

Kræklingarækt á Íslandi Ársskýrsla 2004

Valdimar Ingi Gunnarsson
Guðrún G. Þórarinsdóttir*
Björn Theodórsson
og
Sigurður Már Einarsson

*Guðrún G. Þórarinsdóttir,
Hafrannsóknastofnunin, Skúlagata 4,
101 Reykjavík



Veidimálastofnun
Vagnhöfða 7, 110 Reykjavík
Sími: 567 6400 Fax 567 6420
Heimasíða: www.veidimal.is
Netfang: veidimalastofnun@veidimal.is

Vesturlandsdeild

Bjarnarbraut 8, 310 Borgarnes
Sími: 437 1197 Fax: 437 1097
vesturlandsdeild@veidimal.is

Norðurlandsdeild

Hólum í Hjaltadal,
551 Sauðarkrókur
Sími: 455 6360 Fax: 455 6301
nordurlandsdeild@veidimal.is

Suðurlandsdeild

Austurvegi 1, 800 Selfoss
Sími: 480 1840 Fax: 482 2995
sudurlandsdeild@veidimal.is

Efnisyfirlit

1. INNGANGUR.....	3
1.1 KRÆKLINGAVERKEFNIÐ.....	3
1.2 KRÆKLINGARÆKTENDUR.....	4
1.3 FRAMLEIÐSLA	4
2. ÁHRIF KRÆKLINGARÆKTAR Á VISTKERFIÐ.....	5
2.1 KRÆKLINGARÆKT OG FISKELDI	5
2.2 NEIKVÆÐ ÁHRIF KRÆKLINGARÆKTAR Á VISTKERFIÐ.....	5
2.3 JÁKVÆÐ ÁHRIF KRÆKLINGARÆKTAR Á VISTKERFIÐ.....	7
2.4 KRÆKLINGARÆKT OG UMHVERFISMÁL	9
3. RÆKTUNARTÆKNI OG EINKENNI RÆKTUNARSVÆÐA	10
3.1 RÆKTUNARTÆKNI.....	10
3.2 LÍFFRÆÐI KRÆKLINGS EFTIR RÆKTUNARSVÆÐUM.....	10
3.3 EINKENNI RÆKTUNARSVÆÐA M.T.T. ÓLÍFRÆNNA ÞÁTTA	11
3.4 EINKENNI RÆKTUNARSVÆÐA M.T.T. LÍFRÆNNA ÞÁTTA.....	14
3.5 SAMANBURÐUR Á RÆKTUNARSVÆÐUM	17
4. VÖXTUR KRÆKLINGS, ÁSETA OG AFRÆNINGJAR.....	18
4.1 LÍFRUSÖFNUN	18
4.2 VÖXTUR.....	18
5. HEILNÆMI KRÆKLINGS OG UPPSKERA	20
5.1 EFTIRLIT MEÐ HEILNÆMI KRÆKLINGS	20
5.2 RANNSÓKNIR Á EITRUÐUM SVIFÞÖRUNGUM	20
6. MARKAÐSMÁL OG ARÐSEMI	21
6.1 MARKAÐSMÁL	21
6.2 ARÐSEMI.....	22
7. ÞAKKARORÐ	23
8. HEIMILDIR	23
VIÐAUKI 1. LENGDARDREIFING, MEÐALLENGD OG STAÐALFRÁVIK KRÆKLINGS	26

1. Inngangur

1.1 Kræklingaverkefnið

Kræklingaverkefnið hefur nú verið starfrækt frá árinu 2000 og þessi ársskýrsla er sú síðasta sem fyrirhugað er að gefa út á vegum verkefnisins. Dregið var úr starfsemi kræklingaverkefnisins á árinu 2004 og var hluti kræklingaræktarstöðva heimsóttur. Haldið var námskeið fyrir kræklingaræktendur 17.-18. apríl í Borgarnesi. Námskeiðið sóttu um 15 manns, flestir starfandi kræklingaræktendur. Á þessu námskeiði var m.a. farið yfir niðurstöður s.l. árs varðandi vöxt og ásetu kræklingaslirfa, ræktunartækni, eitraða þörungum og mögulega nýtingu á öðrum skeldýrum. Kræklingaræktendur héldu einnig fyrirlestra þar sem þeir lýstu starfsemi sinni fyrirtækja. Kræklingaverkefnið hefur rekið heimasíðu og sent tölvupóst til kræklingaræktenda með fréttum og öðrum gagnlegum upplýsingum. Starfsmenn kræklingaverkefnisins tóku þátt í fundum á árinu þar sem farið var yfir eftirlit með eitruðum þörungum og þörungaeitri. Sjávarútvegsráðuneytið hefur nú ákveðið að styrkja eftirlit með eitruðum þörungum um 2.5 milljónir króna (sjá kafla 5.2). Á árinu 2004 veitti Framleiðnisjóður kræklingaverkefninu styrk og hefur það fé verið notað til greiðslu kostnaðar sem ræktendur hafa af sýnatöku, þ.e. söfnun kræklinga- og sjósýna. Niðurstöður þessarar gagnasöfnunar eru birtar í þessari skýrslu og í lok verkefnisins verður gefin út sérstök skýrsla með öllum niðurstöðum. Á árinu 2004 var mjög lítil framleiðsla af kræklingi og var því ekki farið út í að aðstoða kræklingaræktendur við markaðssetningu.

Tafla 1. Yfirlit yfir skýrslur gefnar út af kræklingaverkefninu. Hægt er að ná í eintak af þeim á heimasíðu verkefnisins (www.veidimal.is/Kraeklingur/index.htm).

1. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Sigurður Már Einarsson og Sigurður Guðjónsson 2000. **Kræklingarækt á Prins Edward eyju: Ferðaskýrsla.** Veidimálastofnun. VMST-R/0015. 17 bls.
2. Valdimar Ingi Gunnarsson 2000. **Kræklingarækt: Tæknilausnir og kostnaður.** Veidimálastofnun. VMST-R/0023. 18 bls.
3. Valdimar Ingi Gunnarsson 2000. **Arðsemi kræklingaræktar á Íslandi.** Veidimálastofnun. VMST-R/0024. 25 bls.
4. Valdimar Ingi Gunnarsson, Sigurður Már Einarsson og Guðrún G. Þórarinsdóttir 2000. **Kræklingarækt á Íslandi.** Veidimálastofnun. VMST-R/0025. 81 bls.
5. Valdimar Ingi Gunnarsson 2001. **Kræklingarækt og æðarfugl.** Veidimálastofnun. VMST-R/0104. 21 bls.
6. Valdimar Ingi Gunnarsson 2001. **Línurækt: Efnisval, uppsetning og lagning á línunum.** Veidimálastofnun. VMST-R106. 36 bls.
7. Valdimar Ingi Gunnarsson 2001. **Kræklingarækt í Noregi.** Veidimálastofnun. VMST-R/0121. 19 bls.
8. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson og Sigurður M. Einarsson 2001. **Kræklingarækt á Íslandi – Ársskýrsla 2001.** Veidimálastofnun, VMST-R/0123. 44 bls.
9. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson & Sigurður Már Einarsson 2002. **Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2002.** Veidimálastofnun. VMST-R/0219. 34 bls.
10. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir & Björn Theódórsson 2003. **Kræklingarækt: Sýnataka og skráningar.** Veidimálastofnun. VMST-R/0312. 12 bls.
11. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir & Björn Theódórsson 2003. **Heilnæmi kræklinga og uppskera.** Veidimálastofnun. VMST-R/0318. 29 bls.
12. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir & Björn Theódórsson 2003. **Vinnsla á kræklingi.** Veidimálastofnun. VMST-R/0320. 30 bls.
13. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson og Sigurður Már Einarsson 2004. **Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2003.** Veidimálastofnun. VMST-R/0219. 34 bls.

Bæklingur um kræklingarækt er í vinnslu og verður hann gefinn út á árinu 2005. Markmið með þessu bæklingi er að taka saman á einfaldan hátt á einn stað yfirlit yfir helstu þætti er varða kræklingarækt og niðurstöður frá því kræklingaverkefnið hófst árið

2000. Bæklingurinn er ætlaður byrjendum og öllum sem hafa áhuga á að kynna sér kræklingarækt. Í honum verður stutt yfirlit m.a. yfir það efni sem er að finna í útgefnum skýrslum á vegum kræklingaverkefnisins (tafla 1).

1.2 Kræklingaræktendur

Í lok ársins 2004 var kræklingarækt stunduð á 11 stöðum við landið. Fimm fyrirtæki, sem formlega voru stofnuð um kræklingarækt eru: Breið ehf. við Purkey í mynni Hvammsfjarðar, Hlein ehf. í Arnafirði, Norðurskel ehf. í Eyjafirði (3 ræktunarstaðir), Marbendill ehf. í Eyjafirði og Hafskel ehf. í Mjóafirði og Hamarsfirði (mynd 1.1). Einstaklingar eru með tilraunarrækt við Bjarneyjarsand í Hvalfirði, í Hestfirði og í Reykjafirði.



Mynd 1.1. Staðsetning kræklingaræktarstöðva við Ísland í lok ársins 2004.

Rekstur kræklingaræktarstöðva gekk erfiðlega á árinu og var starfsemin í lágmarki. Á árinu 2004 vann Norðurskel ehf. að því fá fjársterka aðila að rekstrinum sem skilaði árangri í byrjun ársins 2005. Starfssemi Hleinar ehf. verður að öllum líkindum hætt þar sem kræklingurinn í Arnafirði inniheldur of mikið af kadmíum (kafla 5.1). Það bendir því margoft til þess að kræklingaræktendum muni fækka á árinu 2005 og að umfang rekstursins verði áfram lítið að undanskilinni Norðurskel ehf. en þar er gert ráð fyrir verulegri aukningu.

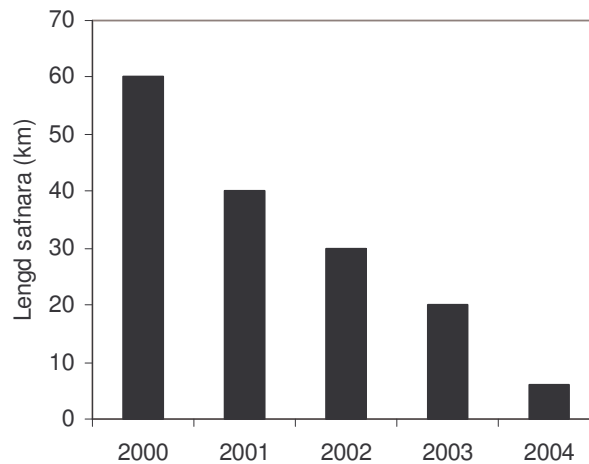
Árangur kræklingaræktunar hefur verið minni en væntingar voru um og fyrirtækin flest öll lítil með takmarkað fjármagn. Mikillar þekkingar hefur þó verið aflað og árangur ræktenda hefur batnað með árunum. Minni árangur en væntingar hefur orðið að yrkisefni.

Að lepja dauðann úr svartri skel
stundum er hlutskipti manna
og víst er að það sem ég sjálfur vel
verða mín örlög að sanna.
Jörundur Steinar (Skáldanafnið)

1.3 Framleiðsla

Á árinu 2000 voru alls sjósettir um 60 km af söfnurum en síðan þá hefur útsetning nýrra safnara minnkað ár frá ári og var aðeins um 6 km árið 2004 (mynd 1.2). Í lok ársins 2004 var heildar lengd ræktunarbanda sem voru í sjó tæpir 70 km. Þau fyrirtæki sem eru með

flestar línur í sjó eru Norðurskel ehf., Hafskel ehf. og Hlein ehf. Ræktunin hefur á síðustu árum orðið fyrir miklum áföllum og línur sem nú eru í sjó því í mismunandi ástandi.



Mynd 1.2. Lengd lirfusafnara sem voru sjósettir við Ísland 2000-2004.

Vegna mikilla áfalla var uppskeran aðeins um 4 tonn á árinu 2003 og 5 tonn á árinu 2004. Miðað við ástand þeirra lína sem nú eru í sjó mun framleiðslan á árunum 2005-2006 líklega verða undir 50 tonnum á ári. Nú er í undirbúningi mikil aukning á útsettum lirfusöfnurum hjá Norðurskel ehf. og ef vel tekst til mun það leiða til mikillar aukningar í framleiðslu á ræktuðum kræklingi á árunum 2007-2008.

2. Áhrif kræklingaræktar á vistkerfið

2.1 Kræklingarækt og fiskeldi

Töluverður munur er á kræklingarækt og fiskeldi eins og það þekkist hér á landi. Í fiskeldi er hægt er að halda miklum fjölda dýra innilokuðum á litlu svæði og fódra þau, kallast það stríðeldi (intensive culture). Kvíaeldi á laxi er dæmi um stríðeldi, en kræklingarækt strjáleldi eða strjálrækt (extensive culture) en þá nýta lífverurnar sér næringu sem fyrir hendi er í náttúrunni. Öll framleiðsla á sjávargróðri og mest öll framleiðsla á skeldýrum og hátt hlutfall eldisfiska á heimsvísu fellur undir strjáleldi.

Við ræktun á kræklingi nærast skelin á náttúrulegum svifþörungum og niðurbrotnum lífrænum leifum sem eru í sjónum og eru áhrif ræktunarinnar á vistkerfið því mun minni en í fiskeldi þar sem dýrin eru fódruð með tilbúnu fóðri (Chamberlain o.fl. 2001; Crawford o.fl. 2003). Við fiskeldi í sjókvíum er næringarefnum bætt inn í vistkerfið sem safnast oft upp sem fóðurleifar og annar úrgangur undir kvíunum. Í kræklingarækt er ekki næringarefnum bætt inn í vistkerfið og eykst því ekki lífrænn úrgangur í sama mæli í vistkerfinu en dreifing á honum breytist með tilkomu ræktunarinnar (Inglis o.fl. 2000).

2.2 Neikvæð áhrif kræklingaræktar á vistkerfið

Uppsöfnun af úrgangsefnum og dauðum kræklingi sem losnar af ræktunarböndunum getur haft mengandi áhrif á vistkerfið undir ræktuninni og í næsta nágrenni (Cole 2002) (tafla 2.1). Ýmsir þættir hafa áhrif á magn og dreifingu úrgangsins undir ræktunni en þar má nefna straumhraða, vatnsdýpi, þéttleika kræklingsins í ræktuninni (stærð stöðvarinnar) og magn svifþörungna (Inglis o.fl. 2000; Lloyd 2003).

Tafla 2.1. Nokkur atriði um áhrif kræklingaræktar á vistkerfið

<i>Jákvæð áhrif</i>	<i>Neikvæð áhrif</i>
Ræktun kræklinga dregur úr magni næringarefna á ræktunarsvæðinu þar sem kræklingurinn sýar til sín fæðuna	Á svæðum þar sem óhagstæð skilyrði eru fyrir ræktunina getur átt sér stað súrefnisþurrð í og á botnseti vegna niðurbrots lífrænna efna frá kræklingafræktinni
Dregur úr hættu á súrefnisþurrð á svæðum með ofgnótt af næringarefnum	Getur valdið fækkun tegunda og einstaklinga ef mikil rotnun lífrænna leifa á sér stað undir ræktunni
Sjóndýpi í sjónum eykst sem hefur jákvæð áhrif á vöxt á botngóðri	Getur dregið úr fæðuframboði fyrir seiði nytjastofna og hugsanlega leitt til minni veiði
Kræklingarækt myndar nýtt vistkerfi og getur aukið líffræðilegan fjölbreytileika á svæðinu	
Kræklingarækt getur aukið fæðuframboð s.s. fyrir fugla, fiska og krabba með aukningu á lífrænum leifum	

Uppsöfnun á kræklingi undir ræktunni

Það fer mikið eftir ræktunaraðferðum hve mikið af kræklingi losnar af ræktunarböndum. Í upphafi ræktunarinnar sest mikill fjöldi kræklingafræktar á safnarana, þúsundir og jafnvel tug þúsundir á hvern metra ræktunarbands (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Úlfar Antonsson 1993; Loo og Rosenberg 1984). Í þeim tilvikum sem kræklingurinn er ekki grisjaður hrynur hann af ræktunarböndunum í miklum mæli og getur því átt sér stað mikil uppsöfnun á kræklingi undir ræktunni sem getur meðal annars haft í för með sér breytingar á lífríki botnsins. Í sænskri tilraun voru um 400 kræklingar á hvern m² undir ræktunni í september þremur mánuðum eftir að safnarar voru settir út en í maí u.þ.b. ári eftir að ræktunin hófst var fjöldinn um 2.800 kræklingar á hvern m² (Mattson og Lindén 1984). Uppsafnað magn kræklingafræktar undir ræktun frá lífrúasetu til markaðsstærðar var áætlað um 18 kg/m² (Rosenberg og Loo 1984). Magn af kræklingi sem safnast undir ræktunina ræðast m.a. af lengd ræktunarbanda og hversu þétt línurnar eru.

Hér á landi er mikil lífrúaseta ár hvert og hrynur mikill fjöldi kræklinga af söfnurum fyrsta veturinn. Um er að ræða litlar skeljar, nokkrir millimetrar að lengd, og er því uppsöfnunin tiltölulega lítil þrátt fyrir mikinn fjölda. Ef kræklingur er grisjaður á ræktunarböndunum um sumarið er hægt að draga verulega úr uppsöfnun kræklingafræktar undir ræktunni. Uppsöfnunin er mest þegar stór kræklingur hrynur af ræktunarböndunum.

Uppsöfnun og dreifing úrgangsefna frá kræklingum

Með tilkomu kræklingaræktar í fjörðum á sér stað breyting á dreifingu lífræns úrgangs. Heildarmagn lífrænna efna í vistkerfinu er óbreytt þar sem ekki er um að ræða að bætt sé inn í vistkerfið lífrænum efnum eða fóðri eins og gert er í fiskeldi. Magn af lífrænum leifum sem kræklingurinn losar frá sér og safnast fyrir undir ræktunni ræðst af umfangi hennar. Aðrir þættir sem hafa áhrif eru s.s. fæðuframboð og meltanleika fæðunnar (Inglis o.fl. 2000). Lífrænar leifar frá kræklingi eru léttari en frá eldisfiski og dreifast því yfir stærra svæði. Dreifingin ræðst síðan af dýpi og straumum á svæðinu, þeim mun dýpra og meiri straumur þeim mun meiri dreifing.

Í þeim tilvikum sem mikið af lífrænum leifum og dauðum kræklingi safnast undir ræktuninni getur átt sér stað súrefnisþurrð í og á botnsetinu vegna niðurbrots. Yfirborð setsins verður svart og súlfatoxandi örverum fjölgar mikið (gul-hvítir flekkir á yfirborði), og súlfíðgas auk ammóníaks streymir upp úr setinu (Dahlbäck o.fl. 1984). Þessar aðstæður geta myndast á svæðum þar sem næringarauðgun á sér stað og lítill straumur er niður við botn. Hér á landi er næringarauðgun oftast lítil og straumhraði tiltölulega mikill í fjörðum. Það eru því ekki miklar líkur á að súrefnisþurrð geti átt sér stað undir kræklingarækt hér á landi, sérstaklega ef unnið er markvisst að því halda áhrifum ræktunarinnar á vistkerfið í lágmarki.

Breytingar á tegundasamsetningu botndýra

Með tilkomu kræklingaræktar getur átt sér stað breyting á tegundasamsetningu botndýra þar sem fæðuframboð breytist, minna verður um svif og meira um lífrænar leifar (Inglis o.fl. 2000). Breyting á botndýrasamfélaginu er háð því álagi sem ræktunin veldur. Í verstu tilvikum á sér stað súrefnisþurrð og þá er eingöngu að finna í og á botninum þær fáu tegundir sem þola þessar aðstæður. Í þeim tilvikum þar sem álagið er minna getur fjölbreytileikinn aukist þar sem nytjategundir leita undir ræktunina í fæðuleit (s.s. fiskar og krabbar) (Mattson og Lindén 1984; Inglis o.fl. 2000; Cole 2002).

Áhrif kræklingaræktunar á svifdýrasamfélagið

Með tilkomu kræklingaræktar er hætta á að breyting verði á magni svifs í sjónum í næsta nágrenni við ræktunina. Kræklingurinn sýar svifþörunga úr sjónum og minni fæða verður því eftir fyrir dýrasvif sem einnig nærast á svifþörungum (Cole 2002). Mikið magn af kræklingalirfum í sjónum er einnig talið geta haft áhrif á svifdýrasamfélagið vegna samkeppni um fæðu (Broekhuizen o.fl. 2002). Þar sem kræklingur nærast einnig á eggjum og lirfum annarra sjávardýra getur kræklingarækt hugsanlega haft áhrif á nýliðun nytjastofna (Gibbs 2004).

2.3 Jákvæð áhrif kræklingaræktar á vistkerfið

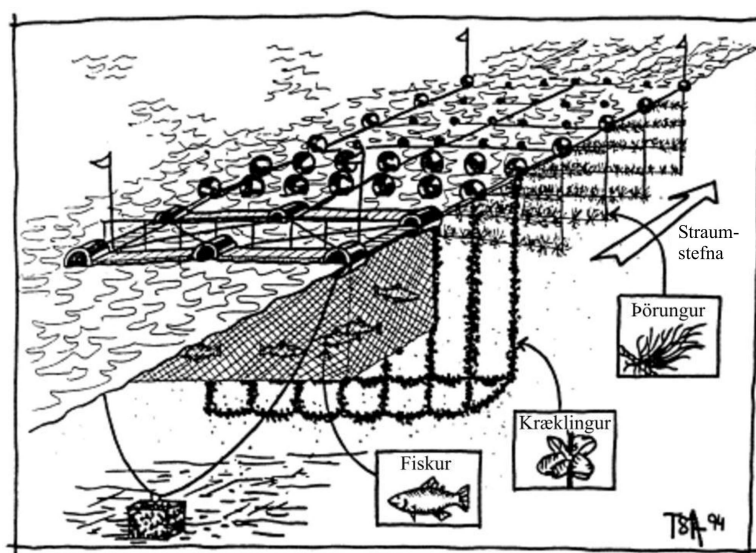
Á undanförunum árum hefur umræða um skaðleg áhrif fiskeldis á vistkerfið aukist mikið. Samhliða því hefur þrýstingur aukist um að fiskeldi verði sjálfbært. Kræklingarækt hefur verið nefnd sem gott dæmi um tiltölulega vistvænt eldisform og t.d. kölluð „grænn iðnaður“ (Shumway o.fl. 2003).

Á síðustu árum hefur áhugi á fjöleldi (polyculture) aukist mikið. Kosturinn við fjöleldi er að hægt er að draga úr umhverfisáhrifum eldisins (mynd 2.1). Þar má nefna eldi á fiski, kræklingi og þörungum á sama svæði. Þá nýtir kræklingurinn m.a. lífrænan úrgang frá fiskeldinu sem fæðu og ræktun þörunga nýtur góðs af áburði (næringarefnum) sem berst frá fiskeldinu og kræklingaræktinni (Troell og Norberg 1998).

Kræklingarækt getur dregið úr áhrifum næringarauðgunar

Á mörgum strandsvæðum erlendis berst mikið af næringarefnum s.s. köfnunarefni og fosfór frá landi og veldur mikilli aukningu á framleiðslu svifþörunga sem jafnframt veldur aukningu annarra dýra sem eru ofar í fæðukeðjunni. Dauðir svifþörungar og dýr sökkva til botns og getur niðurbrot þeirra krafist svo mikils súrefnis að súrefnisþurrð verð í og á botnsetinu. Þar sem ofgnótt næringarefna eru í vistkerfinu getur kræklingaræktun dregið verulega úr neikvæðum áhrifum þar sem kræklingurinn sýar mikið af svifþörungunum úr sjónum og bindur næringarefni í holdinu. Við uppskeru eru næringarefnin síðan fjarlægð út úr vistkerfinu (Sanchez o.fl. 2004). Við umtalsverða ræktun getur kræklingurinn síað stóran hluta af svifþörungunum, þannig að sjórinn í næsta nágrenni verður tærari sem hefur jákvæð áhrif á vöxt botnþörunga (Cole 2002).

Mynd 2.1. Fjöleldi með fiski, kræklingi og þörungum. Kræklingurinn nýtir lífrænan úrgang frá fiskeldinu og ræktun þörungar nýtur góðs af áburði (næringarefnum) sem berst frá fiskeldinu og kræklingaræktuninni (Troell og Nordberg 1998).



Kræklingarækt sem hreinsistöð

Kræklingarækt sem er um 200 tonn getur fjarlægt köfnunarefni og fosfór úr vistkerfinu við uppskeru sem samsvarar því sem 200 manna byggð gefur frá sér. Á menguðum svæðum hefur því verið litið á kræklingarækt sem leið til að hafa jákvæð áhrif á vistkerfið. Í einu fylki í Svíþjóð er leyfum til fiskeldis ekki úthlutað nema að jafnframt sé kræklingarækt á staðnum til að draga úr áhrifum næringarauðgunar frá eldinu (Hovgaard o.fl. 2001).

Samlegðaráhrif frá laxeldi

Í nokkrum tilvikum hefur verið hægt að sýna fram á betri vöxt kræklings í nágrenni við laxeldi í sjókvíum (Herstad 1980; Wallace 1980) sem bendir til að kræklingurinn geti nýtt sér lífrænar agnir sem berast frá laxeldinu sem fæðu. Þó hafa aðrar rannsóknir ekki leitt til sömu niðurstaðna (Taylor o.fl. 1992; Stirling and Okumus 1995). Framboð á fæðu er sá þáttur sem hefur mest áhrif á vöxt kræklings. Magn lífrænna agna frá laxeldi er mjög mismunandi eftir eldisformi og aðstæðum á hverju svæði. Mest berst frá eldinu þegar þéttleiki fiska er mikill, mikið fóðrar og straumur lítill. Talið er að eingöngu þegar lítið er af náttúrulegri fæðu í sjónum að lífræn efni sem berast frá laxeldinu auki vöxt kræklings (Troell og Norberg 1998).

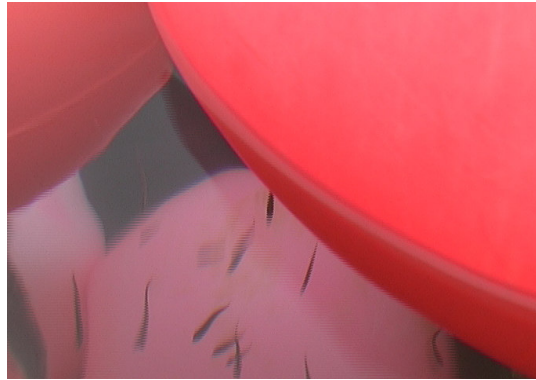
Aukinn fjölbreytileiki og ný búsvæði

Jákvæð áhrif kræklingaræktar geta verið aukinn fjölbreytileiki tegunda á svæðinu. Dæmi eru um að fleiri tegundir og einstaklingar hverrar tegundar séu undir ræktunni en í nágrenni við hana. Talið er að það stafi að meira fæðuframboði fyrir ákveðnar tegundir (Strohmeier o.fl. 2004).

Hérlandis hefur oft á tíðum verið mikill fjöldi ásæta á kræklingi í rækt; bæði dýrum og gróðri, sérstaklega þar sem hluti af kræklinginum hefur losnað af ræktunarböndunum (mynd 2.2). Ræktunin getur myndað ný búsvæði og skjól fyrir fiskseiði. Hér á landi hefur verið vart við að hrognkelsaseiði festi sig á kræklingahengjurnar og aðrar tegundir leita einnig þar skjóls (mynd 2.3). Í spænskri rannsókn fundust 99 tegundir hryggleysingja á ræktunarböndum (Pérez Camacho, o.fl. 1991).



Mynd 2.2 Ásætur á kræklingi í rækt.



Mynd 2.3. Fiskseiði leita skjóls við kræklingalínur.

2.4 Kræklingarækt og umhverfismál

Til að skapa íslenskri kræklingarækt jákvæða ímynd er mælt með því að kræklingaræktendur setji sér ákveðnar vinnureglur til að halda áhrifum ræktunarinnar á vistkerfið í lágmarki:

- Velja skal svæði þar sem tiltölulega djúpt er undir ræktuninni og hæfilegur straumur til að dreifa vel úrgangi og kræklingi sem losnar af kræklingahengjum.
- Hafa skal hæfilegan þéttleika í ræktuninni. Til að minnka álagið á vistkerfið undir ræktunni er æskilegt að hafa stutta safnara og tiltölulega langt á milli þeirra. Einnig að hafa hæfilegt bil á milli kræklingalína. Viðmiðanir ráðast af aðstæðum á hverjum stað og hægt er að hafa meiri þéttleika eftir því sem dýpra er undir ræktunina og meiri straumur.
- Hafa skal kræklingahengjur vel undir sjávaryfirborði til að koma í veg fyrir að öldurót eða skyndileg lækkun í seltu valdi því að stór hluti af kræklinginum losni af ræktunarböndum og falli til botns.
- Grisja skal kræklinginn á söfnurunum eftir um það bil eitt ár til að koma í veg fyrir of mikinn þéttleika og að mikið magn af kræklingi hrynji af ræktunarböndum.
- Ef lirluáseta er lítil, eða mikið af kræklingi hrynur af ræktunarböndum, myndast rými fyrir ásætur. Þetta gerist oft hér á landi fyrsta veturinn í sjó. Til að koma í veg fyrir of mikið af ásætum, skal grisja kræklinginn við fyrsta tækifæri.
- Ekki skal henda kræklingi í sjóinn sem ekki hefur náð lágmarksstærð við uppskeru. Miðað skal við að uppskera þegar megnið af kræklingnum á ræktunarböndunum hefur náð markaðsstærð. Setjið krækling sem er undir lágmarksstærð í netpoka og komið aftur fyrir á kræklingalínunum til áframhaldandi ræktunar.

Mikilvægt er að fylgst sé með þeim breytingum sem eiga sér stað undir ræktuninni. Ef rétt er að staðið á ekki að eiga sér stað mikil uppsöfnun lífrænna leifa og kræklinga undir ræktunarböndum. Til að fylgjast með áhrifum ræktunarinnar á vistkerfið, skal skoða botninn með neðansjávarmyndavél árlega eða annað hvert ár (Crawford o.fl. 2003). Þannig er auðvelt að fylgjast með breytingum á vistkerfinu. Ef mikið álag er á vistkerfið verður botnsetið svart og súlfatafoxandi örverur mynda gul-hvíta flekki á yfirborði.

3. Ræktunartækni og einkenni ræktunarsvæða

3.1 Ræktunartækni

Á vegum Breið ehf. í samstarfi við MAQSY í Noregi hefur verið hönnuð röralína sem flot fyrir lirfusafnara og hengjur. Meginmarkmiðið með þessu samstarfi var að hanna línu aðlagðri að aðstæðum á Norðurlöndum. Undirmarkmið voru m.a. að hægt væri að sökkva línunni undir ís og verjast ágangi æðarfugls. Röralínunni var komið fyrir haustið 2004 við Purkey í mynni Hvammsfjarðar (Jón Páll Baldvinsson 2004). Röralínan samanstendur af 8,5 metra löngu röri sem er 250 mm í þvermál (mynd 3.1). Ofan á rörið er fest 50 mm rör með skorum í þar sem ræktunarbönd eru fest. Þessi útfærsla er byggð á tækni sem MAQSY (www.maqsy.no) hefur þróað. Í endanum á rörinum eru jafnvægisstangir til að auka stöðuleika. Rörin eru fest nokkur saman og mynda eina lengju. Röralínan hefur verið útbúin þannig að hægt er að sökkva henni með því að setja þyngingu á rörin með reglulegu millibili. Við Purkey var línunni sökk strax haustið 2004 og mun árangurinn á næstu mánuðum og árum leiða í ljós hvort þessi búnaður hentar íslenskum aðstæðum. Varðandi aðra þróun í ræktunartækni undanfarin ár er vísað í fyrri árskýrslur kræklingaverkefnisins.



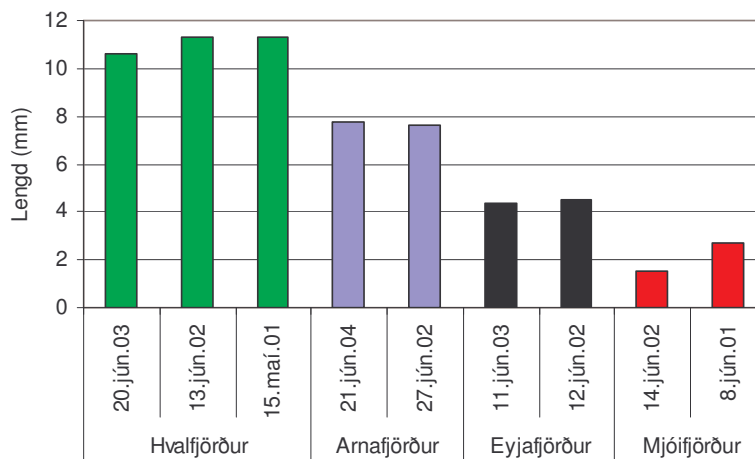
Mynd 3.1. Röralína við Purkey í mynni Hvammsfjarðar.

Á línunum Norðurskeljar við Dagverðareyri í Eyjafirði kom í ljós munur á ásetu krækingslirfa eftir gerð safnara. “Norsku” safnararnir héldu betur skel en einfaldir nótarsafnara. Norskur safnari er úr fléttuðu tógi og voru um 70% skeljanna utan á honum og mældust þær frá 15 - 45 mm. Um 30% skeljanna voru inni á milli flétta og voru þær aðeins 6 - 11 mm.

3.2 Líffræði krækings eftir ræktunarsvæðum

Yfirleitt hefur árleg lirfuáseta á safnara hér á landi verið mikil og ekki takmarkandi þáttur í kræklingaræktinni. Oftast situr krækingsungviðið mjög þétt, jafnvel í mörgum lögum. Það er þó ekki hægt að útiloka að á ákveðnum svæðum sé lirfuáseta ekki nægileg eða að sveiflur á milli ára séu það miklar að lirfuásetan sé ekki nægileg einstök ár. Í því sambandi má nefna Mjóafjörð, þar lítur út fyrir að krækingslirfur nái ekki að þekja safnara nægilega vel til að koma í veg fyrir ásetu þara að hausti.

Talið er að fæðuframboð og sjávarhiti hafi mest áhrif á vöxt kræklinga. Vöxturinn virðist vera mestur við vestanvert landið en minnkar eftir því sem farið er réttsælis með landinu og er minnstur á Austfjörðum. Ágæt mynd hefur fengist af vaxtarhraða kræklinga eftir landshlutum fyrsta veturinn í sjónum (mynd 3.2). Eftir fyrsta veturinn í sjó er kræklingurinn minni við norðan- og austanvert landið en vestanlands. Skýringin er að hluta til sú að lirfunnar setjast seinna á safnara í þessum landshlutum en við vestanvert landið og eru því skeljarnar minni þegar vöxtur stöðvast yfir veturinn. Vegna þess hve kræklingalínurnar hafa orðið fyrir miklum tjónum er minna vitað um vöxt kræklinga eftir fyrsta árið eftir landssvæðum. Mestur er vöxturinn talinn vera í Hvalfirði og tekur þar kræklinginn um tvö ár að ná 50 mm lengd (Guðrún G. Þórarinsdóttir & Úlfar Antonsson 1993) en á Norðurlandi og Austfjörðum er líklegt að það taki um það bil 3 ár. Í Hestfirði í Ísafjarðardjúpi náði kræklingurinn tæpum 60 mm á u.þ.b. þremur árum. Þessar niðurstöður miðast við að kræklingurinn sé ekki grisjaður og flokkaður yfir ræktunartímann en við að grisja og flokka má gera ráð fyrir styttri vaxtartíma. Einnig má gera ráð fyrir mismunandi vexti milli svæða og ára vegna mismunandi umhverfisaðstæðna.



Mynd 3.2 . Meðallengd kræklinga tæpu ári eftir lirfuásetu á mismunandi ræktunarsvæðum.

Takmarkaðar upplýsingar eru til um holdfyllingu ræktaðs kræklinga á Íslandi og er því erfitt að fullyrða að eitt svæðið sér betra en annað m.t.t. holdfyllingar. Í Mjóafirði hefur verið fylgst með holdfyllingu kræklinga yfir eitt ár og reyndist hún mikil frá júní til september (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2003). Frá Hvalfirði eru til mælingar á holdfyllingu villts og ræktaðs kræklinga frá maí-október. Yfir sumarmánuðina var holdfyllingin um og yfir 20% en fór hækkandi að hausti og var hæst hjá þeim ræktaða, yfir 30% (Sigurður Pétursson 1968; Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987).

3.3 Einkenni ræktunarsvæða m.t.t. ólífrænna þátta

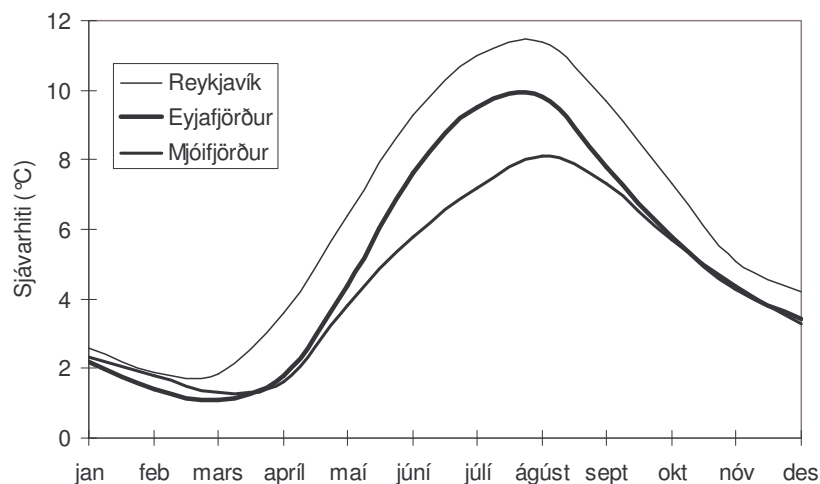
Umhverfisaðstæður eru mismunandi eftir landshlutum og hvert ræktunarsvæði hefur sín sérkenni. Því er mikilvægt að kortleggja umhverfisaðstæður á hverjum stað til að meta hvaða tegund búnaðar til kræklingaræktunar hentar best. Ísland er á jaðarsvæði fyrir fiskeldi og því mikilvægara fyrir okkur að þekkja vel til umhverfisaðstæðna en samkeppnislöndin, þar sem aðstæður eru oft mun hagstæðari.

Töluvert hefur verið um það að kræklingur hafi hrunið af ræktunarböndum sem má m.a. rekja til rangrar hönnunar lína, of lítillar seltu sjávar, lagnaðaríss og rekíss.

Sjávarhiti

Mynd 3.3. sýnir sveiflur í sjávarhita eftir mánuðum í Reykjavíkurhöfn, Eyjafirði og Mjóafirði. Mestar eru sveiflurnar í Reykjavíkurhöfn og minnstar í Mjóafirði. Þegar bornar eru saman daggráður á milli þessara staða eru þær hæstar í Reykjavíkurhöfn 2291, 1846 í Eyjafirði og 1613 í Mjóafirði (Steingrímur Jónsson 2004). Daggráður reiknast sem summan af meðalhitastigi hvers dags.

Sjávarhitinn er hæstur í Reykjavíkurhöfn sem ætti að endurspegla vel aðstæður í Hvalfirði. Mestur vöxtur er á kræklingi í Hvalfirði sem má e.t.v. setja í samhengi við hærri sjávarhita og meira fæðuframboð (kafla 3.4). Sjávarhiti er lægstur í Mjóafirði og munar mest um lágt hitastig yfir sumarmánuðina og þar fer einnig framleiðsla svifþörungna (fæða) seinna af stað á vorin.



Mynd 3.3. Meðalsjávarhiti yfir árið í Reykjavíkurhöfn, Hjalteyri í Eyjafirði og í Mjóafirði (Steingrímur Jónsson 2004).

Lagnaðarís

Lagnaðarís getur myndast í flestum fjörðum hérlandis, sérstaklega við vestanvert landið. Frá árinu 2000 er vitað til þess að lagnaðarís hafi valdið tjóni á línunum í Hvammsvík í Hvalfirði (mynd 3.4) og Kolgrafarfirði.



Mynd 3.4. Kræklingalína frosin í lagnaðarís í Hvammsvík í Hvalfirði.

Mesta hættan á myndun lagnaðaríss er í logni og miklum frostum innst inn í þröngum fjörðum þar sem mikið er um ferskvatnsflæði. Þegar lagnaðarís brotnar upp rekur hann út fjörðinn og getur valdið tjóni á ræktun sérstaklega vinstra megin í firðinum og er þá miðað við að horft sé inn fjörðinn. Sjórinn streymir inn fjörðinn hægra megin og

fer út vinstra megin og ber með sér rekís innst úr firðinum. Til að draga úr hættu á því að rekís valdi tjóni á búnaði er best að velja ræktunni stað hægra megin í firðinum. Það skal þó haft í huga að ríkjandi vindáttir geta haft mikil áhrif á rekstefnu íss í firðinum.

Veðurfar getur verið mjög breytilegt yfir árið og á milli ára. Firðir geta því verið án lagnaðaríss í mörg ár og svo skyndilega eitt árið myndast þykkur lagnaðarís. Hægt er að koma í veg fyrir tjón af völdum lagnaðaríss með því að sökkva búnaðinum á veturna. Einnig er hægt að hafa ílöng mjó flot sem rista djúpt en þannig er meiri líkur á að rekís fari yfir þau. Út frá þeirri reynslu sem hefur fengist við kræklingaræktun hérlandis frá árinu 2000 er hægt að fullyrða að meiri líkur eru á að lagnaðarís og rekís valdi tjóni á kræklingalínunum sem hafðar eru í sjávaryfirborði við vestanvert landið en við norðanvert- og austanvert landið. Haft skal þó í huga að mikill munur getur verið á milli svæða innan hvers landshluta.

Hafís

Frá árinu 2000 hefur hafís ekki komið í nágrenni við ræktunarsvæðin hérlandis. Tíðni hafísára er mjög breytileg á milli tímabila. Á árunum 1920-1964 kom sjaldan ís að strönd landsins en 1965 hófst tímabil sjö ísára (1965-71). Frá 1971 hefur hafís komið að landi einstaka ár t.d. 1979 og 1988, en þá var verulegur ís við norðanvert landið (Þór Jakobsson 2004). Nyrsti hluti Vestfjarða, Norðurland og Austfirðir eru í hættu hvað hafís varðar. Af þessum landshlutum kemur hafís sjaldnast að Austfjörðum, en það eru þó heimildir frá síðustu öld um að hafís hafi komið inn á austfíska firði. Hafís á Vestfjörðum er yfirleitt á afmörkuðu svæði, Hornströndum og norðanverðri Strandasýslu.

Erfitt getur verið að verja kræklingaræktun fyrir hafís þar sem hann ristir oft djúpt. Það getur því þurft að sökkva ræktunni jafnvel nokkra tugi metra undir sjávaryfirborð til að koma í veg fyrir skemmdir af völdum hafíss.

Selta

Kræklingur þolir lága seltu, en þó dregur úr vexti þegar seltan fer undir 20 ‰ (Almada-Villela 1984). Lækkun í seltu dregur úr styrki spunapráða og kræklingurinn losnar af böndum. Selta sjávar getur verið breytileg og minnkað mikið á ósasvæðum í leysingum á vorin og haustin. Á svæðum þar sem mikið er um straumvötn getur ferskvatnslagið í sjónum náð nokkra metra undir yfirborð. Það er t.d. talið að lækkun í seltu í yfirborði sjávar í Mjóafirði hafi valdið því að megnið af kræklinginum hrundi af ræktunarböndum. Það skal þó haft í huga að hægt er að koma í veg fyrir tjón með því að sökkva línunni undir ferskvatnslagið (sjá Valdimar Inga Gunnarsson o.fl. 2004).

Ölduhæð

Svæði sem liggja fyrir opnu hafi og í litlu skjóli eru ekki heppileg fyrir kræklingarækt. Framleiðslukostnaður verður meiri þegar kræklingaræktin er staðsett á slíkum svæðum, þar sem stofnkostnaður verður meiri m.a. vegna þess að þörf er á öflugri bátum, þyngri botnfestu og sverari tógum en ella. Reksturinn verður einnig erfiðari þar sem fleiri daga á árinu er ekki hægt að vinna við ræktunina eða uppskera í samanburð við skjólbetri svæði. Álag og slit á ræktunarbúnaði verður meira sem eykur hættu á tjóni og á að uppskera tapist. Í þeim tilvikum sem ræktunin er á opnum svæðum er best að sökkva búnaðinum eða lengja í flottógi til að öldurótið nái ekki niður á kræklingahengjunnar.

Straumur

Straumur þarf að vera nægur til að flytja að ræktunni nægjanlegt magn fæðu og bera burtu úrgangsefni en ekki það mikill að hann valdi skemmdum á útbúnaði eða brottfalli af kræklingi af böndunum. Takmarkaðar straummælingar hafa verið gerðar í íslenskum

fjörðum. Á vegum Hafrannsóknastofnunarinnar hafa verið framkvæmdar straummælingar á nokkrum stöðum við landið. Þær mælingar eru oft tiltölulega staðbundnar og gefa því aðeins upplýsingar um takmarkað svæði. Í línurækt þarf ekki mikinn straumhraða (5 cm/sek) þegar gott rými er á milli ræktunarbanda. Aftur á móti í flekarækt þar sem ræktunarbönd liggja þétt saman þarf meiri straumhraða (10-15 cm/sek) til að tryggja nægilegt fæðuframboð. Straumhraði yfir 25 cm/sek er talinn hafa neikvæð áhrif á vöxt kræklinga (Newell 2001). Hér á landi mælist oft mikill straumhraði í fjörum og þurfti til dæmis að færa ræktunina í Kolgrafarfirði vegna of mikils straums. Straumur getur verið breytilegur innan sama fjarðar og í sumum tilvikum er verulegur munur innan tiltölulega lítils svæðis. Áreiðanlegar upplýsingar um áhrif straums á krækling og búnað fást með því að hafa tilraunarrækt á fyrirhuguðu ræktunarsvæði áður en farið er út í umfangsmikinn rekstur.

Botngerð og dýpi

Ráðlagt er að staðsetja kræklingarækt á svæði þar sem dýpi er meira en 8 m. Hægt er að hafa ræktunina á minna dýpi en það takmarkar þá lengd ræktunarbanda og einnig er erfitt að sökkva línunum til að koma í veg fyrir að ísrek eða öldurót skemmi búnað.

Gerð botnfesta ræðast af botngerð. Hagkvæmast er að staðsetja ræktunina á svæðum með mjúkan botn þar sem botnfestan sekkur niður í botnlagið og þar með fæst góð festa. Á hörðum botni er lítið grip fyrir akkeri og einnig þarf slitsterkar festingar vegna núnings við botninn. Of algengt hefur verið hér á undanförunum árum að ræktunin hafi farið „í belg og biðu“. Hluti af skýringunni er að botnfestan hefur ekki verið nógu öflug fyrir ríkjandi aðstæður.

Heilnæmi ræktunarsvæða m.t.t. þungmálma

Reglulega er fylgst með magni þungmálma í kræklingi við landið (Eva Yngvarsdóttir 2004b). Kvikasilfur og blý í kræklingi við Íslandsstrendur er vel undir alþjóðlegum mengunarmörkum en kopar, sink og arsen er mjög nálægt þeim. Dæmi er um að magn kadmíns, króms og nikkels í lífverum hér sé yfir alþjóðlegum mengunarmörkum. Engar vísbendingar hafa fundist um mengunarvalda á þeim stöðum þar sem mikið magn hefur mælst af þessum efnum og því má telja víst að um náttúrulegt ástand sé að ræða (Davíð Egilsson o.fl. 1999). Fyrir öll ræktunarsvæði þarf að fara fram heilnæmiskönnun til að staðfesta heilnæmi kræklinga m.t.t. innihalds þungmálma. Gerðar hafa verið heilnæmiskannanir í Eyjafirði, Arnafirði og Mjóafirði. Í Eyjafirði og Mjóafirði var innihald allra þungmálma í kræklingi undir viðmiðunarmörkum en innihald kadmíum í kræklingi í Arnafirði var yfir viðmiðunarmörkum.

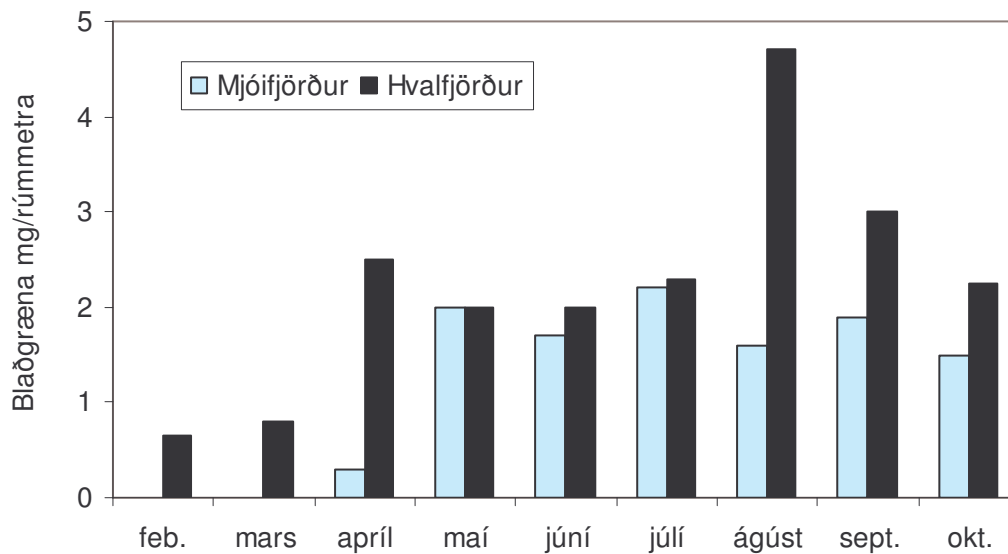
3.4 Einkenni ræktunarsvæða m.t.t. lífrænna þátta

Fæðuframboð

Mismunandi fæðuframboð getur skýrt breytilegan vöxt kræklinga eftir svæðum. Svifþörungar eru aðalfæða kræklinga og getur verið verulegur munur á magni þeirra á milli svæða, dýpis og ára (Agnes Eydal 2003a; Kristinn Guðmundsson o.fl. 2002). Takmarkaðar rannsóknir hafa verið gerðar á svifþörungum í íslenskum fjörðum og liggja því ekki fyrir nægjanlegar upplýsingar til að hægt sé að velja ræktunarsvæði m.t.t. fæðuframboðs. Með tilraunarrækt á nokkrum svæðum er þó hægt að afla mikilvægra upplýsinga um vöxt kræklinga og þar með talið fæðuframboð.

Í Mjóafirði er talið líklegt að stuttur vaxtartími gróðurs og lítil framleiðni takmarki þá fæðu sem kræklingi stendur til boða á formi svifþörunganna (mynd 3.5). Í Hvalfirði er aftur á móti fæðuframboð og vöxtur kræklinga meiri (Kristinn Guðmundsson og fl. 2003;

Agnes Eydal 2003a). Haft skal í huga að það skekkir þennan samanburð að ekki eru um sömu ár að ræða og sýni ekki tekin af sama dýpi.



Mynd 3.5. Magn blaðgrænu (mælikvarði á magn svifþörunga) á tveggja metra dýpi við Bjarteyjarsand í Hvalfirði og á 3-5 metra dýpi við Brekku í Mjóafirði. Meðaltal hvers mánaðar er byggt á 2-5 sýnum (Kristinn Guðmundsson 2003; Agnes Eydal 2003a).

Eitraðir þörungar

Tiltölulega litlar rannsóknir hafa verið gerðar á tegundasamsetningu, tíðni og dreifingu eitraða svifþörunga í íslenskum fjörðum. Það er því ekki hægt að fullyrða í dag að eitt svæði sé betra en annað með tilliti til þeirra. Þrátt fyrir takmarkaðar rannsóknir hefur þó komið fram að vænta má eitraða þörunga hér við land á allflestum stöðum stóran hluta af árinu (tafla 3.1). Ekki er þó hægt að meta líkur á tíðni uppblómstrunar eitraða þörunga eftir svæðum þar sem fjöldi sýna hefur verið breytilegur eftir sýnatökustöðum. Það skal haft í huga að þrátt fyrir að eitraðir þörungar finnist í sjónum eru þeir ekki allaf í það miklu magni að þörungaeitur í kræklingi fari yfir viðmiðunarmörk. Niðurstöður rannsókna sem koma fram í töflu 3.1 sýna einfaldlega að vænta má eitraðra þörunga í Eyjafirði, Ísafjarðardjúpi, Hvalfirði og Mjóafirði og ekki er ástæða til að ætla að þessu sé öðruvísi háttað í öðrum fjörðum.

Erlendis hefur komið fram töluverður munur á magni þörungaeiturs í kræklingi eftir svæðum. Í því sambandi má nefna að mun meira þörungaeitur (DSP og yessotoxin) er í kræklingi í innarlega í Sognfirði í Vestur-Noregi en utar í firðinum (Ramstad o.fl. 2001).

Æðarfugl

Til að halda afráni æðarfugls í lágmarki hefur m.a. verið lagt til að velja svæði þar sem lítið er um æðarfugl. Þessi tillaga skilar takmörkuðum árangri þar sem æðarfugl mun ávallt sækja á þau svæði þar sem mikið er af kræklingi (Pehrsson 1984). Í Skotlandi er reynslan sú að á svæðum þar sem lítið er af æðarfugli fjölgi fuglinum með tilkomu kræklingaræktar (Ross og Furness 2000). Hér á landi hefur æðarfugl valdið verulegu tjóni hjá flestum ef ekki öllum kræklingaræktendum. Í verstu tilvikum hefur fuglinn hreinsað því sem næst allan kræklinginn af ræktunarböndunum (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2001, 2002, 2003). Það skal þó haft í huga að staðsetning getur haft mikil áhrif á hve vel tekst til að verja ræktunina gegn æðarfugli. Með því að staðsetja

kræklingarækt nálægt mannabyggð er betur hægt að fylgjast með henni og verja ræktunina en ella. Ýmsar aðferðir hafa verið reyndar til að minnka afrán æðarfugls og er þeirra getið í skýrslunni „Kræklingarækt og æðarfugl” (Valdimar Ingi Gunnarsson 2001).

Tafla 3.1. Tíðni uppblómstrunar eittraðra þörungna í sjónum í Eyjafirði, Ísafirði og Hvalfirði yfir tímabilið apríl til október (Agnes Eydal 2003a,b, 2004; Kristinn Guðmundsson & Agnes Eydal 1998; Kristinn Guðmundsson o.fl. 2002).							
Eyjafjörður							
Tegund	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	sept.	okt.
<i>Dinophysis spp.</i>							
<i>Alexandrium spp.</i>							
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>							
Mjóifjörður							
Tegund	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	sept.	okt.
<i>Dinophysis spp.</i>							
<i>Alexandrium spp.</i>							
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>							
Ísafjarðardjúp							
Tegund	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	sept.	okt.
<i>Dinophysis spp.</i>							
<i>Alexandrium spp.</i>							
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>							
Hvalfjörður							
Tegund	apríl	maí	júní	júlí	ágúst	sept.	okt.
<i>Dinophysis spp.</i>							
<i>Alexandrium spp.</i>							
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>							

Krossfiskur

Vart hefur verið við krossfisk á flestum ræktunarsvæðum við landið en fjöldinn er mjög mismunandi eftir svæðum. Mest er af krossfiski við vestanvert landið og getur hann valdið verulegu tjóni ef ekki er rétt staðið að ræktuninni. Mjög mikið var einnig um krossfisk á ræktunarböndum í Eyjafirði í janúar 2005 (mynd 3.6), en fyrir þann tíma hafði lítið orðið vart við krossfisk. Ekki er talið að krossfiskar valdi verulegu tjóni nema á kræklingi af sama árgangi. Ef krossfiskslirfan sest á kræklingasafnarana og nær að halda sér þar yfir veturinn og fram á næsta sumar er hugsanlegt að krossfiskurinn nái að vaxa það mikið að hann verði nægilega stór til að ráða við krækling á öðru ári. Hægt er að beita nokkrum aðferðum til að draga úr tjóni af völdum krossfiska. Við val á mjóum söfnurum nær krossfiskurinn ekki að halda sér föstum þegar hann stækkar þar sem undirlagið er of lítið. Það má einnig draga úr tjóni af völdum krossfiska með því að nota ekki stoppara og velja lóð með lítið yfirborð (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2001). Ef rétt er að staðið ættu krossfiskar ekki að valda verulegu tjóni í kræklingarækt.

Ásætur

Ef vel heppnast með lirfusöfnun kræklinga er ásæta annarra tegunda ekki vandamál við kræklingaræktun. Mikil ásæta annarra tegunda getur orðið á ræktunarbönd þegar þau eru sett of seint út í sjóinn eða kræklingur hrynur af eða er étinn. Þá verður laust rými fyrir ásætur eins og þara og hrúðurkarl, sem þekja fljótlega hluta af ræktunarbandinu og í verstu tilvikum allt bandið (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2001, 2002).

Mynd 3.6. Smár krossfiskur á ræktunarböndum hjá Norðurskel ehf. í Eyjafirði í janúar 2005 (Ljósmynd: Björn Theodórsson).



Borið hefur á því að töluvert af hrúðurkarli festir sig á stærri skel við vestanvert landið á svokölluðum „hrúðurkarlaárum“. Það er því hugsanlegt að hrúðurkarl á krækling geti orðið vandamál við uppskeru einhver ár. Aðrar ásætur hafa hingað til ekki valdið neinum teljandi vandámum við kræklingarækt hérlandis (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2001, 2002).

3.5 Samanburður á ræktunarsvæðum

Skilyrði til kræklingaræktar hér á landi eru mismunandi eftir svæðum. Í töflu 3.2 eru aðstæður til kræklingaræktar metnar í Hvalfirði, Arnafirði, Eyjafirði og Mjóafirði út frá nokkrum þáttum. Hafa ber í huga að hér er um gróft mat að ræða og niðurstöður kunna í sumum tilvikum að vera aðrar í framtíðinni með aukinni þekkingu á staðhættum. Þessar niðurstöður byggja á skriflegum heimildum og þeirri reynslu sem hefur aflast í kræklingaverkefninu og m.a. hafa verið birtar í ársskýrslum þess. Í reiti þar sem mikil óvissa er um aðstæður er sett spurningamerki.

Á öllum þessum fjórum stöðum má gera ráð fyrir að afrán æðarfugls geti orðið verulegt vandamál. Í Hvalfirði er vöxtur mestur en þar geta ásætur orðið meira vandamál og líkur á tjóni vegna lagnaðaríss töluverðar. Í Arnafirði er uppskera kræklinga bönnuð vegna of mikils kadmíum í holdi skeljarinnar. Vöxtur á kræklingi í Eyjafirði er töluvert minni en í Hvalfirði en vandamál með ásætur virðist vera minna. Í Mjóafirði virðast skilyrði til kræklingaræktar vera lökust. Þar er vöxtur kræklinga minnstur og einnig virðist áseta þara vera töluvert vandamál.

Tafla 3.2. Samanburður á aðstæðum til kræklingaræktar á fjórum stöðum við landið.

	Hvalfirður	Arnafirður	Eyjafirður	Mjóafirður
Grænt = Aðstæður tiltölulega góðar á íslenskan mælikvarða.				
Gult = Aðstæður í meðallagi og vandamál geta komið upp.				
Rautt = Aðstæður ekki nægilega góðar eða töluverðar líkur á vandámum.				
Lagnaðarís				
Hafís				
Heilnæmi m.t.t. þungmálma				
Lirfuáseta				?
Vöxtur kræklinga				
Afrán æðarfugls				
Afrán krossfisks				
Áseta				
Eitraðir þörungar	?	?	?	?

4. Vöxtur kræklinga, áseta og afræningja

4.1 Lirfusöfnun

Árið 2004 voru engin sýni tekin til rannsókna á lirfuásetu á ræktunarstöðum við landið. Í sýnum teknum til vaxtarmælinga á eins árs kræklingi við Hrísey má sjá nýsestan krækling og ætla út frá þeim að áseta nýs árgangs (árgangur 2004) hafi átt sér stað fyrstu vikuna í ágúst. Af mynd 4.1 má sjá hvernig meðallengdin fellur þessa viku vegna smárra skelja, sem einnig má sjá á 1. mynd í viðauka 1 í mælingum sem gerðar voru 2. og 9. ágúst. Þessa daga finnast skeljar frá 0.3-4 mm í töluverðu mæli sem ekki var áður.

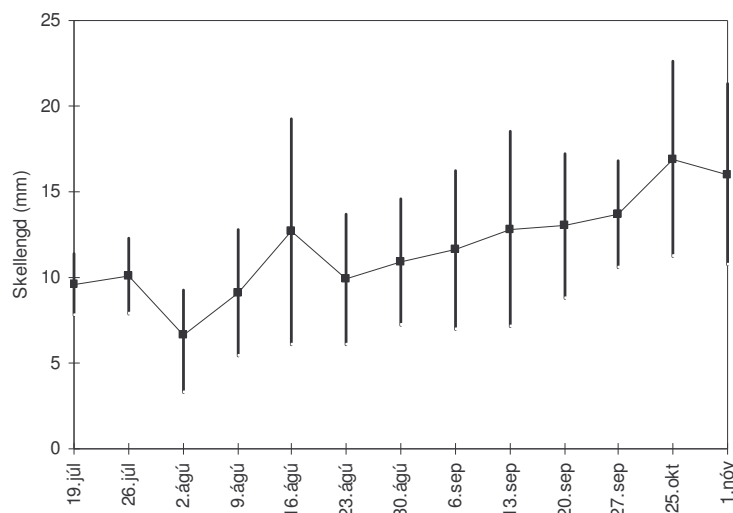
4.2 Vöxtur

Í viðauka 1 er að finna lengdardreifingar, meðallengd og staðalfrávik eins árs kræklinga frá Hrísey frá júlí- nóvember 2004 (mynd 1) og 3ja ára kræklinga frá maí til desember 2004 (mynd 2). Frá Arnarfirði eru lengdardreifingar, meðallengd og staðalfrávik eins árs kræklinga frá júní- ágúst 2004 og febrúar 2005 (mynd 3). Sýni frá Hestfirði og Reykjafirði voru aðeins tekin í júní 2004 (4 og 5 mynd, viðauki 1).

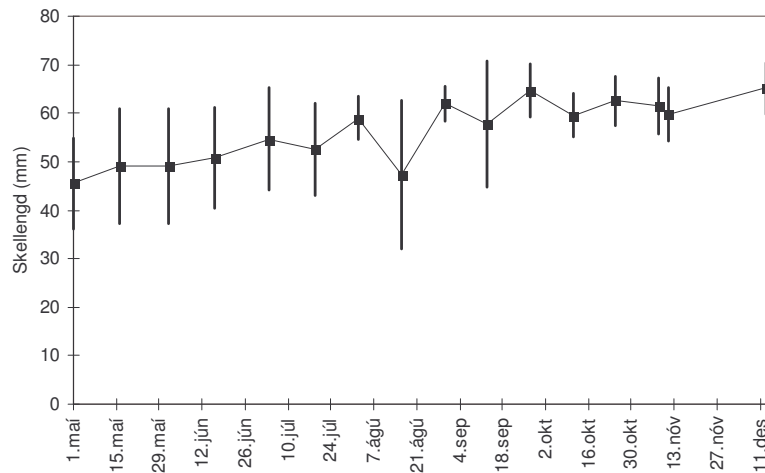
Hrísey

Kræklingur á hengjum sem settar voru út árið 2003 var fyrst mældur um miðjan júlí 2004 (eins árs), þá að meðallengd 9.6 mm. Vöxt þessa kræklinga til nóvember má sjá á mynd 4.1 og lengdardreifingar, meðallengdir og staðalfrávik fyrir hvern sýnatökudag í viðauka 1 (1. mynd). Í byrjun nóvember voru skeljarnar að meðallengd 16 mm. Fall í meðallengd skeljanna fyrstu vikuna í ágúst má rekja til aukins fjölda nýsestra einstaklinga á þessum tíma.

Árið 2003 mældist árgamall kræklingur við Hrísey aðeins 2.8 og 3.6 mm að meðallengd á tveimur hengjum þann 11. júní. Hafa ber í huga að þessar hengjur urðu fyrir miklu hnjaski sem getur hafa dregið úr vexti kræklinga (Valdimar I. Gunnarsson og fl. 2003).



Mynd 4.1. Meðallengd og staðarfrávik eins árs kræklinga við Hrísey í Eyjafirði frá júlí til nóvember 2005.

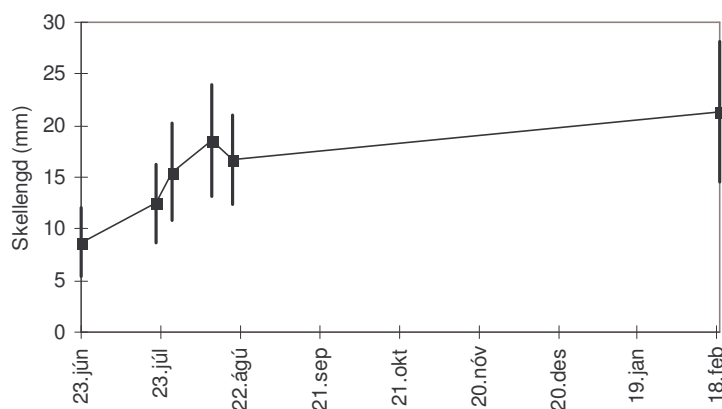


Mynd 4.2. Meðallengd og staðarfrávik þriggja ára kræklinga við Hrísey frá maí til desember 2005.

Sýnataka á eldri kræklingi (árgangur 2001 sem fluttur var frá Dagverðareyri) hófst í maí og stóð yfir til ársloka (viðauka 2. mynd). Vöxt þessa kræklinga má sjá á mynd 4.2. Kræklingurinn virðist vaxa jafnt og þétt fram í september með minnkandi meðallengd um miðjan ágúst sem gæti orsakast af því að ekki voru sýnin alltaf tekin af sömu hengju og af sama dýpi. Meðallengd tæplega 3ja ára kræklinga í maí var 45.6 mm og í lok ársins 60.8mm (mynd 4.2).

Arnarfjörður

Í þriðju viku í júní 2004 mældist árgamall kræklingur á þremur hengjum í Bíldudalsvogi og einni við Haganes, að meðaltali 7,6 7.8 og 8.7 mm að skellengd (viðauki 1, 3. mynd). Árið 2002 mældist jafn gamall kræklingur 5 –10 mm (Valdimar I. Gunnarsson og fl. 2002). Vöxt eins árs kræklinga frá júní 2004 - febrúar 2005 við Haganes í Arnarfirði má sjá á mynd 4.3. Kræklingurinn vex að meðaltali frá 7.8 mm í 21.3 mm á þessu tímabili.



Mynd 4.3. Meðallengd og staðarfrávik eins árs kræklinga v/Haganes í Arnarfirði frá júní 2004 til febrúar 2005.

5. Heilnæmi kræklinga og uppskera

5.1 Eftirlit með heilnæmi kræklinga

Nú er lokið við heilnæmiskönnun á þremur svæðum þar sem fram fer ræktun á kræklingi, þ.e. í Mjóafirði, við Hrísey og Dagverðareyri í Eyjafirði. Fiskistofa mun ekki veita leyfi fyrir kræklingarækt í Arnarfirði þar sem að þungmálmurinn kadmíum, er yfir leyfilegum mörkum í skelinni. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hefur rannsakað kadmíum í kræklingi allt frá 1993 en þar hefur komið fram að innihald er breytilegt eftir svæðum (Eva Yngvadóttir 2004b). Engar vísbendingar hafa fundist um mengunarvalda á þeim stöðum þar sem mikið magn hefur mælst af kadmíum og því má telja víst að um náttúrulegt ástand sé að ræða (Davíð Egilsson o.fl. 1999). Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins leitar nú orsaka fyrir háu kadmíum innihaldi í kræklingi í Arnarfirði. Í erlendum rannsóknum hefur m.a. komið fram að hærri innihald af kadmíum í kræklingi á svæðum þar sem er uppstreymi sjávar (Segovia-Zavala 2004).

Í reglugerð nr. 260/1999, um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka kemur fram: „Verði mengunar vart á veiðisvæði eða í samlokum er heimilt að flytja þær á annað svæði, sem Fiskistofa tilgreinir, til þess að losa þær við mengunina”. Flutningur á milli svæða til að draga úr innihaldi kadmíum getur verið vandmeðfarinn og hefur ekki alltaf skilað tilætluðum árangri (Amaral o.fl. 2005).

Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins hefur að beiðni sjávarútvegsráðherra gert skýrslu um leiðir til að auka öryggi útflutningstekna íslenskra sjávarafurða. Í skýrslunni eru settar fram tillögur og fjallað um lykilaðgerðir til þess að auka öryggi sjávarafurða. Lagðar eru fram fimm megin tillögur um aðgerðir til þess að auka öryggi útflutningstekna íslenskra sjávarafurða:

- Mynduð verði sérstök verkefnisstjórn sem móti stefnu og forgangs raði verkefnum.
- Byggt verði upp aðgengilegur gagnvirkur gagnagrunnur um efnainnihald sjávarafurða.
- Efla verði vöktunaráætlun sem þegar er komin í gang á vegum sjávarútvegsráðuneytisins.
- Áhættumat verið gert og þróað með sérstökum reiknilíkönunum.
- Sett verði upp sérstakt nýtt rannsóknasvið innan Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins sem vinni að öryggi og heilnæmi sjávarafurða.

Ef þessar tillögur ná fram að gang munu þær efla allar rannsóknir á heilnæmi kræklinga. Í tillögunum eru taldar upp rannsóknir á óæskilegum efnum í sjávarafurðum s.s. þörungaeitri og kadmíum (Eva Yngvadóttir 2004a).

5.2 Rannsóknir á eitruðum svifþörungum

Eitt af hlutverkum Fiskistofu skv. reglugerð nr. 260/1999 um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka er að hafa eftirlit með því hvort svifþörungar sem framleiða eitruð finnast á veiði- og umlagningarsvæði samloka. Skv. bréfi Fiskistofu frá 6. ágúst 2004 til sjávarútvegsráðuneytisins ætla stofnunin í samráði við Hafrannsóknastofnunina að hefja sjósýnatöku til að fylgjast með útbreiðslu svifþörunganna þannig að hægt sé að grípa inn í verði magn eitruðra tegunda verði of mikið. Í samvinnu við Hafrannsóknastofnunina hefur verið ákveðið að taka þurfi sýni á eftirfarandi stöðum:

- 1 sýnatökustaður í Mjóafirði
- 1 sýnatökustaður í Breiðafirði
- 2 sýnatökustaðir í Eyjafirði

Sýnatökuáætlunin hljóðar upp á vikulegar sýnatökur á tímabilinu 1. maí til 1. október en hálfsmánaðarlega þess á milli. Tíðnin getur orðið meiri, verði vart við aukinn fjölda eiturbörunga og grunur er um að eiturfni safnist fyrir í kjöti lifandi samloka. Bæði verða tekin sýni til tegundagreiningar svifþörunga og magngreiningar. Greinist í sýni þörungar sem valdið geta eitrun er fjöldi þeirra í hverjum lítra af sjó talinn, annars ekki.

Takist að koma á virku eftirliti með útbreiðslu og fjölda svifþörunga sem valdið geta eitrun í skelfiski ætti að vera hægt að fækka sýnum úr skelfiski til greiningar á þörungaeitri. Með því næðist bæði veruleg lækkun kostnaðar og styttri tími við greiningu sýna, eða úr u.þ.b. viku, við greiningu eiturs í skelfiski, í innan við tvo daga, sem tekur að greina tegundir og magn þörunga í sjósýni. Fiskistofa bendir á að líta verði á það sem hér er lagt til sem fyrsta skref í þá átt að koma á þeirri virku vöktun sem nauðsynleg er, eigi að nýta hér skelfisk. Sjávarútvegsráðuneytið hefur styrkt verkefnið um 2.5 milljónir króna til að koma því af stað og jafnframt er bent á að líklegt sé að kostnaður muni í framtíðinni að mestu eða öllu leyti falla á framleiðendur og því nauðsynlegt að vinna að þessu fyrsta skrefi í náinni samvinnu við Samtök kræklingaræktenda og fleiri hagsmunaaðila.

6. Markaðsmál og arðsemi

6.1 Markaðsmál

Magnús Gehringer (2004) vann MS lokaverkefni um kræklingarækt við Viðskipta- og hagfræðideild Háskóla Íslands. Markmið ritgerðarinnar var að lýsa kræklingarækt á Íslandi, sérstaklega stefnumótun, áhættu og arðsemi. Í verkefninu tekur hann fyrir innlendan og erlendan markað fyrir íslenskan krækling. Innanlandsmarkaður var metinn á 13,8 milljónir m.v. heildarsölu 40 tonn. Í arðsemismati var lagt út frá 2.000 tonna ræktunareiningu og hagkvæmni þess að einblína á svo lítinn markað var dregin í efa. Umrætt sölumagn var fengið með því að yfirfæra sölutölur frá Noregi á íslenskar aðstæður. Innflutningstölur frá Hagstofunni benda hins vegar til þess að magnið sé einungis um 10 tonn á ári, sé framleiðsla nokkurra kræklingaræktenda tekin með í reikninginn mætti tala um 15 tonn við núverandi aðstæður sem raunhæfar tölur. Heildartekjur vegna þessa gætu numið um 5 milljónir króna á ári. Markaðsátak til að auka söluna gæti líklega skilað viðunandi árangri, ekki síst ef íslensk fersk skel yrði í boði í verslunum.

Magnús Gehringer (2004) kemst að þeirri niðurstöðu að áhugaverðir markaðir fyrir íslenska útflytjendur séu Frakkland, Þýskaland og Belgía, þó ekki megi útiloka önnur lönd í Evrópu og Bandaríkin. Einnig kemst hann að þeirri niðurstöðu að vegna fjarlægðar frá mörkuðum sé erfitt að flytja út ferskan lifandi krækling á samkeppnishæfu verði. Vænlegast til árangurs sé að flytja út unna vöru og í því sambandi er bent á forsoðinn frystan krækling í lofttæmdum neytendaumbúðum. Í verkefninu eru settar fram nokkurs konar handbækur fyrir ræktendur sem geta leiðbeint varðandi markaðs- og sölumál og hvernig megi ná tökum á þeim fjölmörgu áhættuþáttum sem steðja að greininni. Áhersla er lögð á mikilvægi þess að ræktendur starfi sem mest saman og selji afurðir sínar í gegnum sameiginleg sölusamtök og helst undir einu vörumerki.

„Áhættugreiningin [.....] sýndi fram á mikilvægi samstarfs meðal ræktenda og stofnunar sölusamtaka, jafnvel sölu íslenskra afurðu undir einu íslensku vörumerki, sbr. “Island Blue” vörumerkið ræktenda frá Prince-Edward-Island við austurströnd Kanada. Þar sem atvinnugreinin þroskast úr smáfyrirtækjum eða aukabúgrein sem

þarf tækniþekkingu, vinnsluþekkingu og markaði fyrir afurðir sínar, þar geta sölusamtök minnkað áhættuna samfara rekstri. Slíkt er algengt í landbúnaði en minna þekkt í fiskeldisgreinum. Sölusamtök geta starfað sem “rödd” atvinnugreinarinnar hvað varðar markaðsetningu, gæðamál, lagaleg atriði og rekstrarumhverfi. Einnig kemur til kasta þeirra eignavernd, svo sem vernd vörumerkis, svo og umsjón með rekstri vinnslustöðva og sölu afurða. Slík sölusamtök eru við lýði á austurströnd Bandaríkjanna og Kanada [.....]. Svipað samvinnurekstrarform fyrirfinnst einnig í Galícíu þar sem fleiri hundruð ræktendur selja afurðir sínar til sömu samtakanna, en ræktendur fá þannig tryggt skilaverð og hlutdeild í félaginu í samræmi við innlagt hráefni. Það gæti því verið mikið hagsmunamál fyrir íslenskar ræktendur að starfa saman innan slíkra samtaka, þar sem fyrirtækin ein og sér eru líklega of lítil til að geta annast eftirspurn og svarað kröfum erlendra kaupenda hvað varðar magn, gæði og öruggan afhendingartíma”.

6.2 Arðsemi

Í lokaverkefni Magnúsar Gehringer (2004) var farið yfir árangur af kræklingarækt hérlandis undanfarin ár:

„Rekstur fyrirtækjanna til ársins 2004 hefur ekki staðið undir væntingum. Einingarnar hafa fram að þessu verið litlar og starfið virtist ómarkvisst. Þó hefur mikil þekking á ræktunarferlinu bæst við í hópi þeirra ræktenda, sem hafa neitað að gefast upp [.....]. Lélegur árangur ræktenda orsakaðist ekki síst af ágangi æðarfugls, slæmum veðrum, skemmdum vegna skipaumferða, of lítilli ástundun og vanhírðu ræktarinnar vegna skorts á starfsfólki og í einu tilfelli, mengunar vegna kadmíns”.

Gerð var SVÓT-greining sem dregur saman styrkleika, veikleika, ógnanir og tækifæri kræklingaræktar á Íslandi. Magnús Gehringer (2004) komst að eftirfarandi niðurstöðu:

„SVÓT-greining sýnir fram á fjölmörg tækifæri greinarinnar. Markaðurinn er til staðar og umfram eftirspurn gerir vöruþróun spennandi. Sé haldið rétt á spöðunum í framleiðslu, gæðastýringu og markaðsetningu, gætu íslenskir ræktendur nýtt sér mikla möguleika á erlendum mörkuðum. Innlendur markaður byggist á hinn bóginn á uppbyggingu dreifikerfis með ferskan lager á höfuðborgarsvæðinu, sem tryggir jöfn gæði og áreiðanlega afgreiðslu. Ógnanir við greinina liggja hins vegar fyrst og fremst í þeim náttúrlegu aðstæðum sem ríkja hér landi. Stefnumótun á grundvelli SVÓT-greiningarinnar tekur saman helstu atriði sem íslenskir ræktendur ættu að huga að til að tryggja framtíð greinarinnar: helstu atriði eru nákvæm kostnaðargreining, hafa arðsemi að leiðarljósi, markvisst samstarf ræktenda í tækni-, sölu- og markaðsmálum svo og öflug gæðastýring”.

Magnús Gehringer (2004) gerði arðsemisathugun á 100 og 2.000 tonna kræklingarækt á Íslandi og komst að eftirfarandi niðurstöðu:

„Niðurstæða arðsemisathugana er að stærðarhagkvæmni er mikil í greininni. Útreikningar fyrir 100 tonna ræktun sýna fram á litla ef þá nokkra arðsemi miðað við mikla rekstrarlega áhættu. Verkefnið skoðar þó fyrst og fremst hagkvæmni 2000 tonna ræktunar. Hér er um að ræða nokkuð stórt fyrirtæki á íslenskan mælikvarða, þar sem starfsmenn eru 34 yfir sumarið og rekið er vinnsluhús með öllum búnaði og fjóra báta. Fjárförf slíks rekstrar er mest rúmar 500 milljónir á öðru ári, en árleg velta nemur um 660 milljónum króna. Reksturinn mun ná jafnvægi þremur árum eftir að uppbyggingartímabili (3ár) lýkur. Eftir það verður hreinn rekstrarhagnaður eftir skatta og afskriftir um 100 milljónir árlega, þ.e. u.þ.b. 15% af veltu. Hagstæð fjármögnun skiptir miklu í rekstrinum, enda eru endurgreiðslur og vextir vegna lána

(70% af fjárþörf á móti 30% hlutafjár) um 140 milljónir á ári. Samtals fjárþörf vegna 2000 tonna ræktunar er um 1,5 milljarða króna”.

„Í heildina má því segja að fjárfestingar í kræklingarækt geti verið ásættanlega arðsamar, sé rétt staðið að ræktuninni og einingarnar af ákveðinni lágmarksstærð. Miðað við gang mála hér á landi er vart hægt að búast við því að hægt verði að hefja 2000 tonna ræktun og ná þeim árangri sem gert er ráð fyrir í arðsemisútreikningum - fyrirtæki af þessari stærðargráðu eru varla tímabær fyrr en eftir nokkur ár þegar kræklingaræktendur verða búnir að sanna að þeir hafi náð fullum tókum á ræktunni”.

Þegar kræklingaverkefnið hófst á árinu 2000 var gerð tilraun til að meta arðsemi 500 tonna ræktunar (Valdimar Ingi Gunnarsson 2000). Komist var að eftirfarandi niðurstöðu:

„Erfitt er að meta arðsemi kræklingaræktar á Íslandi þar sem lítil reynsla er af ræktun kræklinga hér við land. Það er þó ljóst að vaxtarhraði kræklinga er minni en hjá flestum samkeppnisaðilum og gæti framleiðslukostnaður því orðið hærri hér á landi, en ekki er útilokað að aðrir þættir geti vegið upp á móti óhagstæðum þáttum. [.....]. Besti mælikvarðinn á samkeppnishæfni er eflaust sá að stunda tilraunarækt í nokkur ár”.

Þrátt fyrir að kræklingarækt hafi verið stunduð á mörgum stöðum við landið frá árinu 2000 eru margar forsendur ennþá óljósar. Það þarf því að afla frekari forsenda til að betur sé hægt að meta arðsemi kræklingaræktar á Íslandi.

7. Þakkarorð

Við gerð þessarar skýrslu hefur m.a. verið stuðst við upplýsingar frá kræklingaræktendum og er þeim þakkað fyrir þeirra framlag. Verkefnið hefur verið fjármagnað með fjárframlagi úr ríkissjóði, einnig hefur Framleiðnisjóður stutt einstaka þætti verkefnisins.

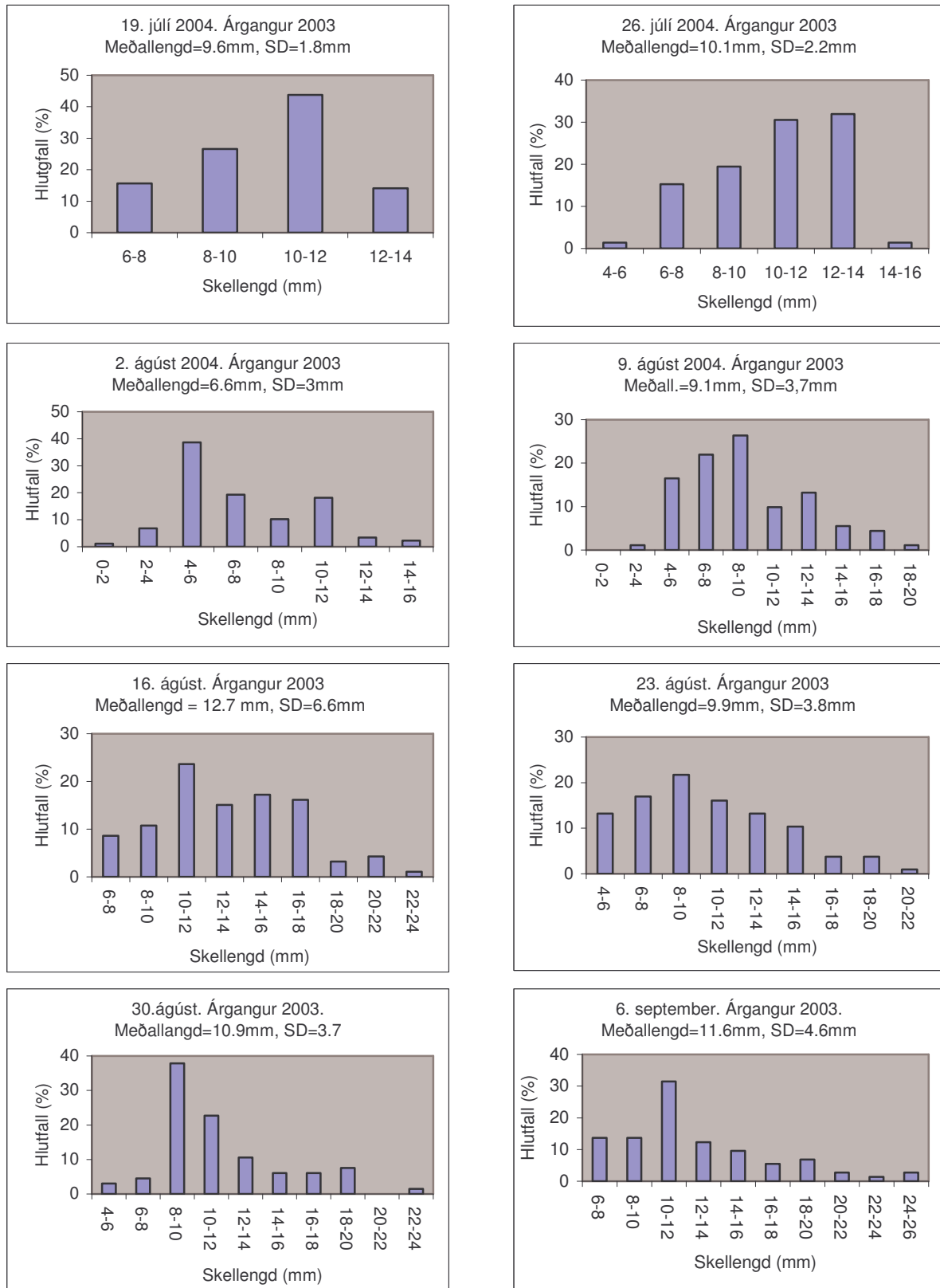
8. Heimildir

- Agnes Eydal 2003a. Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörlunga í Hvalfirði. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 99: 34 bls + viðaukar
- Agnes Eydal 2003b. Árstíðabreytingar í fjölda og tegundasamsetningu svifþörlunga í Mjóafirði. Í: Karl Gunnarson (ritstj.). Umhverfisaðstæður, svifþörlungar og kræklingur í Mjóafirði. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 92:29-42.
- Agnes Eydal 2004. Skaðlegir svifþörlungar. Fyrirlestur sem haldinn var á fundi um Þorskeldiskvóti 15.-16. janúar 2004 á Hafrannsóknastofnun.
- Almada-Villela, P.C., 1984. The effects of reduced salinity on the shell growth of small *Mytilus edulis*. *J.Mar.Biol.Ass.U.K.* 64:171-182.
- Amaral, M.C.R., Rebelo, F.M., Torres, J.P.M. & Pfeiffer, W.C. 2005. Bioaccumulation and depuration of Zn and Cd in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828) transplanted to and from a contaminated tropical coastal lagoon. *Marine Environmental Research* 59:277-285.
- Broekhuizen, N., Zeldis, J., Stephens, S.A., Oldman, J.W., Ross, A.H., Ren, J. & James, M.R. 2002. Factors related to the sustainability of shellfish aquaculture operations in the Firth of Thames: a preliminary analysis. *NIWA Client Report: EVW02243*. National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd. 106 p.
- Chamberlain, J., Fernandes, T.F., Read, P., Nickell, T.D. & Davies, I.M. 2001. Impact of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. *ICES Journal of Marine Science* 58:411-416.

- Cole, R. 2002. Impacts of marine farming on wild fish populations. Final Research Report for Ministry of Fisheries Research Project ENV2000/08. Objective One. National Institute of Water and Atmospheric Research. 49 p.
- Crawford, C.M., Macleod, C.K.A. & Mitchell, I.M. 2003. Effects of shellfish farming on the benthic environment. *Aquaculture* 224:117-140.
- Dahlbäck, B. Gunnarsson, L. & Hagström, Å. 1984. Mikrobiologiske aspekter i muslingeopdræt. Í: Rosenberg, R. (red.). *Mulingeopdræt – teori og praksis*. s. 56-62. Forlaget ASK.
- Davíð Egilsson, Elísabet D. Ólafsdóttir, Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Flosi Hrafn Sigurðsson, Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Karl Gunnarsson, Sigurður A. Þráinsson, Andri Stefánsson, Hallgrímur Daði Indriðason, Hreinn Hjartarson, Jóhanna Thorlacius, Kristín Ólafsdóttir, Sigurður R. Gíslason & Jörundur Svavarsson, 1999. *Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga*. Starfshópur um mengunarmælingar, mars 1999, Reykjavík. 138 bls.
- Eva Yngvadóttir (ritstjóri), 2004a. Leiðir til að auka öryggi útflutningstekna sjávarafurða. *Verkefnisskýrsla Rf* 04-04. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 63 bls.
- Eva Yngvadóttir 2004b. Monitoring of the marine biosphere around Iceland in 2002-2003. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, *IFL Report* 05-04.
- Gibbs, M.T. 2004. Interactions between bivalve shellfish farms and fishery resources. *Aquaculture* 240:267-296.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987. Dyrkning af blaamusling (*Mytilus edulis*) í Hvitanes, Hvalfjörður, Ísland 1986-1987. Cand scient opgave i biologi, Aarhus Universitet, Aarhus, Danmark, 61 bls.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir 2003. Vöxtur, holdafar, kynþroski og hrygning kræklinga í eldi í Mjóafirði. Í: Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Karl Gunnarsson (ritstj.). Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 92: 69-81.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir & Úlfar Antonsson 1993. Tilraunarræktun á kræklingi í Hvalfirði. *Náttúrufræðingurinn* 63(3-4): 243-251.
- Herstad, T.-J. 1980. Bláskjelldyrking: En litteraturstudie og et praktisk forsøk med dyrking av blåskjell i samband med laksefiskanlegg. Matematisk-Naturvitenskaplig Embetseksamen. Universitet i Oslo. 140 sider.
- Hovgaard, P., Mortensen, S. & Strand, Ø. 2001. *Skjell – Biologi og dyrking*. Kystnæringen – Forlag & bokklubb AS. 255. bls.
- Inglis, G.J., Hayden, B.J. & Ross, A. 2000. An overview of factors affecting the carry capacity of coastal embayments for mussel culture. *NIWA Client Report: CHC00/69*. Project No.: MFE00505. 31 bls.
- Jón Páll Baldvinsson 2004. Report for the BREID experiments – Final report to the NORA fund. 18 p
- Kristinn Guðmundsson 2003. Blaðgræna og vöxtur svifgróðurs í Mjóafirði. Í: Karl Gunnarsson (ritstj.) Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 92: 65-76.
- Kristinn Guðmundsson & Agnes Eydal 1998. Svifþörungur sem geta valdið skelfiskeitrun. Hafrannsóknastofnun. *Fjölrit* 70:33 bls.
- Kristinn Guðmundsson, Ástþór Gíslason, Jón Ólafsson, Konráð Þórisson, Rannveig Björnsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson, Sólveig Ólafsdóttir & Öivind Kaasa 2002. Ecology of Eyjafjörður Project. Chemical and biological parameters measured in Eyjafjörður in the period April 1992 – August 1993. Hafrannsóknastofnun. *Fjölrit* 89: 129 pp.
- Lloyd, B.D. 2003. Potential effects of mussel farming on New Zealand's marine mammals and seabirds: a discussion paper. Department of Conservation, Wellington, New Zealand. 35. p.
- Loo, L.-O. & Rosenberg, R. 1984. Musalingekulturens udvikling. Í: Rosenberg, R. (red.). *Mulingeopdræt – teori og praksis*. s. 15-24. Forlaget ASK.
- Magnúsar Gehringer, 2004. Kræklingarækt á Íslandi – Stefnumótun, áhætta og arðsemi. MS lokaverkefni í viðskiptafræði. Viðskipta- og hagfræðideild Háskóla Íslands. 169 bls.
- Mattson, J. & Lindén O. 1984. Forandring i bundmiljøet. Í: Rosenberg, R. (red.). *Mulingeopdræt – teori og praksis*. s. 46-55. Forlaget ASK.
- Newell, C.R. 2001. Sustainable mussel culture: A millennial perspective. *Bull. Aquacul.Assoc.Canada* 101-2:15-21.
- Pehrsson, O., 1984. Sjøfugle kan også lide muslinger. Í: R. Rosenberg, Muslingeopdræt – teori og praksis. s. 84-91. Forlaget ASK.
- Pérez Camacho, A., González, R. & Fuentes, J., 1991. Mussel culture in Galicia (N.W. Spain). *Aquaculture* 94:263-278.
- Ramstad, H., Hovgaard, P., Yasumoto, T., Larsen, S. & Aune, T. 2001. Monthly variations in diarrhetic toxins and yessotoxin in shellfish from coast to the inner part of the Sognefjord, Norway. *Toxicon* 39:1035-1043.

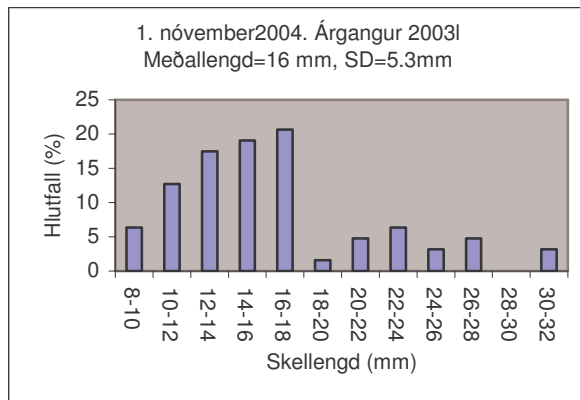
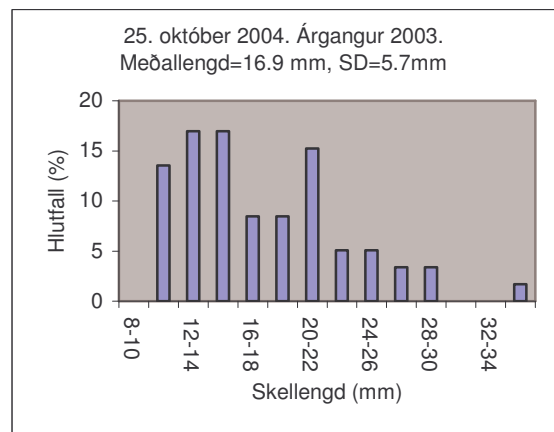
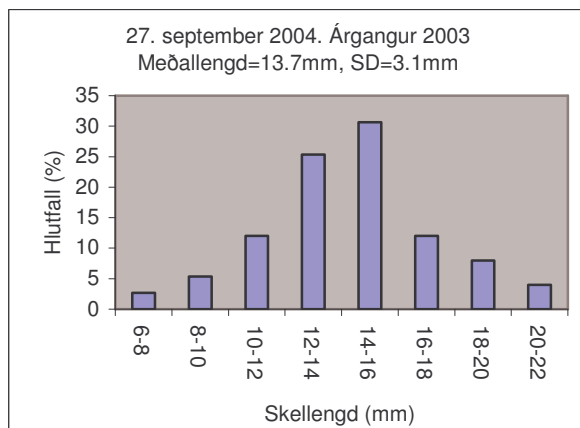
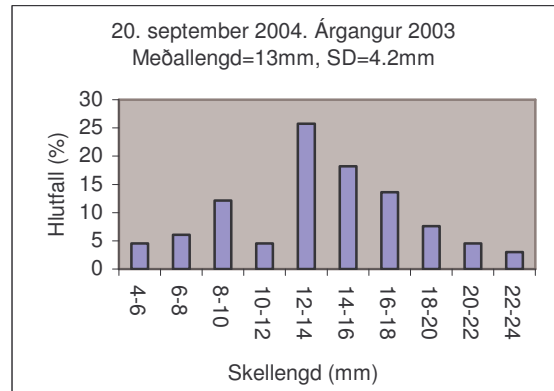
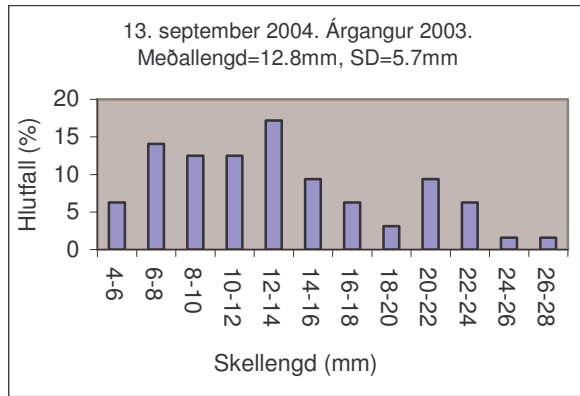
- Rosenberg, R. & Loo, L.-O. 1984. Energistrømme og produktion i en muslingekultur Í: Rosenberg, R. (red.). Mulingeopdræt – teori og praksis. s. 63-72. Forlaget ASK.
- Ross, B.P. & Furness, R.W., 2000. Minimising the impact of eider ducks on mussel farming. Published by the Univ. of Glasgow in association with the Association of Scottish Shellfish Growers and Scottish Natural Heritage. 54 p.
- Sanchez, A., Nordwall, F., Smith, S. & Larsson, S. 2004. Musselodling: En kretsloppsnäring för god miljö och hälsa samt ny sysselsättning i skärgården. Fiskeriverket. 37 sider. (<http://www.fiskeriverket.se/sottochsalt/file/Fordjupningsmat/2004/musselrapport.pdf>).
- Segovia-Zavala, J.A., Delgadillo-Hinojosa, F. A. Munoz-Barbosa, A., Gutiérrez-Galindo, E.A. & Vidal-Talamanca, R., 2004. Cadmium and silver in *Mytilus californianus* transplanted to an anthropogenic influenced and coastal upwelling areas in the Mexican Northeastern Pacific. *Marine Pollution Bulletin* 48:458-464.
- Shumway, S.E., Davis, C., Downey, R., Karney, R., Krauter, J., Parsons, J., Rheault, R. & Wikfors, G. 2003. Shellfish aquaculture – In praise of sustainable economies and environments. *World Aquaculture* 34(4):15-18.
- Sigurður Pétursson 1963. Kræklingurinn í Hvalfirði. *Ægir* 56(10):201-203.
- Steingrímur Jónsson 2004. Sjávarhiti, straumar og súrefni í sjónum við strendur Íslands. Í: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskelldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 111: 9-20.
- Stirling, H.P. & Okumus, I. 1995. Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Aquaculture* 134:193-210.
- Strohmeier, T., Hansen, P.K., Strand, Ø & Ervik, A. 2004. Miljøvirkninger av blåskjell dyrking. Í: Agnalt, A., Ervik, A., Kristiansen, T.S., Oppedal, F. (red.) 2004. Havbruksrapport 2004. *Fisken og havet*, særnr. 3-2004:93-94.
- Taylor, B.E., Jamieson, G. & Carefoot, T.H. 1992. Mussel culture in British Columbia: the influence of salmon farms on growth of *Mytilus edulis*. *Aquaculture* 108:51-66.
- Troell, M. & Norberg, J. 1998. Modelling output and retention of suspended solids in a integrated salmon-mussel culture. *Ecological Modelling* 110:65-77.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2000. Árðsemi kræklingaræktar á Íslandi. Veiðimálastofnun. VMST-R/0024. 25 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2001. Kræklingarækt og æðarfugl. Veiðimálastofnun. VMST-R/0104. 21 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson og Sigurður M. Einarsson 2001. Kræklingarækt á Íslandi – Ársskýrsla 2001. Veiðimálastofnun, VMST-R/0123. 44 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson & Sigurður Már Einarsson 2002. Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2002. Veiðimálastofnun. VMST-R/0219. 34 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson og Sigurður Már Einarsson 2004. Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2003. Veiðimálastofnun. VMST-R/0219. 34 bls.
- Þór Jakobsson 2004. Hafís og lagnaðarís við strendur Íslands með tilliti til þorskeldis. Í: Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskelldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 111: 21-28.
- Wallace, J.F. 1980. Growth rates of different populations of the edible mussel, *Mytilus edulis*, in north Norway. *Aquaculture* 19: 303-311.

Viðauki 1. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik kræklinga



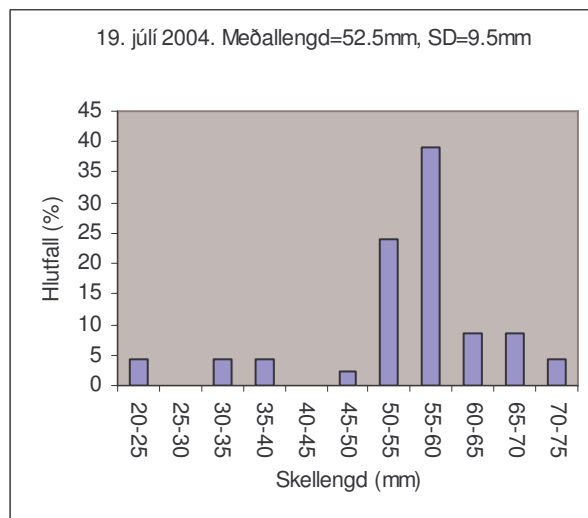
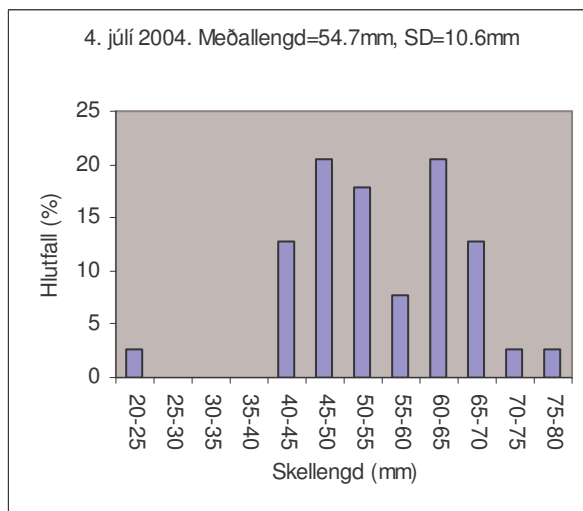
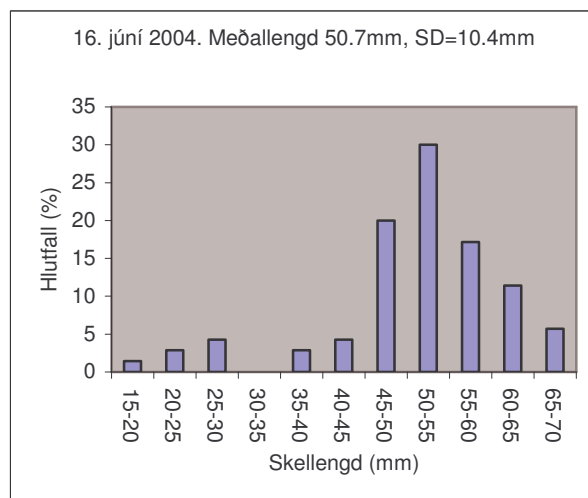
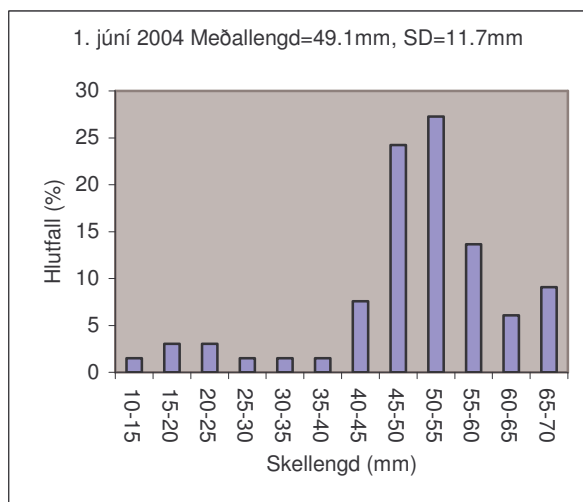
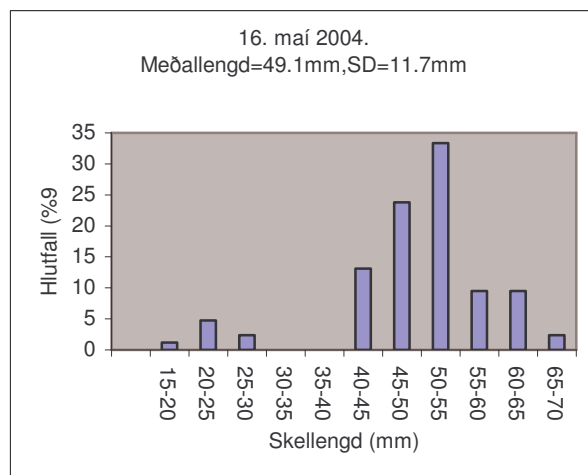
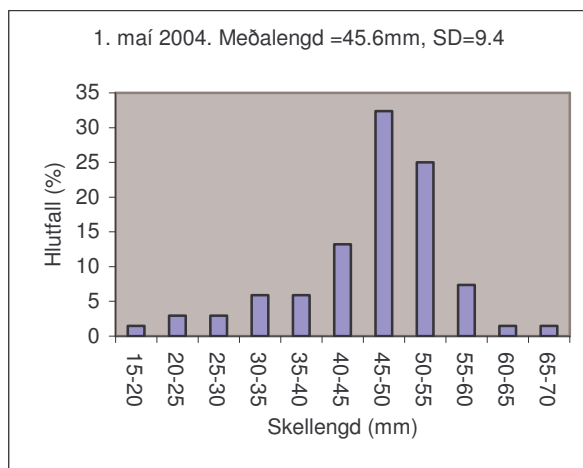
1. mynd. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik árgamals kræklinga við Hrísey júlí-september 2004.

Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2004

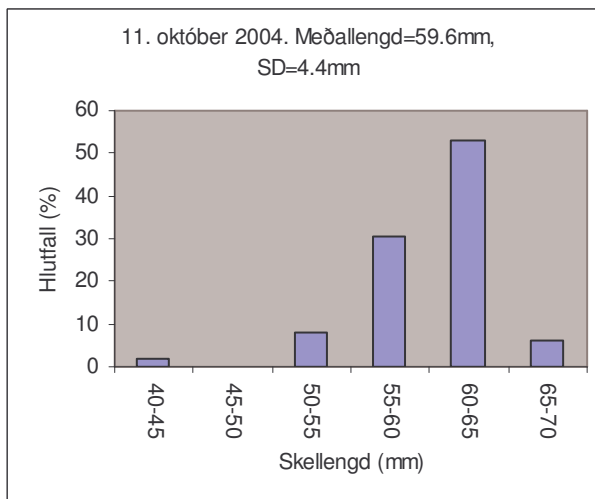
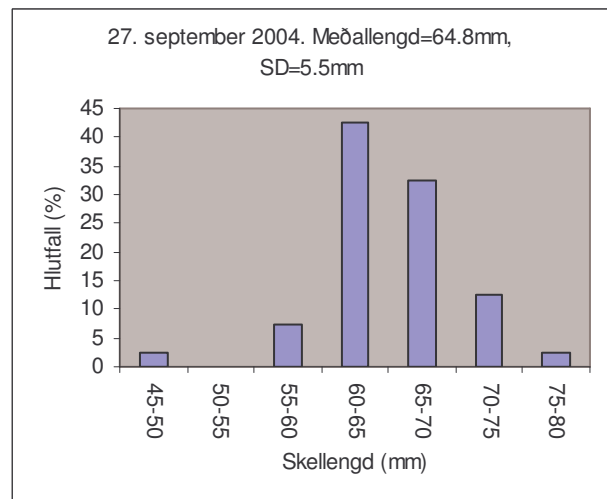
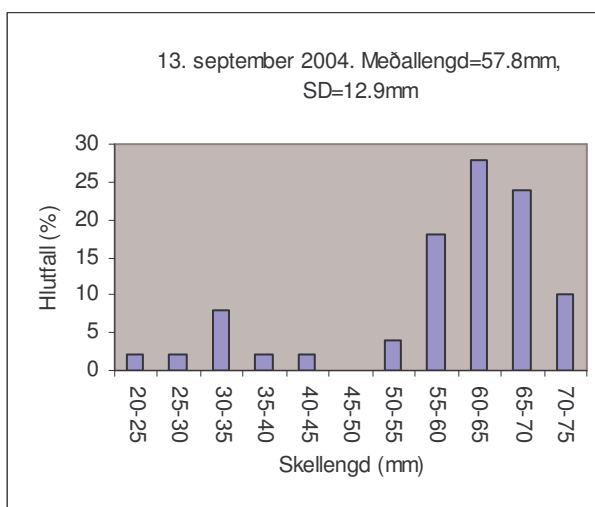
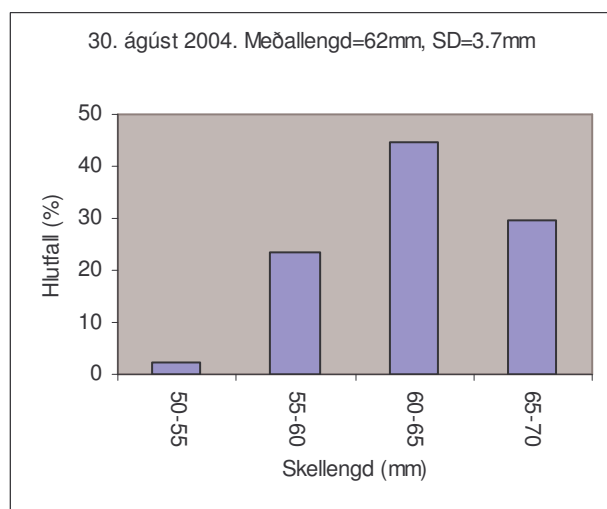
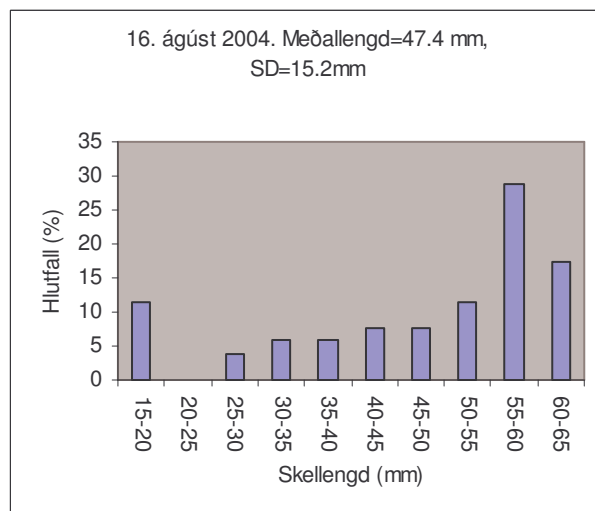
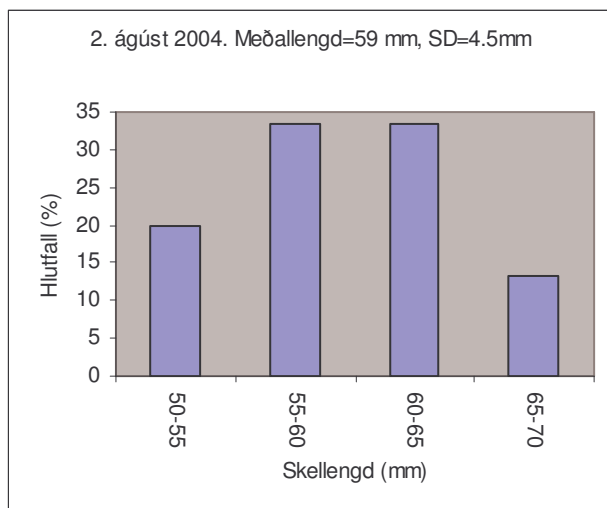


1. mynd frh. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik árgamals kræklinga við Hrísey september-nóvember 2004.

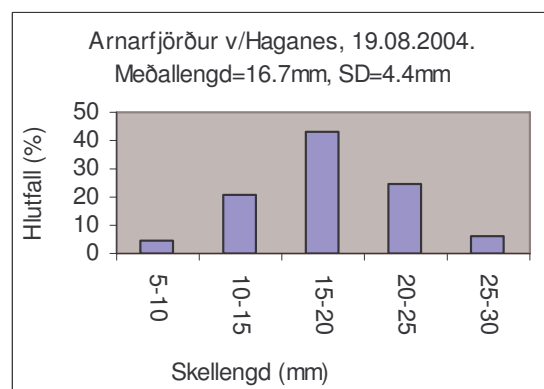
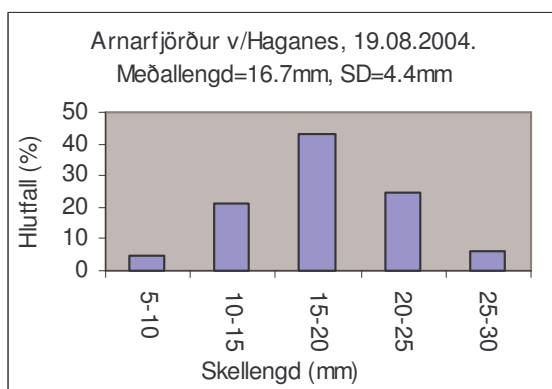
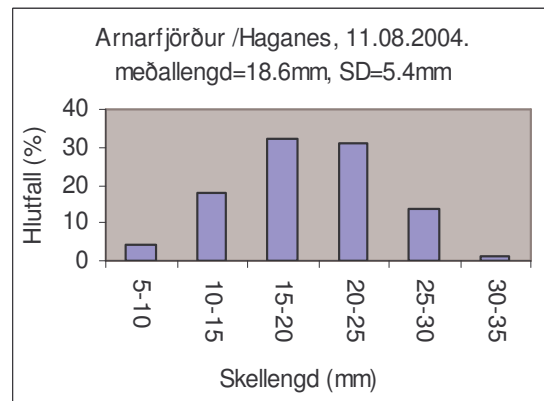
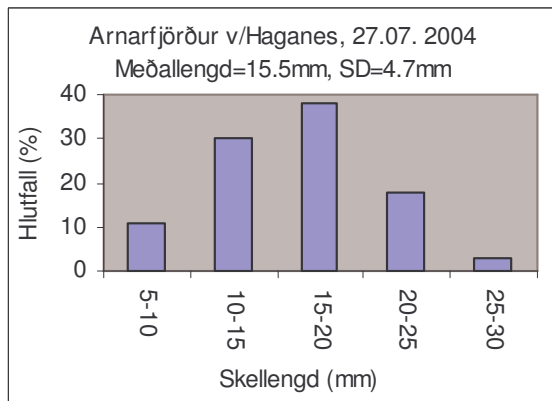
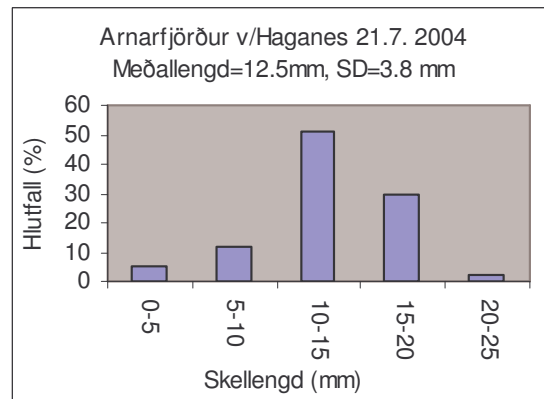
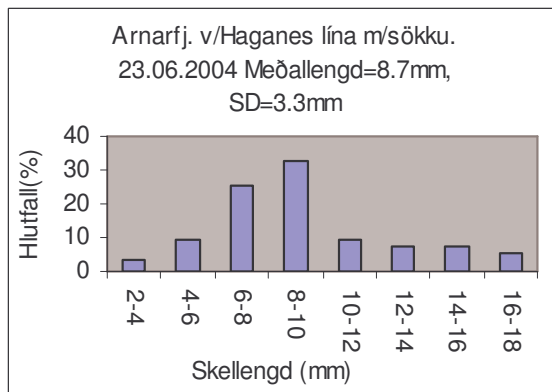
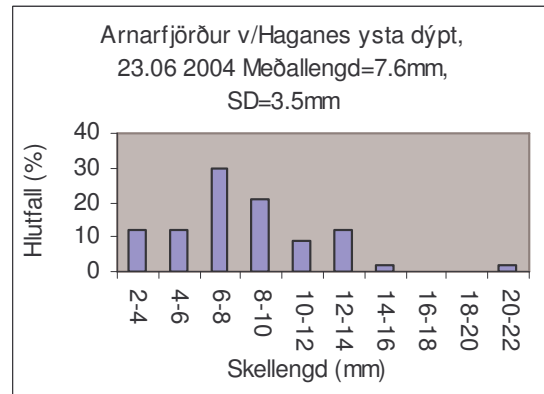
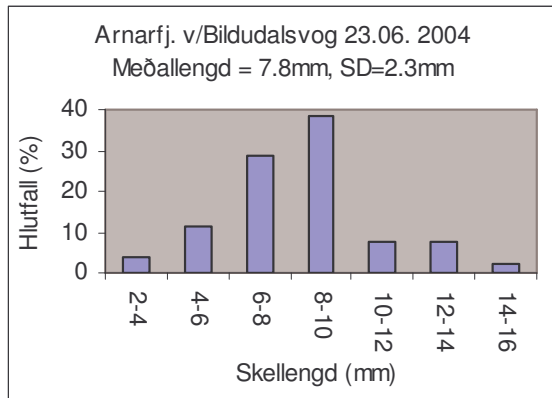
Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2004



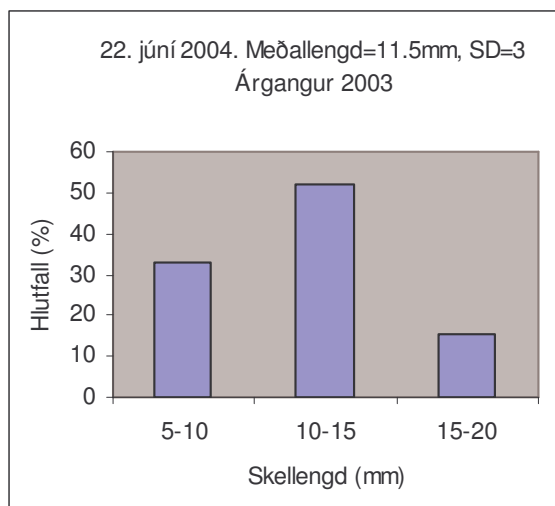
2. mynd Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik kræklinga (árg. 2001) á hengjum við Hrísey frá maí til júlí 2004.



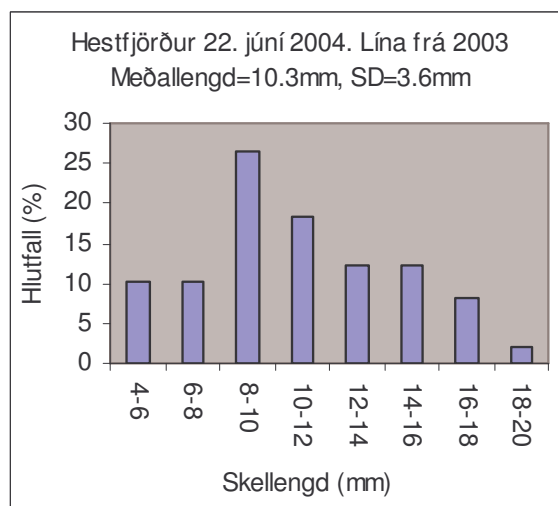
2. mynd frh. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik kræklinga (árg. 2001) á hengjum við Hrísey frá ágúst til október 2004.



3. mynd. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik kræklinga (árgangs 2003) á söfnurum í Arnarfirði júní 2004 - febrúar 2005



4. mynd. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik eins árs kræklinga í Reykjafirði í Ísafjarðardjúpi í júní 2004.



5. mynd. Lengdardreifing, meðallengd og staðalfrávik eins árs kræklinga í Hestfirði í Ísafjarðardjúpi í júní 2004.