

Orsakir affalla hjá aleldisþorski með áherslu á horfisk og vel haldinn einkennalaus fisk

Árni Kristmundsson, Barði Ingibjartsson, Kristján Ingimarsson, Kristján Guðmundur Jóakimsson og Valdimar Ingi Gunnarsson,

Efnisyfirlit

Samantekt	1
1. Inngangur	2
2. Framkvæmd	2
2.1 Staðsetning, búnaður og aðstæður	2
2.2 Fiskur, sýnataka og greining	2
3. Niðurstöður	3
3.1 Orsakir affalla	3
3.2 Orsakir affalla hjá horfiskum	3
3.3 Orsakir affalla hjá vel höldnum fiski	4
3.4 Orsakir affalla í einstökum kvíum	4
4. Umræður	5
4.1 Megin orsakir affalla	5
4.2 Bakteríusýkingar	6
4.3 Loma sýking	6
5. Fyrirbyggjandi aðgerðir og tillögur	8
6. Þakkarorð	8
7. Heimildir	8

Samantekt

Um sumarið 2010 voru orsakir affalla greindar í aleldisþorski sem safnað var í sjókvíaeldisstöðvum HB Granda hf. í Berufirði og Hraðfrystihússins Gunnvarar hf. (HG) í Áltafirði og Seyðisfirði. Megináhersla var lögð á horfisk og vel haldinn þorsk án sýnilegra sjúkdómseinkenna. Helstu niðurstöður rannsóknarinnar eru þær að kýlaveikibróðir og Loma sýkingar, auk víbríuveiki og ógreindrar *Vibrio* tegundar eru megin orsakavaldar affalla í kvíaeldi þorsks á Íslandi. Hjá HG reyndist Loma megin orsakavaldur affallanna (40%) en hjá HB

Granda var hlutdeild Loma aðeins tæp 10%. Kýlaveikibróðir orsakar mest afföll hjá HB Granda (um 50%) en um 25% hjá HG. Þáttur annarra sjúkdómvalda og kvilla, eins og hrygningarstíflu (hrygningarfiskur), þarmastíflu, *Gyrodactylus* sp., *Trichodina*, skarfabits og æxlis í lifur, var mun minni.

Megin skýring á afföllum horfisks hjá HG eru Loma sýkingar (50%) en bakteríusýkingar (> 80%) hjá HB Granda. Hjá HB-Granda eru bakteríusýkingar lang algengustu orsakir affalla hjá vel höldnum fiski án sjúkdómseinkenna eða í um 80% tilfella og var hlutur kýlaveikibróður þar stærstur. Hjá HG mátti rekja ríflega 40% affalla vel haldins fisks án sjúkdómseinkenna til Loma sýkinga. Hjá vel höldnum fiski með sjúkdómseinkenni mátti rekja orsakir affalla í tæplega 80% tilfella til bakteríusýkinga hjá HB Granda en um 75% hjá HG. Kýlaveikibróðir var algengasta ástæðan hjá HG en ógreind *Vibrio* tegund var mest áberandi hjá HB Granda.

Þegar skoðaðir eru einstakir árgangar aleldisþorsks þá kemur í ljós að hjá fiski sem fór í sjókvíar á árinu 2010 var kýlaveikibróður megin orsök affalla, bæði hjá HG (> 90%) og HB Granda (> 70%). Hjá árgangi sem fór í sjókvíar árið 2009 var Loma (50%) mest áberandi hjá HG. Auk þess greindist kýlaveikibróðir þar reglulega allt sumarið en víbríuveiki einungis seinni hluta ágúst. Hjá HB Granda olli kýlaveikibróðir um 45% affalla og önnur 45% mátti rekja til ógreindar *Vibrio* tegundar. Eins og hjá yngsta fiskinum greindist ógreind *Vibrio* tegund aðeins í september en kýlaveikibróðir fannst í sýnum í júní og júlí. Afföll á stærsta fiskinum hjá HB Granda, sem fór í sjókvíar árið 2008, voru rakin til ótilgreindar *Vibrio* tegundar (40%), hrygningar/hrygningarstíflu (30%) og Loma sýkinga (20%).

Mikill munur er á Loma sýkingum á milli svæða. Hugsanlega liggur skýringin í því að hjá HG er eldið umfangsmeira auk þess að hafa staðið yfir mun lengur án þess að svæði hafi verið hvíld. Aðrar skýringar, eins og sjávarhiti eru einnig vel hugsanlegar, en hann er talsvert hærri í Ísafjarðardjúpi en í Berufirði. Líklegt er að draga megi úr tjóni af völdum Loma með aðskilnaði árganga, hvíld svæða, forðast að ala villtan þorsk og aleldisþorsk á sama svæði. Auk þess er skiptir máli að hafa hæfilegan þéttleika í kvíunum, stærðarflokka fiskinn og fjarlægja strax dauðan fisk. Til að draga úr tjóni af völdum kýlaveikibróður er mælt með fyrirbyggjandi lyfjaföðrun.

1. Inngangur

Töluverð afföll eru á aleldisþorski í sjókvíaelði og geta ástæður verið margvíslegar. Í forathugun sem gerð var hér á landi frá desember 2008 til janúar 2009 komu fram umtalsverð afföll. Við mat á orsökum var fiskurinn eingöngu skoðaður að utan. Stærstur hluti affallanna var horfiskur en einnig drapst vel haldinn fiskur vegna sára sem afræningjar (skarfur) höfðu valdið. Niðurstöður leiddu einnig í ljós að í sumum tilvikum var dauðfiskaháfur ekki nægilega oft tæmdur og/eða að virkni hans var ábótavant. Því var tiltölulega hátt hlutfall affallanna rotnir fiskar sem ekki var unnt að greina (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2009).

Í framhaldi af forathugininni hófst rannsókn vorið 2009, þar sem skoðaðar voru orsakir affalla á þorski í eldiskvíum. Rannsóknin miðaði eingöngu að því að greina orsakir affalla á fiski sem háfaður var upp úr eldiskvíum. Þróað var einfalt vöktunarskema þar sem eldismenn skráðu líklegar orsakir í töflu. Við mat á orsökum var stuðst við myndir og lýsingar á einkennum þekktra sjúkdómsvalda í þorskeldi svo og öðrum þekktum kvillum sem ekki snúa að sjúkdómum. Mest áberandi voru afföll vegna sjúkdóma, einkum baktería sem valda kýlaveikibróður (*Aeromonas salmonicida* undirteg. *achromogenes*) og víbriuveiki (*Vibrio anguillarum*). Í stöku tilfellum orsökuðu ytri sníkjudýrin *Gyrodactylus*, kostía (*Ichthyobodo sp.*) og *Trichodina* lítillsháttar afföll. Sníkjusveppurinn *Loma morhua* greindist í talsverðum mæli. Í dauðfiskasýnum var töluvert af horfiski og vansköpuðum fiskum eða 20-40% af heildarfjölda. Afföll sem orsakast af sárum voru allt að 30%, en þar af voru sár af völdum afræningja mest áberandi. Hlutfall þarmaveiki var jafnan um 10-15%. Afföll sem rakin eru til hrygningarstíflu voru tiltölulega lítil og jukust eftir því sem fiskurinn var stærri (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010a,b). Það sem vakti athygli var hátt hlutfall fiska þar sem orsakir affalla voru óþekktar, eða 20-30% og allt upp í 80% í einni kví.

Markmið þessarar rannsóknar var að fá sem gleggsta mynd af orsökum þeirra miklu affalla sem verða á þorski í sjókvíum. Sérstök áhersla var lögð á fisk sem drepst úr hor og vel haldna fiska sem drápust án sýnilegra orsaka. Í upphafi verkefnis voru settar fram eftirfarandi rannsóknaspurningar:

- Drepest fiskar úr hor vegna þess að þeir verða undir í samkeppni um fæðu eða ná ekki að aðlagast umhverfi eldiskvíá? Er hugsanlegt að skýringar felist í undirliggjandi sjúkdómum sem hrjá fiskana?
- Hvers vegna drepest vel haldnir fiskar sem sýna engin einkenni sjúkdóma? Er það vegna bakteríusýkinga sem eru svo bráðar að sjúkdómseinkenni ná ekki að koma fram?

Tafla 2.1. Aldur og áætluð stærð aleldisþorsks sem rannsakaðir voru úr kvíum HB Granda hf. og Hraðfrystihússis Gunnvarar hf.

Fyrirtæki	Árgangur	Settur í eldiskví	Eldiskví nr.	Áætluð meðalþyngd í sept. (g)
HB-Grandi	2007	Apríl 2008	Þ5	2,500
HB-Grandi	2008	Júní 2009	Þ6A	1,000
HB-Grandi	2008	Ágúst 2009	Þ6B	700
HB-Grandi	2009	Júní 2010	Þ7A	350
HG	2008	Vor 2009	F1	1.100
HG	2008	Vor 2009	F2	600
HG	2009	Mái 2010	A7	200

2. Framkvæmd

2.1 Staðsetning, búnaður og aðstæður

Verkefnið er samstarfsverkefni Rannsóknadeildar fiskisjúkdóma að Keldum, Hraðfrystihúss Gunnvarar hf. (HG), HB-Grandi hf. og Sjávarútvegspjónustunnar ehf. Eldi HB-Grandi hf. er í Berufirði á Austfjörðum og HG í Álftafirði og Seyðisfirði á Vestfjörðum. Í tilrauninni voru notaðar hringlaga plastkvíar 60 og 90 metrar í ummál. Netpokinn á kvíunum er með 8-9 metra djúpar hliðar en botninn er keilulaga og nær því neðsti hluti hans niður undir 12 metra dýpi. Gerð er grein fyrir dauðfiskaháfi í annarri grein (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010a).

Töluverður munur er á eldisaðstæðum í Berufirði og Álftafirði/Seyðisfirði. Í Berufirði er sjávarhiti tiltölulega stöðugur; fer yfirleitt ekki undir 1-2°C og hæst upp í 9°C. Í Álfta- og Seyðisfirði eru sveiflur í sjávarhita hins vegar meiri. Þar getur sjávarhiti á veturna farið niður undir 0°C og á hlýjum sumrum allt upp í 12-14°C.

2.2 Fiskur, sýnataka og greining

Eingöngu var notaður aleldisþorskur úr kynbótaverkefni IceCod. Klak og seiðaframleiðsla upp í u.þ.b. 5 g fór fram hjá Hafrannsóknastofnun á Stað og hjá Icecod í Höfnum. Seiðin voru síðan ýmist flutt í strandeldisstöð Háafells á Nauteyri við Ísafjardardjúp eða alin áfram í seiðaeldisstöð IceCod í Höfnum og alin þar upp í 80-150 g. Því næst voru seiðin flutt með brunnbáti til Álftafjarðar, Seyðisfjarðar og Berufjarðar (tafla 2.1). Tekin voru sýni úr fjórum kvíum hjá HB-Grandi (árgangar 2007-2009) en að mestu úr þremur kvíum hjá HG (árgangar 2008 og 2009) (tafla 2.1, 2.2 og 2.3).

Hjá HG var megnið af sýnunum tekin úr kvíum F1, F2 og A7. Að auki voru nokkur sýni tekin úr kvíum A1 sem er aleldisþorskur sem fór í kvíar 2008, A10 sem

er áframeldisþorskur (≈ 4 kg), B1 og B4 (seiði af villtum uppruna) og B2 og B3 sem er bland af aleldisseiðum og seiðum af villtum uppruna (tafla 2.2).

Fiskisjúkdómafræðingur frá Keldum fór einu sinni til HG og HB Granda og leiðbeindi starfsmönnum sem sáu um sýnatöku. Horfiski og vel höldnum fiski var safnað úr dauðfiskaháfi og hann sendur til Rannsóknadeildar fiskisjúkdóma að Keldum til sjúkdómsgreiningar. Markmiðið var að taka á u.þ.b. hálfis mánaðar fresti nýdauða fiska úr tveimur kvíum (10 úr hvorri kví) af hvorum stað (HG og HB Granda), 5 horfiska og 5 einkennalaus fiska í góðum holdum. Misjafnlega gekk að fá nægilega marga fiska í sýnatöku (tafla 2.2 og 2.3). Samtals voru 115 fiskar hjá HB Granda og 102 fiskar hjá HG sendir til sjúkdómsgreiningar að Keldum.

Allur fiskur sem kom til sjúkdómsgreiningar var skoðaður vandlega að utan; sýni tekin úr tálknum til smásjárskoðunar á lifandi vef og lituðum vefjasneiðum. Fiskurinn var krufinn, kvíðarhol opnað, innfyli skoðuð og leitað sjúkdómseinkenna. Sýni úr nýra var sáð á blóðagar með salti til ræktunar á bakteríum.

Fiskar voru flokkaðir í þrjá hópa: 1) Horfiskur, 2) Vel haldinn fiskur án sjúkdómseinkenna og 3) Vel haldinn þorskur með einkenni sjúkdóms.

3. Niðurstöður

3.1 Orsakir affalla

Meginniðurstaða rannsóknarinnar er að bakteríusýkingar og Loma sýking eru helstu orsakavaldar affalla (mynd 3.1). Hjá HG greindust orsakir affalla í um 80% fiskanna og í um 70% hjá HB Granda. Meginorsök affalla hjá HG var Loma sýking, um 40% af heildarafföllum, en var aðeins tæp 10% hjá HB-Granda. Kýlaveikibróðir var algengasta orsök affalla hjá HB Granda eða í um 50% tilfella en hjá ríflega 25% fiska hjá HG. Hjá HB Granda olli ógreind Vibrio tegund um 30% affalla en hún greindist aðeins í septembersýnum. Víbríuveiki olli tæplega 20% afföllum hjá HG. Af þeim fiskum sem orsakir affalla greindust, var hlutdeild bakteríusýkinga um 45% hjá HG og um 80% hjá HB-Granda. Hrygningarfífla (hrygningarfiskur) orsakaði um 5% afföll, en þarmastífla fannst aðeins hjá HG og greindist í um 4% fiska. Um 5% affalla mátti rekja til *Gyrodactylus* sp. sýkinga. Aðrir orsakarvaldar, þ.e. *Trichodina*, skarfabít og æxli í lifur, sem fundust aðeins hjá HB Granda, ollu óverulegum afföllum (mynd 3.1).

3.2 Orsakir affalla hjá horfiskum

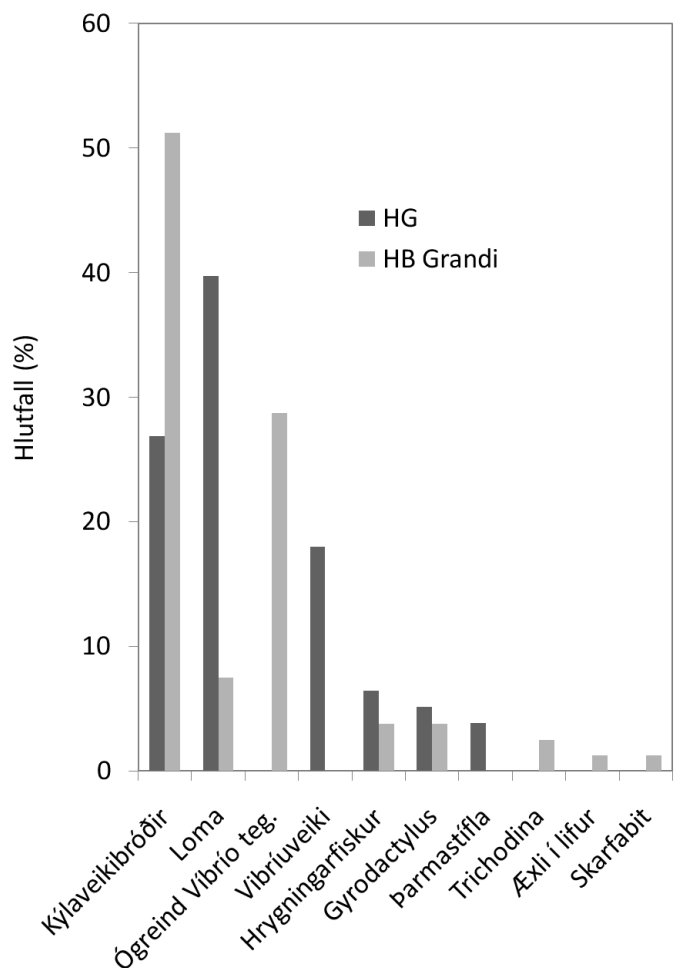
Í horfiski fannst orsök affalla í um 80% tilfella hjá HG en í um 60% hjá HB-Granda. Af þeim þorskum sem náðist að sjúkdómsgreina, var rúmlega 50% tilfella hjá HG rakin til Loma sýkingar en aðeins 5% hjá HB-Granda. Í flestum tilfellum mátti rekja orsakir affalla hjá HB Granda til bakteríusýkinga eða í rúmlega 80%

Tafla 2.2. Fjöldi fiska eftir eldiskvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. sem sendir voru til sjúkdómsgreiningar hjá Rannsóknadeild fiskisjúkdóma að Keldum um sumarið 2010. Horfiskur (H); Vel haldinn fiskur (V).

Kví	9. júní		24. júní		9. júlí		28. júlí		11. ág.		27. ág.		Samtals	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
F1	3	4		2		3	2	2	3	3	1	3	4	17
F2	6	2	5		2	2	4	2	3	2	3	2	23	10
A1		4											0	4
A7			3		2	3	1	3	2	5	2	3	10	14
A10			2								1	2	3	2
B1	4												4	0
B2	2	2											2	2
B3		3											0	3
B4	4												4	0

Tafla 2.3. Fjöldi fiska eftir eldiskvíum hjá HB-Granda hf. sem sendir voru til sjúkdómsgreiningar hjá Rannsóknadeild fiskisjúkdóma að Keldum um sumarið og haustið 2010.

Kví	1. júní		10. júní		23. júní		9. júlí		3. sept.		10. sept.		Samtals	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
b5		3			1				1	3	1	3	3	9
b6A	11	1											11	1
b6B	6		6	2	6		2	6	4	4	4	3	28	15
b7A			5	6	8		1	6	6	7	4	4	24	23



Mynd 3.1. Orsakir affalla á horfiski og vel höldnum aleldisþorski sem drapst í eldiskvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. og HB-Granda hf. um sumarið 2010.

tilfella. Hjá HG ollu bakteríusýkingar um 40% affalla. Á báðum stöðum var kylaveikibróðir mest áberandi. *Gyrodactylus* fannst í rúmlega 5% tilfella en aðrir orsakavaldar ollu mun minna tjóni (mynd 3.2).

3.3 Orsakir affalla hjá vel höldnum fiski

Fiskur án sjúkdómseinkenna.

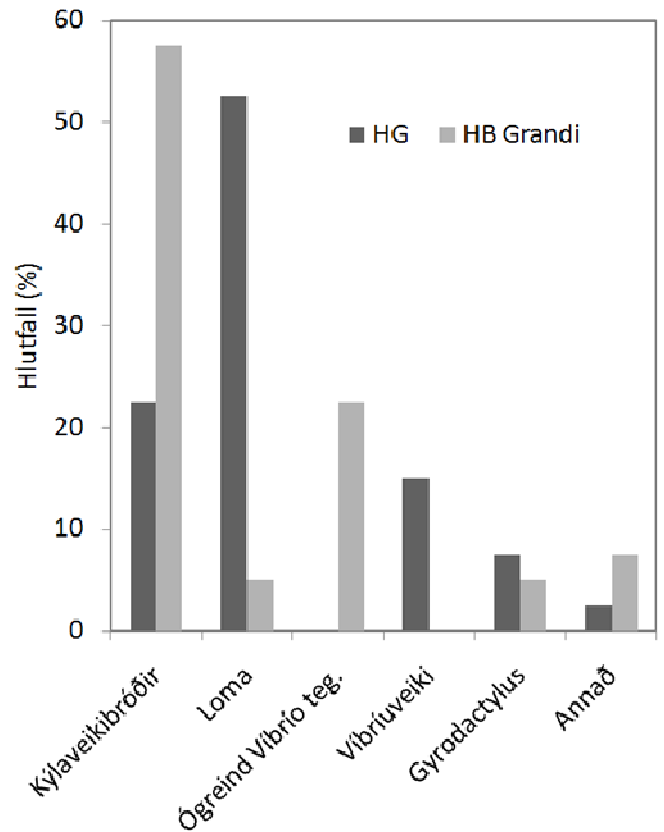
Orsakir affalla hjá þessum hópi fundust í um 70% tilfella hjá HG en 80% hjá HB Granda. Séu aðeins teknir fiskar þar sem orsök greindist, ollu bakteríusýkingar um 80% affalla hjá HB Granda sem að stærstum hluta var kylaveikibróðir. Hjá HG var þáttur bakteríusýkinga hins vegar mun lægri; um 20% og var víbríuveiki mest áberandi. Hjá HG mátti rekja ríflega 40% affalla til Loma sýkinga en aðeins um 5% hjá HB-Granda. Hrygningarstífla orsakaði afföll í 30% tilfella hjá HG en í mun minna mæli hjá HB-Granda (mynd 3.3).

Fiskur með sjúkdómseinkenni.

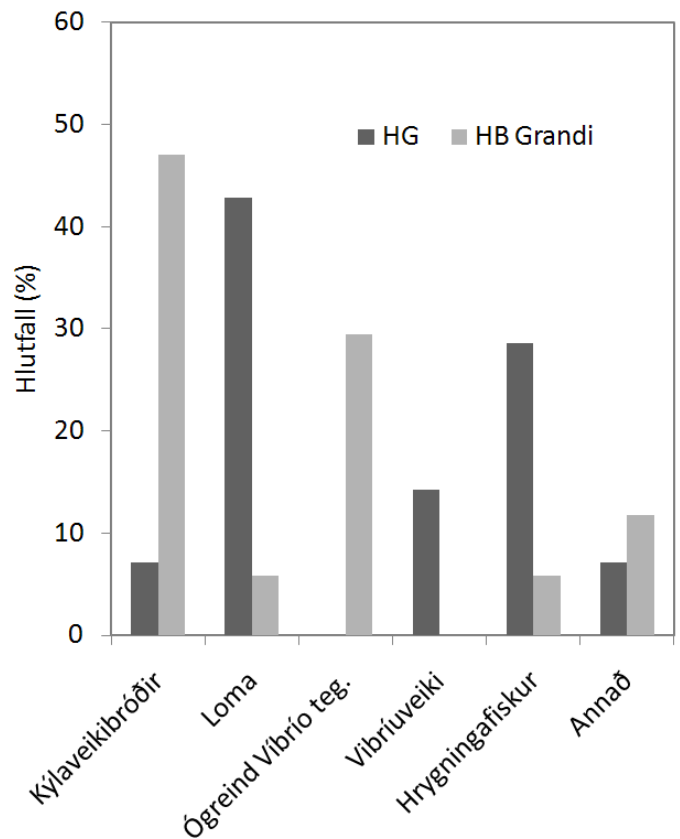
Orsakavaldur affalla fannst í um 80% tilfella hjá HG og í 70% tilfella HB Granda. Séu aðeins teknir fiskar þar sem orsök greindist, mátti rekja orsakir tæplega 80% tilfella til bakteríusýkinga hjá HB Granda en um 75% hjá HG. Kylaveikibróðir var algengsta ástæðan hjá HG en ógreind *Vibrio* tegund var mest áberandi hjá HB Granda. Aðrir sjúkdómsvaldar fundust í mun minna mæli (mynd 3.4).

3.4 Orsakir affalla í einstökum kvíum

Hjá HG var mikill munur á orsökum affalla eftir árgöngum. Kylaveikibróðir var meginorsökin hjá seiðum sem fóru út í eldiskvíar í maí 2010 (A7) eða í rúmlega 90% tilfella. Þessi seiði greindust með kylaveikibróðir í strandeldisstöðinni á Nauteyri. Hópurinn var settur á lyfjakúr fyrir afhendingu en reikna má með að mest af því sem drapst hafi ekki náð að yfirstíga sjúkdóminn. Í sýnum sem tekin voru um mánaðarmótin júní/júlí tókst ekki að greina orsakir affalla í neinum fiski hvort sem um var að ræða horfisk eða vel haldinn fisk. Hér er um að ræða tæpleg 40% allra fiska sem teknir voru í sýnatöku. Í sýnum sem tekin voru um mánaðarmótin júlí/ágúst og í ágúst greindust hins vegar orsakir affalla í öllum fiskum. Stærstur hluti seiða sem kylaveikibróðir greindist í báru einnig Loma smit. Loma sýkingar voru hins vegar vægar og ólíklegar til að valda afföllum. Hins vegar gætu slíkar undirliggjandi sýkingar gert seiðin móttækilegri fyrir kylaveikibróður. Hjá þorski sem fór í eldiskvíar árið 2009 var Loma algengasta orsökinn eða í um 50% fiska í báðum kvíum (F1 og F2). Bakteríusýkingar, kylaveikibróður og víbríuveiki voru talin orsaka 25-50% affallanna. Kylaveikibróðir fannst í sýnum allt sumarið en víbríuveiki í meira mæli seinnihluta ágúst. Þarmaveiki eða þarmastífla olli að meðaltali um 7% affalla (mynd 3.5). Þorskur úr F1 og F2 var sýktur af *Gyrodactylus* og var hann baðaður og flokkaður í tvo stærðarflokka (680 g í F1 og 290 g í F2)



Mynd 3.2. Orsakir affalla á horfiski aldisþorsks sem drapst í eldiskvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. og HB-Granda hf. um sumarið 2010.



Mynd 3.3. Orsakir affalla á einkennalausum vel höldnum aldisþorski sem drapst í eldiskvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. og HB-Granda hf. um sumarið 2010.

í janúar 2010. Strax eftir flokkun voru mun meiri afföll skráð í F2 eða um 10% yfir tímabilið janúar – ágúst en aðeins 1,5% í F1. Yfir tímabilið sem sýnatökur stóðu yfir voru skráð afföll um 1% á mánuði í F2 en um 0,2% í F1.

Orsakir affalla hjá HB Granda virðast talsvert mismunandi eftir árgöngum. Í árgangi 2009 (Þ7A), þ.e.a.s. seiði sem fóru í eldiskvíar í júní 2010, var mest um kýlaveikibróður eða rúmlega 70% hlutfall. Samkvæmt niðurstöðum sjúkdómsrannsókna fyrstu tveggja sýnataka sem framkvæmdar voru í júní, voru orsakir affalla eingöngu kýlaveikibróðir þrátt fyrir að seiðin hafi verið lyfjaföðruð. Í september var ógreind Vibrio tegund talin megin orsök affalla. Hjá þorski sem fór í eldiskvíar í ágúst 2009 (Þ6B) voru orsakir affalla óþekktar í 45% fiskanna. Hjá fiski sem orsakir greindust hjá voru um 45% tilfella raktar til kýlaveikibróður sýkinga og önnur 45% til ógreindar Vibrio tegundar. Eins og hjá yngsta fiskinum greindist ógreind Vibrio tegund aðeins í september en kýlaveikibróðir fannst í sýnum í júní og júlí. Í júlí og ágúst voru afföll á þessum fiski um 1% á mánuði. Stærsti þorskurinn fór í eldiskví í apríl 2008 (Þ5) en þar voru aðeins 13 fiskar teknir til rannsókna. Megin orsök affalla hjá þessum fiski var hrygningarfiskur í júní en ógreind Vibrio tegund í september. Loma fannst í litlum mæli í yngsta þorskinum (Þ7A) en í stærsta fiskinum voru um 20% affalla rakin til sýkingarinnar (mynd 3.6). Afföll á stærsta fiskinum (Þ5) námu tæpu 1% á mánuði í júlí og ágúst.

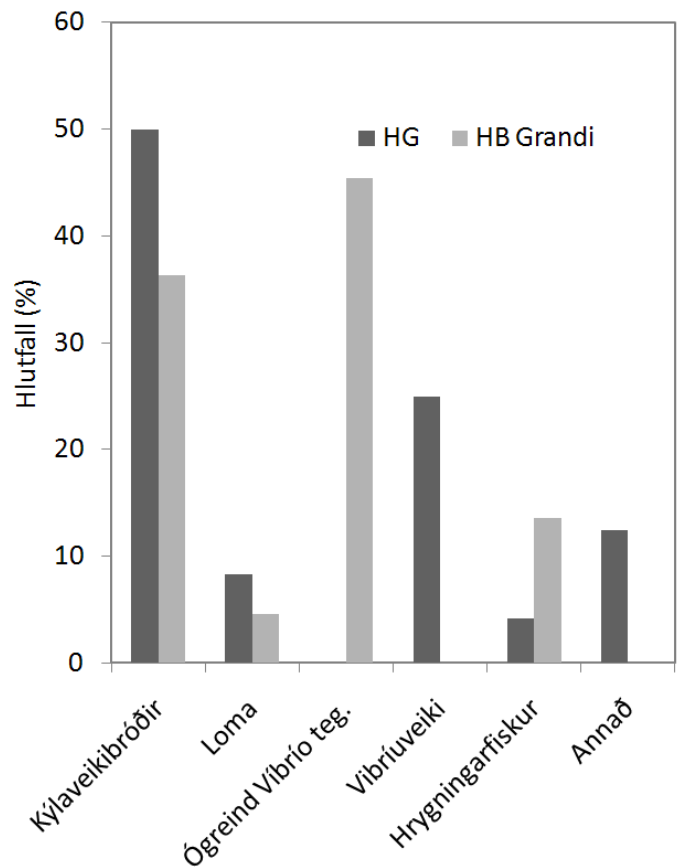
4. Umræður

4.1 Megin orsakir affalla

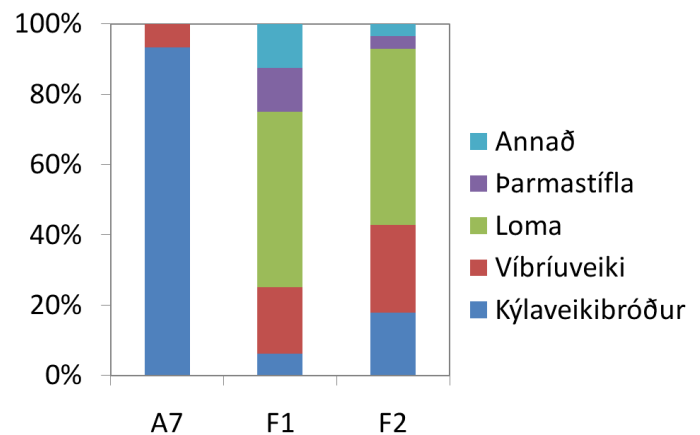
Megin niðurstaða rannsóknarinnar er að kýlaveikibróðir og Loma sýkingar, auk víbrúveiki og ógreindrar Vibrio tegundar eru mestu orsakavaldar affalla í íslensku þorskeldi (mynd 3.1). Það að flestir fiskarnir drepist úr bakteríusýkingum er í takt við niðurstöður rannsókna árið 2009 (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010b). Svipað og hér eru bakteríusýkingar megin orsök affalla í þorskeldi í Noregi (Hellberg o.fl. 2010).

Fylgst hefur verið með smittíðni einstakra sjúkdómsvalda í nýveiddum villiseiðum og smitmögnun og þrif fiska í strandeldi og í eldiskvíum. Af sníkjudýrum olli Loma mestu tjóni (Árni Kristmundsson o.fl. 2004, 2005a,b)

Erlendis hefur verið bent á að Loma gæti orðið sjúkdómsvaldur í eldi þorskfiska og valdið þar tjóni (Bricknell o.fl. 2006). Íslenskar rannsóknir staðfesta það en einnig hefur það komið fram í rannsóknum í Kanada (Khan 2009). Í Noregi hefur hins vegar lítið orðið vart við Loma sýkingar og áframeldisþorskur sem var skimaður fyrir Loma reyndist smitfrír (Strøm 2007). Í Noregi eru heldur engin dæmi þess að Loma valdið vandræðum í aleldisþorski (Karlsbakk o.fl. 2009; Hellberg o.f. 2010).



Mynd 3.4. Orsakir affalla vel höldnum aleldisþorski með sjúkdómseinkenni sem drapst í eldiskvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. og HB-Granda hf. um sumarið 2010.



Mynd 3.5. Orsakir affalla á horfiska og vel höldnum aleldisþorski sem drapst í þremur eldiskvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. um sumarið 2010.

Á undanförunum árum hefur stór hluti aleldisþorsks horast upp og drepist. Í norskrri rannsókn sem spannaði tímabilið september til desember 2008, nam hlutfall horfiska um 55% af heildarafföllum aleldisþorsks sem fór í kvíar vorið áður, en 22% hjá fiski sem hafði verið ári lengur í sjókví (Hanche-Olsen og Nilsen 2009). Í íslenskrri rannsókn sem var gerð á árinu 2009 var hlutfall horfiska yfirleitt á bilinu 10-30% (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010b). Í þessari

rannsókn kemur fram að hjá HG er Loma meginorsök affalla í horfiski. Hjá HB-Granda voru hins vegar bakteríusýkingar taldar megin skýringin (mynd 3.2). Þar sem illa haldinn fiskur er almennt móttækilegri fyrir sýkingum er líklegt að bakteríusýkingin flýti einungis fyrir dauða fiskisins; hann myndi trúlega drepast í öllu falli.

Niðurstöður rannsóknanna sýna að Loma verður meira áberandi því lengur sem þorskurinn hefur verið í eldiskvíum (mynd 3.5 og 3.6). Í kví A7 (yngsti fiskurinn) hjá HG greindist t.d. engin afföll af völdum Loma en þessi sami sýkill var hins vegar mjög algengur í kvíum F-1 og F-2 þar sem eldri fiskur er. Loma sýkingar eru hægfara (krónískar) og eru afföll stöðug en lítt áberandi. Fiskurinn dregur úr fódurtöku eða hættir að taka fóður, horast smám saman upp og drepst. Í Noregi er talið að afföll á horfiski fyrstu mánuðina í eldiskví megi að mestu rekja til seiðagæða, næringar og bólusetningar rétt áður en seiðin fara í kvíar (Hellberg o.fl. 2010). Eins og sést á niðurstöðum greininga á yngsta fiskinum í kví A7 hjá HG, þá var hlutfall affalla án skýringa talsvert hátt. Það er því líklegt að ákveðinn hluti fiskanna nái ekki að aðlagast nýju eldisumhverfi og drepist.

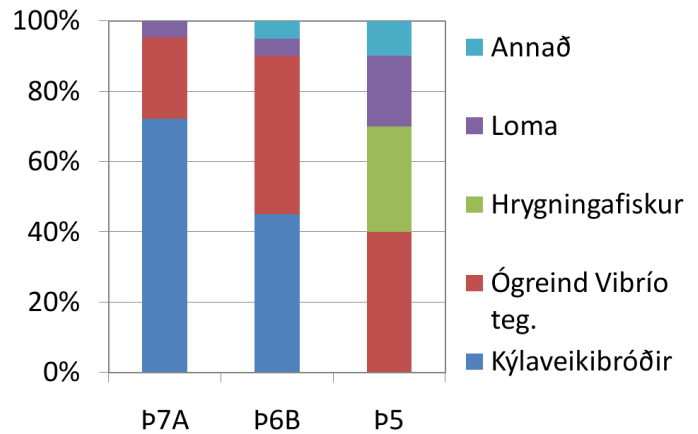
Í einkennalausum vel höldnum þorski eru bakteríusýkingar megin orsök affalla. Hér er sennilega um mjög bráða sýkingu að ræða þar sem sjúkdómseinkenni ná ekki að komi fram áður en fiskurinn drepst. Tiltölulega hátt hlutfall affalla var einnig vegna Loma, sérstaklega hjá HG (mynd 3.3). Hluti fiska sem drepst er hrygningarfiskur. Í sumum tilfellum var um hrygningarstíflu að ræða en í öðrum virðist sem fiskurinn þoli ekki það álag sem hrygningu fylgi og drepist af þeim sökum.

Fyrirvara verður að hafa á hlutfalli einstakra orsakavalda affalla. Í sumum eldiskvíum tókst ekki að greina orsök í allt að 40% tilfella. Þegar hlutföll eru reiknuð er eingöngu miðað við þá fiska sem tókst að greina orsakir. Hlutföllin gætu því breyst ef hægt yrði að finna orsakir hjá öllum fiskum.

Talsvert mikið bar á því að rotinn fiskur kæmi upp úr dauðfiskaháfi og var því oft stór hluti fiska ekki skoðunarhæfur sem líklegt er að hafi bjagað niðurstöður nokkuð. Úr slíkum fiskum ræktast oft blandflóra af rotbakteríum en sumir þessara fiska sýndu einkenni kýlaveikibróðursýkinga. Kýlaveikibróðurbakterían vex mjög hægt. Það er því líklegt að aðrar bakteríur vaxi yfir hana sem leiðir til þess að raunverulegur orsakavaldur greinist ekki. Það er því líklegt að þáttur kýlaveikibróður sé vanmetinn. Ferskleiki sýna er mikilvægur og tálkn úr rotnum fiski eru ekki hæf til rannsókna. Af þeim sökum er ómögulegt að greina sýkla eins og *Gyrodactylus* og er því þáttur hans líklega einnig vanmetinn.

4.2 Bakteríusýkingar

Kýlaveikibróður virðist vera algengasta orsök affalla í þorskeldi á Íslandi. Ekki hefur enn tekist að



Mynd 3.6. Orsakir affalla á horfiski og vel höldnum aleldisþorski sem drapst í fjórum eldiskvíum hjá HB-Granda hf. um sumarið 2010.

framleiða virkt bóluefni gegn sýkingunni en unnið er að þróun þess í Noregi (Helleberg o.fl. 2010). Á Íslandi er einnig unnið að þróun bóluefnis í verkefninu „Þróun á fódurbóluefni fyrir fisk“ sem er styrkt af AVS sjóðnum. Á meðan bóluefni er ekki til staðar þarf að beita öðrum aðferðum til að halda afföllum af völdum kýlaveikibróður í lágmarki. Það er því afar mikilvægt að grípa til lyfjafóðrunar strax er vart verður affalla af völdum kýlaveikibróður þar sem sjúkur fiskur hættir að taka fóður og lyfjameðhöndlun því gagnslaus.

Afföll af völdum víbrúveiki eru mun minni en af völdum kýlaveikibróður. Öll aleldisseiði eru baðbólusettt áður en þau fara í eldiskvíar. Eins og fram kemur í þessari rannsókn og þeirri sem gerð var sumarið 2009 eru afföll af völdum víbrúveiki eingöngu hjá HG (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010b). Ástæðan er sennilega sú að sjávarhiti er það lágur hjá HB Granda í Berufirði að bakterían þrífst ekki. Í þessari rannsókn greinist víbrúveiki aðeins hjá þorski á fyrsta ári í eldiskvíum. Á árinu 2009 greindist víbrúveiki bæði í fiski á fyrsta og öðru ári kvíaeldis. Í Noregi er víbrúveiki ennþá stórt vandamál í þorskeldi en unnið er að því að bæta virkni bóluefnisins (Hellberg o.fl. 2010).

Hjá HB Granda greindist *Vibrio* baktería sem ekki var greind til tegundar. Í Noregi greindust fjórar *Vibrio* tegundir 2009 og fyrir utan hefðbundna víbrúveiki var *Vibrio (Aliivibrio) salmonicida* algengust og fannst hún eingöngu í Norður-Noregi (Hellberg o.fl. 2010).

4.3 Loma sýking

Loma morhua er einfruma innanfrumu sníkjusveppur sem sýkir flest líffæri þorsks. Sýkingar eru þó jafnan mestar í tálknnum og milti. Miklar sýkingar valda tálknaskemmdum (mynd 4.1) svo virkni þeirra skerðist, roð fiskanna dökknar (mynd 4.2), fiskar hætta að taka fóður, veslast upp og drepast (Árni Kristmundsson o.fl. 2004; Sigurður Helgason o.fl. 2008). Í rannsóknnum á áframeldisþorski í Kanada hefur komið fram að fiskur sem er sýktur af Loma, vex

hægar, horast upp, er með lakari fôðurnýtingu og hærri afföll en ósýktur fiskur. Kanadísk rannsókn sýndi að eftir tveggja mánaða eldi voru 63% Loma sýktra fiska dauðir, en mikil afföll voru rakin til sýkinganna samhliða hækkun á sjávarhita úr 11°C í 16°C (Khan 2005).

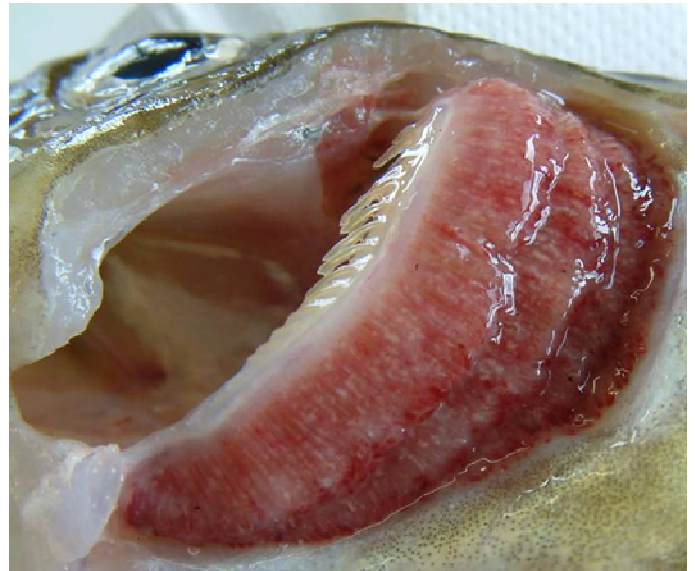
Loma gró berast á milli fiska í sömu eldiseiningu og einnig með því að þorskur éti sýkta fiska (Shaw o.fl. 1998; Ramsay o.fl. 2001). Sýkingin getur verið þrálát og er talið að það geti átt sér stað endursmit sem viðheldur sýkingu í fiskinum, þannig að ávallt séu til staðar hýslar sem geti smitað aðra fiska í hjörðinni (Rodriguez-Tover o.fl. 2003). Þetta er talið geta skýrt það að sumar tegundir sníkjudýra/sveppa (af fylkingu Microsporidia) viðhaldist í lengri tíma á ákveðnum svæðum bæði í villtum fiski og eldisfiski (Ramsay o.fl. 2001).

Rannsóknir hafa sýnt að Loma sýkingar eru algengar í villtum þorsfiskum (m.a. þorski og ýsu) eða á bilinu 11-60% í Norður Atlantshafi (Lom & Dyková 1992). Mikil afföll hafa átt sér stað á strandeldi þorskseiða á Nýfundnalandi (Khan 2005; 2009). Var talið að smitið hafi borist með sjó sem dælt var inn í stöðina en í nágrenninu við inntak var villtur fiskur. Í íslenskri rannsókn komu einnig fram afföll á villtum seiðum (0-árgangur) sem fönguð voru í innanverðu Ísafjarðardjúpi um haust og alin í strandeldisstöð að Nauteyri um veturinn. Affalla varð fyrst vart að einhverju marki eftir 4-5 mánaða eldi og í kjölfarið jókst hlutfall fiska með augljós sjúkdómseinkenni. Loma sýkingar greindust ekki í fiskum af eldisuppruna (frá Stað í Grindavík), en þaðan koma þeir smitfrír. Í þeim magnaðist hins vegar smit ef þeir voru saman með villiseiðum í kerri (Sigurður Helgason o.fl. 2008).

Fylgst var með seiðunum sem fönguð voru í Ísafjarðardjúpi í kvíaeldi og eftir 6 mánaða eldi var tíðni Loma sýkinga í seiðum af árgangi 2002 orðin 60-65%, bæði í villi- og eldisfiski. Næstu 6 mánuði dró úr smittíðni í kvíaeldinu, að öllum líkindum vegna affalla, og var orðin 36% í villifiski og 17% í eldisfiski. Framvinda Loma sýkinga af árgangi 2003 var svipuð og hjá fyrri árgangi, 62% eftir 6 mánuði og 55% eftir 9 mánuði. Tíðni sýkinganna hjá eldisfiski var hins vegar mun lægri, eða 8% eftir 6 mánuði og 18% eftir 9 mánuði. Líklegt er að eldisfiskur hafi að mestu smitast af villifiski í kvíunum og sjúkdómseinkenni því komið síðar fram en hjá fyrri árgangi (Sigurður Helgason o.fl. 2008).

Í athugun sem gerð var á dauðum þorski árið 2009 hjá HG kom fram að í einni kví (A1) reyndust allir fimm fiskarnir sem voru skoðaðir vera með Loma sýkingu sem talinn var líklegur orsakarvaldur affallanna. Hjá HB Granda var aðeins einn fiskur af sex með væga Loma sýkingu (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2010b).

Fyrst eftir að seiði eru komin í eldiskvíar er ekki vart við Loma nema þá í litlum mæli. Hjá HB-Granda var fyrst vart við Loma eftir einn mánuð og var talið hafa valdið afföllum. Aftur á móti hjá HG finnst



Mynd 4.1. Loma-sýkt tálkn, alsett hvítum hnúðum, úr íslenskum eldisþorski. Virkni tálkna sem þessara er stórlega skert og leiðir fiskinn til dauða. (Ljósmynd: Árni Kristmundsson).



Mynd 4.2. Tvö jafngömul þorskseiði úr eldi. Heilbriggt (efra) og Loma sýkt (neðra). (Ljósmynd: Árni Kristmundsson).

Loma ekki fyrir en í ágúst; um 3 mánuðum eftir að fiskurinn fór í eldiskvína. Sýkingin var þó ekki það mikil að það væri talin meginorsök affallanna. Hjá HG er Loma sýking talin geta skýrt um 50% affalla á fiski sem er búinn að vera rúmt ár í eldiskvíum en hjá HB-Granda er hlutfallið hæst um 20%. Ástæðan fyrir þessum mikla mun kann að vera sú að það er búið að vera með samfelld þorskeldi í Álftafirði frá árinu 2001 og 2002 í Seyðisfirði. Aftur á móti hófst þorskeldi ekki fyrir en 2004 í Berufirði og umfang eldisins mun minna. Hjá HB-Granda í Berufirði hefur eingöngu verið stundað eldi á aleldisþorski en HG hefur verið með eldi bæði á villtum þorski og aleldisþorski í Álftafirði/Seyðisfirði. Kann það að skýra mikinn mun á Loma sýkingum hjá HG og HB-Granda. Fyrst eftir að aleldisþorskseiði koma frá Nauteyri eru þau sett í Álftafjörð samhliða seiðum af villtum uppruna og áframeldisþorski. Eftir eitt ár eru þau síðan flokkuð og flutt ásamt seiðum af villtum uppruna til Seyðisfjarðar þar sem þau eru alin upp í markaðsstærð. Aðrar þættir, eins og sjávarhiti, geta hugsanlega skýrt þennan mikla mun að einhverju leiti; en sjávarhiti er mun lægri í

Berufirði en í Álfta- og Seyðisfirði. Talið er að 5-6°C geti hindrað þroska á Loma gróum (Khan 2005).

5. Fyrirbyggjandi aðgerðir og tillögur

Loma

Megin ástæða fyrir afföllum af völdum Loma er sýking sem á sér stað eftir að fiskurinn kemur út í eldiskví.

Mögulegar leiðir til þess að lágmarka Loma sýkingar:

- Aðskilnaður árganga og hvíld svæða getur skilað árangri upp að vissu marki, þ.e. að koma í veg fyrir að sýkillinn berist frá eldri árgöngum yfir í seiði. Það er þó alltaf hættu á að sýkillinn sé til staðar í eldisumhverfinu svo og í villtum fiski í nálægð kvía sem smitað getur nýútsett seiði (Ramsay o.fl. 2001). Þessi aðferð ein og sér er því ekki nægileg.
- Forðast að hafa á sama stað eldi á villtum þorski og aleldisþorski. Hluti af villta fiskinum hefur í sér sýkilinn og umtalsverð hættu er á því að smit berist frá honum í aleldisþorskinn, sérstaklega þegar lítil fjarlægð er á milli eldiskvía.
- Hafa hæfilegan þéttleika í eldiskvíum. Því meira sem er af fiski í eldiskvínni því líklegra er að umfang Loma sýkingar verði meira.
- Stærðarflokka fiskinn til að koma í veg fyrir sjálfrán. Þorskur sem étur sýktan fisk smitast af Loma.
- Fjarlægja strax dauða og sjúka fiska. Ef fiskur nær að rotna dreifir hann sýklinum í meira mæli um kvína þegar dauðfiskaháfur er dreginn upp og tæmdur.

Kýlaveikibróðir

Mælt er með fyrirbyggjandi lyfjagjöf áður en fiskurinn sýkist það mikið að hann taki ekki fóður. Það verði gert í júní á seiðum sem fara í eldiskvíar um vorið, áður en sjávarhiti fer að hækka. Talið er að lyfjagjöfin endist í 2-3 mánuði (Gísli Jónsson, munnl. uppl.). Mikilvægt er að seiðin séu búin að aðlagast eldisaðstæðum og kominn í fulla fôðurtöku áður en lyfjagjöf hefst. Í þeim tilvikum sem seiðin eru sett út í eldiskvíar um sumarið er mælt með því að lyfjagjöf fari fram í seiðaeldisstöð. Eins og kemur vel fram í þessari rannsókn dregur úr afföllum eftir því sem fiskurinn er búinn að vera lengur í eldi. Fyrst eftir að seiðin koma í eldiskví eru þau mjög viðkvæm, en flutningur og nýtt umhverfi í eldiskvínni veldur streitu hjá fiskinum og gerir hann sérstaklega viðkvæman fyrir smiti. Annað árið í eldiskví er fiskurinn búinn að venjast vel nýju umhverfi en það kann þó að vera þörf á fyrirbyggjandi lyfjafóðrun. Til að halda tjóni af völdum kýlaveikibróður í lágmarki er mikilvægt að valda fiskinum ekki streitu og viðhafa hreinlæti með að fjarlægja daglega fisk úr dauðfiskaháfi. Ef fiskurinn nær að rotna dreifir hann kýlaveikibakteríunni þegar háfur er tekinn upp og losaður.

6. Þakkarorð

Starfsmönnum hjá HB-Granda hf. og Hraðfrystihúsinu Gunnvöru hf. er þökkud þátttaka í verkefninu. AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi er þakkað fyrir að styðja verkefnið en þessi skýrsla er hluti af verkefninu „Afföll á aleldisþorski“.

7. Heimildir

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.), Þorskelði á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 111:149-177.

Árni Kristmundsson, Sigurður Helgason, Matthías Eydal & Slavko H. Bambir 2005a. Monitoring of the health status of three year classes of farmed cod, *Gadus morhua*, reared in shore based tanks and sea cages. Pp. 43. Cod Farming in Nordic Countries Programme and book of abstracts Nordica Hotel, Reykjavík 6 - 8 September 2005. (www.sjavarutvegur.is/codfarm/pdf/report1.pdf).

Árni Kristmundsson, Matthías Eydal, Slavko H. Bambir & Sigurður Helgason 2005b. *Loma sp.* Infection of farmed cod, *Gadus morhua*, in Iceland. Pp. 45. Cod Farming in Nordic Countries Programme and book of abstracts Nordica Hotel, Reykjavík 6 - 8 September 2005. (www.sjavarutvegur.is/codfarm/pdf/report1.pdf).

Bricknell, I.R., Bron, J.E. & Bowden, T.J. 2006. Diseases of gadoid fish in cultivation: a review. *ICES Journal of Marine Science* 63: 253-266.

Hanche-Olsen, R. & Nilsen, A. 2009b. Kategorisering av dødsårsaker i torskeoppdrett. *Norsk fiskeoppdrett* 34(5): 42-45.

Hellberg, H., Nilsen, H.K., Bornø, G., Skjelstad, H.R., Colquhoun, D. & Jensen, B.B. 2010. Helsestatusjonen hos marin fisk. s. 25-33. I, Fiskehelserapporten 2009. Veterinærinstituttet.

Lom, J. & Dyková, I. 1992. *Protozoan parasites of fishes*. Elsevier Science Publishers G. V, Amsterdam.

Karlsbakk, E., Isaksen, T.E. & Hamre, L.A. 2009. Hva vet vi om parasitter og oppdrett av torsk? I, Agnalt, A.-L., Bakketeig, I.E., Knutsen, J.A. & Opstad, I. (red.). Kyst of havbruk 2009. *Fisken og havet*, særnr. 2: 50-53.

Khan, R. A. 2005. Prevalence and influence of *Loma branchialis* (Microspora) on growth and mortality in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in coastal Newfoundland. *The Journal of Parasitology* 90(5): 1230-1232.

Khan, R.A. 2009. Parasites causing disease in wild and cultured fish in Newfoundland. *Icelandic Agricultural Sciences* 22: 29-35.

Ramsay J.M., Speare D.J., Sanchez J.G. & Daley J. 2001. The transmission potential of *Loma salmonae* (Microspora) in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), is dependent upon the method and timing of exposure. *Journal of Fish Diseases* 24:453-460.

- Rodriguez-Tovar, L.E., Wadowska, D.W., Wright, G.M., Groman, D.B., Speare, D.J. & Whelan, D.S. 2003. Ultrastructural evidence of autoinfection in the gills of Atlantic cod *Gadus morhua* infected with *Loma* sp. (phylum Microsporidia). *Diseases of Aquatic Organisms* 57: 227-230.
- Shaw, R. W., Kent, M. L., & Adamson, M. L. 1998. Modes of transmission of *Loma salmonae* (Microsporidia). *Diseases of Aquatic Organisms* 33: 151-156.
- Sigurður Helgason, Árni Kristmundsson, Matthías Eydal og Slavko H. Bambit 2008. Þorskeldi á Vestfjörðum – Sjúkdómarannsóknir. Lokaskýrsla til AVS rannsóknasjóðs.
- Strøm, M. 2007. Parasitter hos oppdrettstorsk i Nord-Norge. Mastersoppgave i fiskehelse. Universitetet i Tromsø. 48 s.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Kristján G. Jóakimsson, Kristján Ingimarsson & Sævar Þ. Ásgeirsson 2009. Mortality of farmed cod in Iceland. Foredrag på prosjektmøte-Nordisk torskehelse 11. februar 2009, Bergen.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Árni Kristmundsson, Barði Ingibjartsson, Kristján Ingimarsson & Kristján Guðmundur Jóakimsson 2010a. Afföll á fiski í eldiskví og notkun dauðfiskaháfs. *Sjávarútvegurinn – Vefrit um sjávarútvegsmál* 10(1):1-5.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Árni Kristmundsson, Barði Ingibjartsson, Kristján Ingimarsson & Kristján Guðmundur Jóakimsson 2010b. Afföll á þorski í sjókvíum. *Sjávarútvegurinn – Vefrit um sjávarútvegsmál* 10(2):1-17.