



Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins

## **33. RIT**

# **ÁHRIF VERKUNAR Á HRINGORMA**

**ERLINGUR HAUKSSON**

**MARS 1992**

<p><i>Titill:</i> <b>Áhrif verkunar á hringorma</b></p>	<p>Rit nr. 33</p>
<p><i>Höfundur(ar):</i> Erlingur Hauksson</p>	<p><i>Dags.:</i> maí 1992</p>
<p><i>Samstarfsaðili:</i> Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> <i>Opið</i> <input type="checkbox"/> <i>Lokað</i> <i>Lokað í:</i></p>
<p><i>Ágrip:</i> Í greininni er fjallað um þol hringorma gegn verkunaraðferðum og hvernig má koma í veg fyrir að fólk sýkist af hringormslirfum. Allar venjulegar matreiðsluaðferðir drepa hringorma sem kunna að leynast í fiski. Fisk sem skal kaldreykja, grafa eða léttmarinera ber að frysta á fullnægjandi hátt áður, til þess að drepa hringorma. Sýking fólks af hringormum er óþekkt á Íslandi en erlendis í löndum þar sem hráir, léttreyktir eða marineraðir fiskréttir eru vinsælir eru tilfelli um slíka sýkingu. Selormslirfur eru svo til meinlausar en síldarorms (hvalorms)lirfur geta valdið veikindum ef þeirra er neytt lifandi með fiski. Því miður er hefðbundin ormahreinsun á ljósaborði ekki nægileg, einhverjir hringormar geta leynst í fiskinum, þrátt fyrir hana. Unnið er að því að finna nýja tækni, sem gæti leyst gömlu aðferðina af hólmi. Það er skammgóður vermir að veiða einungis fisk á þeim svæðum þar sem vitað er að hann er svo til ormalaus, því eftir að fiskurinn er ofveiddur á þeim svæðum þarf væntanlega að veiða ormafisk eingöngu. Samhengi á milli hringormafjölda í fiski og fjölda lokahýsla þeirra liggur fyrir. Áframhaldandi fjölgun sela og hvala mun viðhalda áframhaldandi fjölgun hringorma í fiski, sem hófst fyrir um það bil 50 árum í Norður-Atlandshafi.</p>	
<p><i>Eðli ritsmiðar:</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <i>Yfirlitsgrein</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>Eigin rannsókn Rf</i> <input type="checkbox"/> <i>Fræðslugrein/ kennsluefni</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>Umbeðin rannsókn</i> <input type="checkbox"/> <i>Annað</i></p>	
<p><i>Stikkorð (3-5 orð):</i></p>	<p>Hringormar</p>
<p>Þol gegn verkunaraðferðum</p>	<p>Hringormavandinn</p>
<p>Heilbrigðisvandi</p>	<p>"Anisakiasis"</p>

## Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	1
2. Þol hringorma gegn verkunaraðferðum.....	1
2.1. Aðgreining á lifandi og dauðum hringormum.....	1
2.2. Hitun og suða í vatni og örbylgjuofnum.....	2
2.3. Frysting og kæling.....	2
2.4. Söltun.....	3
2.5. Reyking.....	4
2.6. Marinering, sýra, rotvarnarefni og krydd.....	4
2.7. Þurrkun.....	4
3. Fyrirbyggjandi aðgerðir gegn "anisakiasis".....	4
3.1. Djúpfrysting fisks og fiskafurða.....	4
3.2. Verkunaraðferðir sem drepa hringorma.....	5
3.3. Fjarlæging hringorma.....	6
3.4. Leiðir til að koma í veg fyrir að hringormasýktur fiskur veiðist.....	7
3.5. Hvar kreppir skórin að í rannsóknum.....	8
4. Heimildir.....	10

## 1. INNGANGUR

Sýking fólks af hringormum er óþekkt hér á Íslandi. Erlendis, sérstaklega í þeim löndum þar sem litið er á hráan fisk sem sérstakt ljúfmeti, kemur slík sýking fyrir og hefur sjúkdómurinn sem fylgir slíkri sýkingu verið nefndur "**anisakiasis**". Þetta er sársaukafullur sjúkdómur sem fólk getur fengið ef það neytir fisks með lifandi síldarorms(hvalorms)<sup>1</sup> lifum. Það er mögulegt að koma í veg fyrir slíka sýkingu með ýmsu móti og er fjallað um aðgerðir í þá veru í þessu riti. Auk þess er fjallað um þol hringorma gegn verkunaraðferðum á fiski, með tilliti til íslenskra aðstæðna.

## 2. ÞOL HRINGORMA GEGN VERKUNARAÐFERÐUM

### 2.1. Aðgreining á lifandi og dauðum hringormum

Það getur reynst erfitt að greina lifandi hringorma frá dauðum. Aðferðirnar sem oftast hefur verið beitt geta gefið ranga mynd, en þær eru könnun á hreyfanleika orma í 1% ediksýrulausn og hæfileika þeirra til þess að bora sig inn í agar. Einnig hefur það verið notað til aðgreiningar lifandi orma frá dauðum, að dauðir hringormar gefa frá sér flúrljóm í útfjólubláu ljósi. Flúrljómun dauðra hringorma hefur þó sýnt sig að vera háð verkunaraðferðum og sumum viðbótarefnum, svo það hefur reynst hæpið að beita þessari aðferð í þessu skyni. Með litun er möguleiki að greina lifandi hringorma frá dauðum. Dauðu ormarnir taka upp ýmsa lífræna liti og litast, en þeir lifandi ekki. Einnig má notast við þá aðferð að lifandi hringormar afilda hið litlausa *2,3,5-Triphenyl-2H-tetrazoliumchloride* í óleysanlegt rautt *Formazan*.

---

<sup>1</sup> Hringormslifur ættkvíslarinnar *Anisakis*

## 2.2. Hitun og suða í vatni og örbylgjuofnum

Þol hringorma í fiski gagnvart hita er gefið upp í töflu 1.

Tafla 1. Hitapol hringorma.

Hitastig, °C	Hámarkstími er lifur lifðu í fiski
40	57 klst.
45	30 mín
50	10 mín
60	1 mín

Þol hringormanna reyndist vera það sama hvort sem lifurnar voru í fiskvöðvanum á meðan tilrauninni stóð, eða frjálssar í ræktunarvökvanum. Frekari rannsóknir hafa sýnt að lifurnar þola ekki hærra hitastig en 60 °C og alls ekki suðu (100 °C). Ennfremur hefur verið sýnt fram á að selormar drepast við 60 °C eftir aðeins 4 sekúndur.

## 2.3. Frysting og kæling

Þol hringorma gagnvart kulda er gefið í töflu 2.

Tafla 2. Kuldaþol hringorma.

Hitastig, °C	Hámarkstími er lifur lifðu í fiski
-5	96 klst.
-10	17 klst
-20	16 klst

Könnun á pönnufrystingu fiskafurða með hringormum leiddi það í ljós að eftir 24 klst í slíkum frysti sem kælið niður í -35 °C frost eru allir hringormar dauðir. Einungis örfáir hringormar voru lifandi eftir slíka meðhöndlun í eina klukkustund. Nýjustu rannsóknir benda til þess að selormar þoli ekki -10 °C.

Samkvæmt þessu eru hringormar sem kunna að leynast í frosnum íslenskum fiskafurðum dauðir. Allur frystur fiskur sem unninn er á Íslandi er frystur þannig að hiti í kjarna nær  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  á 3 klst. Strax að lokinni frystingu er fiskurinn fluttur í frostgeymslu og geymdur þar við  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  eða lægri hita í lágmark 24 klst.

## 2.4. Söltun

Síldarormslirfur eru þolnar lífverur. Þær þola seltubreytingar vel miðað við aðrar hringormstegundir. Lirfurnar geta lifað svo mánuðum skiptir við 0-3,4% seltu og  $0-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hita, en hreint salt drepur lirfurnar á innan við 10 mínútum og mettuð saltupplausn á 24 klst. Í vægari saltlausn lifa þær mun lengur (sjá töflu 3 að neðan).

**Tafla 3. Seltupól hringorma.**

%-salt í vatnsfasa	Hámarkstími er lirfur lifðu í fiski
20	2 dagar
15	3 dagar
10	6 dagar
5	mjög lengi, a.m.k. 3 vikur

Við þurrsöltun drepast hringormarnir við  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  er saltmagnið í vöðvum fisksins hefur náð 21%.

Nýlega hefur EB í drögum að reglugerð krafist margfalt lengri verkunartíma síldar í saltlausnum, en gefið er í töflu 3. Verkun síldar við lægri seltu en 15% er í drögum þessum ekki leyfileg, nema að síldin hafi verið fryst áður í 24 klst við  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ef þessi drög verða að reglugerð gæti það sett íslenska saltsíldarverkendur í vanda, því sú síld sem við höfum flutt út til Rússlands hefur haft saltinnihald í fiski 7-10%. Saltinnihald í vatnsfasa gæti því verið lægra en 15% í einstaka tilvikum, sem er lægra en ströngustu kröfur EB. Á

móti lágu saltinnihaldi vegur þó langur verkunartími, því saltsíldin er ekki flutt út fyrir en jafnvel mánuðum eftir söltun.

## 2.5. Reyking

Reyking er ekki nægileg til þess að drepa hringormslirfurnar. Það fer þó eftir aðferðum. Selormslirfurnar þola vel kaldreykingu. Óráðlegt er að léttreykja síld og setja á markað, nema hún hafi verið geymd í frosti í nægilega langan tíma áður (sjá kafla 2.3. um kuldaþol).

## 2.6. Marinering, sýra, rotvarnarefni og krydd

Hringormslirfur þola vel 2% ediksýru og 5% saltblöndu og eru sprellifandi eftir 25 daga í slíkri blöndu. Áhrif rotvarnarefnanna sorbinsýru og bensósýru flýta fyrir dauða síldarormslirfanna. Koltvísýring þola síldarormslirfur vel.

## 2.7. Þurrkun

Þornun þola ormarnir ílla og drepast allir þegar fiskurinn er orðinn þurr.

# 3. FYRIRBYGGJANDI AÐGERÐIR GEGN "ANISAKIASIS"

## 3.1. Djúpfrysting fisks og fiskafurða

Djúpfrysting fisks þannig að kjarni hans nái  $-18\text{ °C}$  frosti og það sé viðvarandi í 24 klst, drepur allar hringormslirfur. Selormslirfur<sup>2</sup> er enn viðkvæmari gagnvart frosti en hvalormslirfur.

Djúpfrysting fisks og fiskafurða kemur þess vegna í veg fyrir að lifandi hringormar berist ofan í fólk. Það er þó erfitt að nota þessa aðferð í þróunarlöndunum þar sem frystibúnað yfirleitt vantar. Sums staðar, eins og í Japan, verður þessu varla viðkomið vegna þess að í tísku er að borða hráan og ófrosinn fisk.

---

<sup>2</sup> Selormslirfur eru lifur hringormsins *Pseudoterranova decipiens*.

### 3.2. Verkunaraðferðir sem drepa hringorma

Hversu árangursríkar verkunaraðferðir eru í baráttunni við hringorma, fer eftir poli hringormanna gagnvart þeim. Þurrkun fisks, sem oft felur í sér upphitun í leiðinni, er talin drepa alla hringorma.

Pol hringorma í fiski gegn upphitun hefur verið kannað af mörgum aðilium og niðurstöðurnar eru nokkuð mismunandi. Trúlega stafar þetta af mismun í rannsóknaraðferðum, svo sem stærð fiskflakanna, hraða upphitunar fisksins og raunverulegs hita í kjarna fisksins. Þessar rannsóknir hafa þó leitt það í ljós að hringormar í fiski þola ekki 70 °C. Á þetta bæði við upphitun og heitreykingu. Vandmálin koma upp ef fiskur er ekki nægilega soðinn, vegna mistaka eða vegna nýttískulegra matreiðslusliða. Einnig er varasamt að viðvaningar reyki síld heima hjá sér við frumstæð skilyrði. Það eru til nokkuð mörg dæmi þess erlendis að síldarormslirfur hafi fundist lifandi í heimareyktri síld, væntanlega vegna ónógrar upphitunar í reykingunni.

Heitreykt síld er álitin örugg, því hitinn við reykinguna drepur hringormana. Öðru máli gegnir um lax. Hann er venjulega kaldreyktur eftir léttsöltun. Í kviðarholi lax eru síldarormslirfur, en þær hafa ekki enn fundist í flökunum. Frekar litlar rannsóknir hafa þó verið gerðar á þessu. Í flökum kyrrahafslax (*Oncorhynchus*) við Japan hafa fundist síldarormslirfur.

Neysla á léttsöltuðum fiski, sérstaklega síld, er veruleg í norðvestur Evrópu. Af henni hafa menn sýkst af "*anisakiasis*". Söltun síldar í 21 dag í 20% þækli drepur hringormana örugglega, ef saltstyrkurinn í fiskvöðvanum sjálfum nær þessum styrkleika. Það gerir einnig 15% þækill ef síldin er látin verkast í 28 daga.

Varhugavert er að nota ófrosna síld, lax og makríl í grafna rétti. Slíkir réttir kryddaðir á ýmsan hátt eru mjög vinsælir á Norðurlöndum. Skortur er á upplýsingum um það hversu vel hringormar þola slíka meðhöndlun.

Við marineringu eru salt, ediksýra og kryddlausnir notaðar saman til verkunar fisksins og rotvarnarefni koma einnig við sögu. Þol hringorma gegn slíkri verkun er nokkru minna en gegn saltinu einu sér.

Í hitabeltislöndum eru margvíslegar verkunaraðferðir þar sem heimatilbúnar kryddlausnir eru notaðar. Ekkert er vitað um það hversu vel þessar aðferðir hitabeltisþjóða til fiskverkunar henta til dráps hringorma. Óttast menn að neysla slíkra fiskrétta geti valdið heilbrigðisvanda í þessum löndum, en lítið er vitað um tilfelli þess eðlis.

Ýmis krydd og olíur, sem notuð eru til meðhöndlunar fisks í Japan hafa sýnt sig að drepa orma í fiski. Hins vegar er það vafasamt hvort sú aðgerð að dýfa fiskbita í slíkar sósur í andartak, eins og gert er þegar hans er neytt, sé nægileg til þess að drepa hringormana.

### 3.3. Fjarlæging hringorma

Fjarlæging hringorma úr fiski minnkar verulega líkurnar á því að neytendur fái "*anisakiasis*". Hún væri 100% árangursrík í þessa veru, ef allir hringormarnir sæust og næðust úr fiskinum. Síldarormarnir eru margir litlir og glærir og sjást ekki í fiskinum á ljósaborði. Ormahreinsun miðar því aðallega að því að tína stærri og dekkri hringorma úr fiskinum (selorma), sem valda sjónmengun og viðbjóði neytenda, en eru í raun hættuminni en síldarormar. Árangur ormahreinsunar fer eftir gæðum ljósaborða, kunnáttu verkafólks í snyrtingu, þykkt fisks og stærð hringormanna. Könnun á árangri ormahreinsunar með meltingu fisksins með ensínum að lokinni ormahreinsun á hefðbundinn hátt hefur leitt í ljós að um helmingur síldarorma verða eftir í fiskinum. Mun hærri hlutfall selorma finnast, en ef fiskurinn er þykkari en 12 mm verður hluti selormanna eftir einnig. Ný tækni hefur komið fram á sjónarsviðið, sem er mun árangursríkari í því að finna hringormana en ormaleit á ljósaborði, en hún er enn á tilraunastigi og ekki er farið að beita henni í fiskiðnaðinum.

Þrautalendingin til fjarlægingar síldarormslirfa verður oft sú að þunnildaskera fiskinn, en með því móti losnar maður við stóran hlut ormannna, því síldarormslirfurnar eru næstum allar í þunnildunum. Hins vegar þýðir þetta 10-15% tap af hráefninu.

Enn er umdeilt hvort síldarormslirfur fara á flakk í fiski eða ekki eftir dauða hans og leiti úr kviðaholinu í fiskvöðvana. Niðurstöður rannsókna á þessu sýna ýmist flakk eða kyrrstöðu.

### **3.4. Leiðir til að koma í veg fyrir að hringormasýktur fiskur veiðist**

Veiðar einungis þeirra fiska sem eru án eða með mjög fáa hringorma virðist í fljótu bragði fýsilegur kostur. Á því eru þó annmarkar.

Í fyrsta lagi, verður að finna slíkan fisk. Svo til allir fiskar geta verið millihýslar hval- og selorma. Það fer eftir fæðuvenjum fiskanna. Hvort mikið er af sýktum krabbadýrum og smáfiski í fæðunni, fer eftir því hversu mikið er um sjávarspendýr á svæðinu.

Í öðru lagi, er það skammgóður vermír að veiða fisk einungis á þeim svæðum þar sem fiskar eru lítið sem ekkert sýktir af hringormi, því þegar búið er að ofveiða fiskinn á þessum svæðum, verður að hefja veiðar á hinum svæðunum, þar sem fiskurinn er mjög sýktur. Þann tíma sem það yrði gert fengist mjög slæmt hráefni, hvað ormum viðkemur.

Vegna þess að selir og hvalir hafast lítt við í ám og vötnum eru ekki sel- og hvalormar í vatnafiskum. Fiskar sem ganga úr sjó í ár og vötn geta þó borið hringorma með sér til lífveranna þar, ef þær éta þessa fiska.

Í fiskeldi eru eldisfiskar venjulega án hringorma, enda er algengast að þeir fái þurrfóður. Í sjókvíaelði og hafbeit eru þó náttúrulegar leiðir til sýkingar eldisfisksins opnar. Þeir geta sótt sér orma beint úr umhverfinu. Fóðrun eldisfisks með slógi og fiskúrgangi er varhugaverð, því þannig geta fiskarnir

fengið í sig hringorma úr slóginu. Með frystingu slógsins á fullnægjandi hátt áður en það er gefið eldisfiskinum, er þó mögulegt að koma í veg fyrir þetta.

### 3.5. Hvar kreppir skórinn að í rannsóknum

Rannsóknir á hringormasýkingu nytjafiska hafa að mestu leyti einskorðast við lönd Norðurhvelsins. Takmarkaðar rannsóknir annars staðar benda til þess að hringormar séu ekki bundnir Norðurhvelinu. Hringormar hafa fundist í fiski sem veiddur var við Íran, Suður-Afríku, Taiwan, Fillipseyjar, Chíle, Hawaí og Ástralíu. Í stórum dráttum má segja að hringormar hafi fundist í sjávardýrum vítt og breitt um allan heim, en þó sérstaklega þar sem fiskverkun er á háu stigi og fiskar slægðir, flakaðir og flattir áður en þeir eru verkaðir áfram og þeirra neytt. Í þeim löndum þar sem fisks er neytt í heilu lagi eða í mesta lagi slægður fyrir neyslu, hafa hringormar í fiski annað hvort ekki fundist, eða það er ekki lítið á þá sem vandamál.

Í hafinu er að finna staðbundna fiskistofna án hvalorma. Það er á svæðum þar sem ljósátu vantar í vistkerfið. Þetta á við um árósa og hálflokuð innhöf eins og austanvert Eystrasalt og suðvestanverðan Norðursjó (Wadden Sea), og strandsvæði Suðaustur-Nígeríu. Selormasýking fiska minnkar jafnt og þétt sem fjær dregur ströndum með stórum selahjörðum. Fiskar sem hafast við í úthafinu alla ævi eru ekki sýktir af selormi. Samhengi á milli breytinga á fjölda lokahýsla og á fjölda hringorma í fiski liggja fyrir. Frá sjötta áratugnum hafa selormar í fiski við austurströnd Kanada margfaldast. Á sama tíma hefur mergð útsela vaxið gífurlega á svæðinu. Unnið er að rannsóknum á slíku samhengi selorma og lokahýsla þeirra, selanna, við Ísland, Noreg og víðar. Vaxandi síldarormur í fiski við Noreg og Ísland getur stafað af vaxandi síldarstofnum og vaxandi hvalastofnum. Rannsóknir á þessu eru nauðsynlegar.

Í framtíðinni þarf meðal annars að efla rannsóknir á eftirfarandi sviðum, vegna of lítillar þekkingar á þessum þáttum í líffræði hringorma.

**Þol hringorma gagnvart ýmsum tegundum marineringar og grafningar fisks.**

**Atferli og æviskeið hringormslirfa í fiski og flakk þeirra úr kviðarholinu út í flökin.**

**Könnun á hringormasýkingu eldisfisks í sjókvíum.**

**Könnun á samspili fjölda hvala, stærð síldarstofna og fjölda hvalorma í fiski í Norður-Atlantshafi.**

**Könnun á tíðni og fjölda hringorma í fiski frá ýmsum svæðum Suðurlandsins, til þess að fá gleggri mynd af útbreiðslu hringormstegunda í heimshöfunum.**

Síðastnefnda sviðið er talið mjög mikilvægt, vegna þess að vaxandi fiskverslun í heiminum gerir það að verkum að fiskur með hringormum flæðir inn í lönd þar sem neytendur þekkja ekki hringormana og vandræðin sem af þeim kunna að stafa. Þetta á reyndar við um öll sníkjudýr, sem finnast í fiski, skeldýrum og krabbadýrum. Þrátt fyrir það að þau séu ekki nema í undantekninga tilfellum hættuleg fólki. Geta þau valdið viðbjóði neytenda og hrætt fólk frá fiskneyslu almennt. Mikið er ógert í flokkunarfræði og tegundalýsingu þessara sníkjudýra. Útbreiðsla og sá heilbrigðisvandi sem af þessum sníkjudýrum kann að stafa er einnig lítt þekktur.

#### 4. HEIMILDIR

- Chitwood, M. 1970. Nematodes of medical significance found in market fish. *The American J. of Tropical Medicine and Hygiene* 19(4):599-602.
- Deardorff, T.L. & R. Thorm, 1988. Commercial blast-freezing of third-stage *Anisakis simplex* larvae encapsulated in salmon and rockfish. *J. Parasit.* 74(4):600-603.
- Gillis, D.J. & E.P. Bourgeau 1979. Investigation on temperature tolerance of codworms (*Phocanema decipiens*). IV Laboratory freezing and heating experiments. Nova Scotia Technical College. Department of Bio-Resources Engineering. Halifax, Nova Scotia, 25 bls.
- Gillis, D.J., J.C. MacKinnon, R.J. MacRae & E.P. Bourgeau 1979. Investigation on temperature tolerance of codworms (*Phocanema decipiens*). III Data and methods for fish-plant freezing experiments. Nova Scotia Technical College. Department of Bio-Resources Engineering. Halifax, Nova Scotia, 20 bls.
- Hauck, A.K., 1977. Occurrence and survival of the larval nematode *Anisakis sp.* in the flesh of fresh, frozen, brined, and smoked Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *J. Parasitology* 63(3):515-519.
- Karl, H. 1988. Vorkommen von Nematoden in Konsumfischen. Verfahren zur Feststellung und Abtötung. *Rundsch. Fleischüberw. Lebensmittelhyg.* 40, 198-199.
- Karl, H. & M. Leinemann. 1989. Überlebensfähigkeit von Nematodenlarven (*Anisakis sp.*) in gefrosteten Heringen. *Arch. Lebensmittelhyg.* 40, 14-16.
- Khalil, L.F. 1969. Larval nematodes in the herring (*Clupea harengus*) from British coastal waters and adjacent territories. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 49:641-659.
- Leineman, M. & H. Karl, 1988. Untersuchungen zur Differenzierung lebender und toter Nematodenlarven (*Anisakis sp.*) in Heringen und Heringerzeugnissen. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 39, 133-156.
- Möller, H. 1978. The effect of salinity and temperature on the development and survival of fish parasites. *J. Fish Biol.* 12:311-323.
- Möller, H. 1989. Prevention of human anisakiasis. WHO Consultation on Public Health Aspects of Seafood-borne Zoonotic Diseases, 14-16 November 1989, Hannover (FRG).

Fjölritunarstofa  
Daniels Halldórssonar



Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins

Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins  
Pósthólf 1405  
Skúlagötu 4  
121 Reykjavík  
s. 91-620240  
Telefax: 91-620740

Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins  
Pósthólf 814  
602 Akureyri  
s. 96-25725  
Telefax 96-25216

Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins  
Pósthólf 64  
Suðurgötu 2  
400 Ísafjörður  
s. 94-3768  
Telefax 94-4789

Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins  
Pósthólf 151  
740 Neskaupstaður  
s. 97-71250  
Telefax 97-71923

Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins  
Pósthólf 130  
902 Vestmannaeyjar  
s. 98-11471  
Telefax 98-13114