonid and salmonid fish species: a review. *Diseases of Aquatic Organisms* 32: 49-69.
- Wilson, K. H., Blitchington, R. B. & Greene, R. C. 1990. Amplification of bacterial 16S ribosomal SNA with polymerase chain reaction. *Journal of Clinical Microbiology* 28: 1942-1946.
- Wolffrom, T. & Midtlyng, P. J. 2004. Vertical transfer of fish diseases. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 24: 58-60.
- Yoshikoshi, K. & Inoue, K. 1990. Viral nervous necrosis in hatchery-reared larvae and juveniles of Japanese parrotfish *Oplegnathus fasciatus* (Temminck & Schlegel). *Journal of Fish Diseases*, 13: 69-77.
- Zapata, A. G., Varas, A. & Torroba, M. 1992. Seasonal variations in the immune system of lower vertebrates. *Immunology Today* 13: 142-147.
- Zweifel, U. L. & Hagstrom, A. 1995. Total counts of marine-bacteria include large fractions of non-nucleotide-containing bacteria (ghosts). *Applied and Environmental Microbiology* 61: 2180-2185.

