



Forathugun á veiðum og vinnslu krossfisks

Gunnar Þórðarson

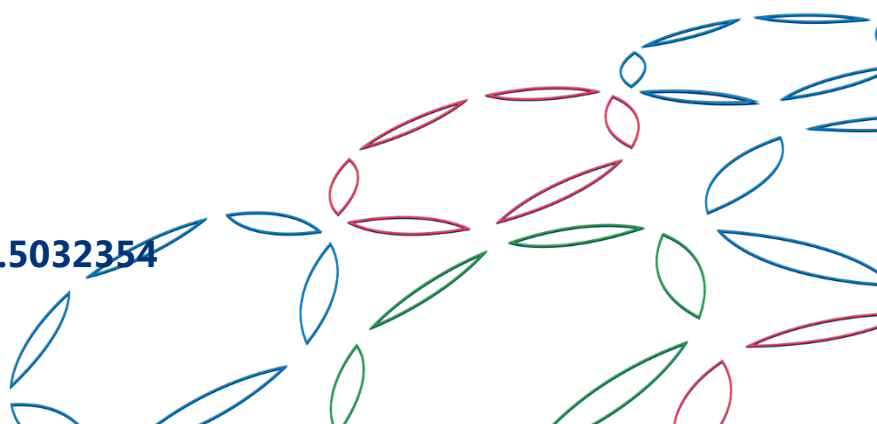
Davíð Freyr Jónsson

Skýrsla Matis 06-21

Mars 2021

ISSN 1670-7192

DOI [10.5281/zenodo.5032354](https://doi.org/10.5281/zenodo.5032354)



<i>Titill / Title</i>	Forathugun á veiðum og vinnslu krossfisks / Preliminary study on potential utilisation of starfish		
<i>Höfundar / Authors</i>	Gunnar Þórðarson ¹ og Davíð Freyr Jónsson ²		
<i>Skýrsla / Report no.</i>		<i>Útgáfudagur / Date:</i>	26. mars 2021
<i>Verknr. / Project no.</i>	62644		
<i>Styrktaraðilar /Funding:</i>	AVS Rannsóknasjóður í sjávarútvegi (ANR20050610)		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Krossfiskur veiðist aðallega hér við land sem meðafli við veiðar með plóg. Mest veiðist af honum við veiðar á sæbjúgum við austanvert landið og eins á miðum við norðvestur landið og á Breiðafirði. Skipstjórar eru ekki samstíga við mat á hversu mikið magn veiðist af krossfiski, né um hvort þeir telji að hægt væri að veiða hann með beinum veiðum.</p> <p>Niðurbrot á krossfiski hefst strax eftir dauða við hefðbundna geymslu á dekki fiskibáts, og er hann jafnan byrjaður að skemmast áður en hann kemst í vinnslu. Ástæðan er mikil ensímvírkni, sem krossfiskurinn þarf til að brjóta niður erfiða fæðu. Forgangsverkefni ef stunda á krossfiskveiðar hér við land er því að finna leið til að stöðva þetta niðurbrot og viðhalda gæðum fram að vinnslu (frystingu/þurrkun). Í framhaldi þarf að þróa vinnslu og finna markað fyrir afurðina.</p> <p>Innihald á kadmín skapar vandamál við nýtingu á krossfiski hér við land, en mælingar á krossfiskum sem veiddust við Austurland sýna að það er sexfalt það magn sem leyft er í matvælum til mannelis samkvæmt kröfum ESB.</p> <p>Krossfiskur er fluttur út í dag í litlu mæli og skilar sú framleiðsla litlum verðmætum.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Krossfiskur, Kadmín, plógur, niðurbrot, ensím</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Starfish is caught in Iceland as by-catch when fishing with a dredge. It is most commonly caught when fishing for sea cucumber in fishing grounds at the East coast, at the north-western coast and in Breiðafjörður. Captains do not agree on how much starfish is caught, nor on whether they believe it could be caught by direct fishing.</p> <p>Decomposition of starfish begins immediately after death, and in the normal storage of a fishing boat's deck, it starts decomposing before it can be processed. This is due to the high enzyme activity required by the starfish to break down difficult feed. If commercial fishing for starfish is to materialise, it will be crucial to find a proper way to store it from fishing to processing (freezing / drying). Subsequently, it is necessary to develop processing and find a market for the products.</p> <p>Cadmium levels in starfish is a major obstacle for utilisation. Measurements of starfish caught the East coast of Iceland showed six times the amount of cadmium allowed in food for human consumption according to EU regulation.</p> <p>Icelandic starfish is exported today in small quantities, but that production returns little value.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Starfish, dredge, decomposition, enzyme, cadmium</i>		

EFNISYFIRLIT

1	Inngangur	1
2	Viðgangsefni rannsóknar	1
3	Rannsókn	3
3.1	Kortlagning útbreiðslu	3
3.2	Efnarannsóknir	4
3.3	Greining á vinnslumöguleikum	4
3.4	Greining á mörkuðum	5
4	Niðurstöður og umræður	6
4.1	Kortlagning á útbreiðslu	6
4.2	Efnarannsóknir	7
4.3	Vinnslumöguleikar	7
4.4	Markaðir	8
5	Ályktun	8
6	Þakkarorð	8
	Heimildaskrá	9
	Viðaukar	10
	Heimildamenn um útbreiðslu og veiðanleika krossfiska	10

1 INNGANGUR

Skýrsla þessi greinir frá helstu niðurstöðum AVS verkefnisins „*Forathugun á veiðum og vinnslu krossfisks*“, en markmið verkefnisins var að kanna möguleika á vinnslu krossfisks sem veiðist hér við land. Fólst sú könnun meðal annars í að kanna viðhorf skipstjóra á hvort krossfiskar séu í veiðanlegu magni við strendur landsins þannig að unnt gæti verið að stunda beinar veiðar, og svo hversu mikið falli til sem meðafli við ýmiskonar veiðar. Einnig voru gerðar efnafræðilegar úttektir á krossifiskum þar sem meðal annars var mælt magn Kadmín, en vitað er að það getur verið yfir viðmiðunarmörkum í krossfiskum.

Við kortlagningu á útbreiðslu og mat á magni og veiðanleika voru tekin viðtöl við valda skipstjóra sem stunda veiðar með plóg, fótrepistrolli og dragnót. Við efnafræðilega úttekt voru sýni tekin af krossfiski sem veiddur var við Austurland og í Breiðafirði.

2 VIÐGANGSEFNI RANNSÓKNAR

Krossfiskar tilheyra fylkingu skrápdyra eða sæstjarna (fræðiheiti *Asteroidea*) og eru stjörnulaga. Innan skrápdyra fylkinga eru meðal annars ígulker, sæstjörnur og sæbjúgu. Krossfiskar eru yfirleitt rándýr sem nærast á botnföstum hryggleysingjum. Þeir eru oft litaðir björtum litum og mismunandi tónum rauðs eða appelsínuguls. Þeir geta bæði fjölgað sér með kynæxlun og kynlausri æxlun. Það eru um 2.000 þekktar tegundir krossfiska sem finnast í höfum um allan heim, oftast á grunnsævi, en finnast einnig allt niður á 6.000 metra dýpi. Þeir eru sjávarhryggleysingar og í þeim finnst yfirleitt miðdiskur með fimm arma, þó einhverjar tegundir hafi fleiri.

Algengasta tegundin hérlendis er stórkrossi, hann hefur fimm arma og er eins og nafnið bendir til nokkuð stórvaxinn. Þeir allra stærstu geta verið 40 cm í þvermál með örmum en í fjörum eru þeir stærstu 15 cm í þvermál. Stórkrossi er appelsínugulur að ofan en ljósari að neðan. Húð stórkrossa er fremur hrjúft og þeir hafa áberandi sogfætur á neðri hlið, sem hann notar til að hreyfa sig milli svæði og ná sér í bráð. Búsvæði þeirra er á grunnsævi og oft neðarlega í fjörum, í pollum og undir steinum. Hann er rándý og lifir á margskonar fjörudýrum, einkum skeljum og kuðungum. Þeir geta orðið allt að átta ára gamlir. Ef þeir missa arm þá vex nýr í staðin (Fjaran, 2020).



Mynd 1: Stórkrossi (*Asterias rubens*)

Skrokkurinn á krossfiskum er geislóttur á fimm vegu sem skiptast í munnhlið sem liggur undir honum, og efra borði sem er hrjúft. Meltingar- og kynkirtlar, ýmist karl eða kvenkyns, eru í líkamsholi í örmum krossfiska, sem opnast á í litlum opnum á efra byrði (Wikipedia, 2020). Krossfiskar geta bæði fjölgað sér með kynæxlun og kynlausri æxlun (National Geographiic, 2020).

Krossfiskur kemur aðallega sem meðafli þegar veitt er með plógum og fótrepistrolli hér við land. Bátar sem veiða á grunnsævi með fótrepistrollum og skelbátar fá t.d. töluvert af krossfiski sem meðafli og er hann í dag ekki nýttur í neinu mæli. Þess í stað er honum fleygt aftur í sjóinn og í sumum tilfellum er séð til þess að hann sé örugglega dauður áður en honum er kastað fyrir borð, enda er hann er talinn mikill staðaldur á skelfiskssvæðum og í þaraskógum. Krossfiskur er mikill afræningi á skel og í stað þess að farga honum væri nýting besti kosturinn, þar sem sjómenn fengu þá greitt fyrir hann og í landi yrði honum breytt í verðmæta afurð.

Flestar tegundir krossfiska (*Asteroidea*) eru hræætur eða rándýr. Krossfiskar veiða meðal annars snigla (*Gastropoda*), samlokur (*Bivalvia*), krabbadýr (*Crustacea*), aðrar tegundir skrápdýra (*Echinodermata*) og jafnvel fiska (*Pisces*).

Krossfiskar eru ýmist sérhæfðir í fæðuöflun eða algerir tækifærissinnar. Sérhæfðir krossfiskar finnast á sendnum botni þar sem þeir finna lykt af fiski sem leynist í botninum og staðsetja sig fyrir ofan fiskinn, grafa sig niður og læsi klónum í bráðina. Tækifærissinnin leggur sér til munn yfir 40 tegundir af hryggleysingjum, aðalega skrádýrum eða lindýrum (Vísindavefurinn, 2020). Krossfiskar eru rándýr sem nærast oftast á botnföstum hryggleysingjum, lindýrum og hræjum. Við Ísland eru krossfiskar gráðugir afræningjar á skelfisk, þeir koma sér fyrir við skeldýrin og festa sogfætur sína á sitt hvorn hluta skeljarinnar og með samhæfðum hreyfingum nær hann að opna skelina, hann þarf einungis örlitla rifu til að koma maganum inn þar sem hann seytir meltingarensímum inn og byrjar þá að melta skelfiskinn á meðan skelin er enn þá að reyna að loka sér til að sleppa frá þessu rándýri (Awesom Ocean, 2020).

Krossfiskar valda oft miklu tjóni á eldis- og ræktunarsvæðum um allan heim. Þeir leggjast á skeljar og er ræktunarbúnaður oft miðaður við að forðast ágengni krossfiska, en þeir geta auðveldlega fetað sig upp línur frá botni og upp í ræktunarlínur. Þeir virðast friðsamir við fyrstu sýn, sem er blekkjandi því þeir eru í raun rándýr sem lifa á öðrum hryggleysingjum, sérstaklega samlokum. Til eru tegundir krossfiska sem síá fæðu úr sjó, sem eru kallaðar setuætur. (Vísindavefurinn, 2020).

Í dag reyna fóðurframleiðendur stöðugt að finna próteingjafa sem hægt er að nota í dýrafóður til að minnka meðal annars magn fiskimjöls í framleiðslu sinni. Fiskimjöl er tiltölulega dýrt og verðið getur sveiflast mikið, þar sem framboðið er mjög breytilegt frá ári til árs. Tilraunir sem hafa verið gerðar í Danmörku gefa til kynna að duft úr krossfiskum sé próteinríkt og því sé próteinmjöl úr krossfiski áhugaverður kostur.

Þurrkaðir krossfiskar eru þekkt vara í Kína, þar sem afurðirnar flokkast sem jurtaf. Aurora Seafood hefur gert tilraunir með að þurrka og frysta krossfisk fyrir þennan markað, en frekari rannsókna er þörf til að unnt sé að hefja útflutning, auk þess sem tiltölulega lítið er vitað um stærð markaðarins og gæðakröfur. Einnig er fyrir hendi töluverður markaður fyrir þurrkaða og lakkaða krossfiska sem skraut.

Nokkuð hátt verð er greitt fyrir þessa vöru, en ekki er vitað hversu hentugir íslenskir krossfiskar eru inn á þennan markað.

Í Danmörku er hafin nýting á krossfiski, þó ekki hafi það gengið þrautarlaust. Hugmyndin var að nota krossfisk í svínafóður en þar sem tegundin var ekki á lista yfir leyfilegt hráefni í dýrafóður mátti ekki selja afurðir til manneðis sem voru alin á slíku fóðri. Það tók um eitt ár að koma krossfiski inn lista yfir leyfilegt fóður og eftir það var hægt að hefja tilraunavinnslu. Það var háskólinn í Árósum sem stóð fyrir tilraunum en veiði á krossfiskum var í Limafirði. Framleiðslan er próteinríkt duft og telja vísindamenn að fóðrið sé góð uppistaða í svínafóður. Sjómenn fagna þessu þar sem krossfiskur, sem er mikil meinsemd, hefur fjölgað mikið í firðinum. Krossfiskur er sérstaklega mikill skaðvaldur í kræklingarækt, sem er mjög mikilvæg atvinnugrein í Limafirði. Þannig að með beinum veiðum á krossfiski eru slegnar tvær flugur í einu höggi þ.e. draga úr útbreiðslu hans og búa til verðmæti á sama tíma. Vísindamenn segja að krossfiskamjöl henti sérstaklega vel í vistvæna svínakjötsframleiðslu og í alifuglarækt (Fiskifréttir, 2016), (ING, 2020).

3 RANNSÓKN

Framkvæmd rannsókna í verkefninu skiptist upp í fjóra hluta þ.e. kortlagningu á útbreiðslu, efnarannsóknir, greining á vinnslumöguleikum og markaðsgreining.

3.1 Kortlagning útbreiðslu

Litlar upplýsingar eru fyrir hendi um útbreiðslu krossfiska við strendur Íslands, en þekkt er að krossfiskur kemur sem meðafli í ýmis veiðarfæri, plóg, fótrepistroll og dragnót víðast hvar í kringum landið. Haft var því samband við skipstjóra nokkurra báta sem stunda slíkar veiðar og þeir spurðir nokkurra spurninga, og rætt við þá um óbeinar veiðar og möguleika á beinum veiðum. Spurningarnar sem bornar voru upp voru eftirfarandi.

1. Hver er meðafli af krossfiski á dag?
 - a. Hversu margir eru veiðidagar á ári
2. Hver er breytileiki í magni á krossfiski?
 - a. Eftir árstíð
 - b. Eftir dýpi
 - c. Eftir veiðisvæði
 - d. Eftir botntegund
 - e. Eftir veiðarfæri
3. Telur þú möguleika á beinum veiðum á krossfiski á Íslandi ef markaðir fyndust fyrir afurðir?

Ljóst var frá upphafi að skipstjórar höfðu ekki nákvæmar tölur á takteinum, en reynt var að draga upp mynd af óbeinum veiðum á krossfiski. Álit þeirra á því magni sem upp kemur árlega sem meðafli og þeir spurðir hvort þeir álitu beinar veiðar raunhæfar ef hægt væri að búa til verðmæti úr krossfiski.

3.2 Efnarannsóknir

Tvær blokkir af frosnum krossfiski frá fyrirtækinu Krossfiski á Stokkseyri voru sendar í efnagreiningu til Matís í nóvember 2020. Krossfiskurinn var veiddur út af Neskaupstað. Eitt kíló af heilum krossfiski var maukað og síðan efnagreint. Eftirfarandi efnamælingar voru gerðar úr sýnum:

- Prótein
- Vatn
- Fita
- Aska

Einnig var skoðað magn kadmín, sem er þungmálmur og finnst í íslensku sjávarlífríki. Niðurstöður rannsókna á Íslandi benda til að kadmín sé algengt í sjávarlífverum, sérstaklega síurum eins og kræklingi. Það má að öllum líkindum rekja ástæður mengunarinnar til náttúrulegra orsaka svo sem eldvirkni, fremur en til mengunar af mannavöldum (Yngvadóttir, 2020). Kadmínstyrkur í kræklingi mælist hærrí á stöðum fjarri þekktum uppsprettum eins og Arnarnesi við Ísafjarðardjúp, Grímsey og Mjóafirði, en í Hvalfirði og í Straumsvík. Þetta styrkir þá ályktun að þessi tiltölulega há styrkur kadmíns í sjávarlífverum hér við land sé tilkominn vegna náttúrulegra ferla (Reykdal, 1998). Kadmín er einn af þeim þungmálum sem mest eru eittraðir fyrir menn og dýr. Bilið milli þess magns af kadmíni sem er manninum skaðlaust og þess sem skaðar heilsu er ekki breitt. Langtímaáhrif of mikils kadmíns í fæðu geta verið nýrnaskemmdir. Á síðustu árum hefur komið í ljós að skemmdir geta komið fram vegna minna magns kadmíns en áður var talið (Alfvén o.fl. 1997).

Um miðjan febrúar 2021 voru svo sambærileg sýni úr Breiðafirði tekin til rannsóknar til að kanna hvort munur væri á efnainnihaldi eftir veiðisvæði og árstíma.

3.3 Greining á vinnslumöguleikum

Krossfiskur geymis mjög illa eftir að dauða þar sem ensímvirkni er mjög mikil. Við sýnasendingu til efnamælinga sem send voru til Matís var krossfiskurinn mjög illa útlítandi, niðurbrotið mikið, sýni orðin hálfgerð drulla og illa lyktandi, eins og sjá má á mynd 2.



Mynd 2 Sýni af krossfiski sem sent var til efnagreiningar hjá Matís

Venjan er í þeim tilfellum sem nýta á krossfisk hér við land, að taka þann krossfisk sem veiðist sem meðafli úr veiðarfæri og henda honum til hliðar á dekkið, setja hann síðan í ker þar sem hann er geymdur til löndunar og í framhaldi til frystingar. Við sæbjúgna- og hörpudisks veiðar með plógi er ekki notast við ís til kælingar og meira lagt upp á að halda aflanum lifandi í sjó í kerjum til viðhalda gæðum. Niðurbrot á krabbadýrum virðist hins vegar hefjast strax eftir dauða og því dugar einföld kæling ekki eins og á t.d. bolfiski.

Ástæðan fyrir mikilli ensímvirgni gæti verið vegna þess hversu tor-meltri fæðu hann lifir á m.a. skelbroti og sandi. Til þess að brjóta niður slíka fæðu þarf krossfiskurinn ensím til að geta melt það. Þetta er þekkt við vinnslu á makríl, sem er veiddur síðsumars til frystingar á Íslandi. Á þeim tíma lifir hann mikið á rauðátu sem er ensím-rík, og veldur hröðu niðurbroti sem hefst við dauða fiskins í maga hans. Hér var um Íslenskt vandamál að ræða þar sem aðrar þjóðir veiða makrílin fyrr á árinu þar sem þetta er ekki vandamál. Lausnin á Íslandi til að geta fryst makrílin með góðum gæðum var að ofurkæla hann, niður í -1,5 ° til -2 °C, sem dugar til að kæla innihald magans nægilega mikið til að koma í veg fyrir ensím virknina, nægilega lengi þar til fiskurinn er frystur. Spurningin er hvort að með ofurkælingu á krossfiski strax eftir veiði, væri hægt að ná honum heilum í gegnum vinnslu/frystingu. Rannsókn á slíkri vinnslu á krossfiski er utan við umfang þessa verkefnis.

3.4 Greining á mörkuðum

Aurora Seafood hefur flutt út frosinn krossfisk til Bandaríkjanna, þó í litlu mæli sé. Verðið hefur verið rúmar 200 kr/kg FOB. Það verð dugar fyrir kostnaði vegna vinnulauna, umbúðum, frystingu og flutningi, en skilur ekkert eftir til verðmætasköpunar.

Markaðir eru einnig í Kína þar sem krossfiskur er oftast þurrkaður og nýttur til matar svipað og sæbjúgu, en einnig er hann þurrkaður, malaður og seldur sem heilsbótarvara. Lítið er vitað um þessa markaði, stærð á markaði og verð, en frá aldamótum hefur tekist að selja einstaka sinnum á verðum sem standa undir kostnaði, en ekki hefur tekist að halda sölum stöðugum. Líklegasta skýringin er að gæði vörunnar hefi ekki staðist væntingar og því hafi áhugi fjarað út. Ef byggja á upp markaði fyrir krossfisk í Kína þarf

að finna aðferð til að viðhalda gæðum á krossfiski, frá veiðum og þar til hann er frystur. Einnig gæti verið markaður fyrir krossfisk til framleiðslu á fæðubótaefnum, en til að þess að gera það mögulegt þarf að svara spurningum um hvort í honum séu mögulega virk efni, sambærileg og má finna í sæbjúgum. Slíkt gæti víkkað út möguleika á sölu afurða úr krossfiski en slíkar rannsóknir eru utan við umfang þessa verkefnis.

Nokkrar rannsóknir benda til að áhugaverð líffræðilega virk efni megi finna í krossfiskum og skyldum lífverum, sem m.a. væri hægt að nota í ný lyf til baráttu við krabbamein. Hafið býr yfir miklum fjölbreytileika og oft einstakar umhverfisaðstæður þar sem skapa dýrmætar uppsprettur hugsanlegra náttúrulyfja með virka eiginleika (Lazzara, Arizza, Luparello, Mauro, & Vazzana, 2019). Skoðun á þessum möguleika á nýtingu krossfisks er utan við umfang þessa verkefnis.

4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

Í þessum kafla er fjallað um helstu niðurstöður einstakra verkþátta og mikilvægi þeirra niðurstaðna, sem og umfjöllun um möguleg næstu skref.

4.1 Kortlagning á útbreiðslu

Litlar opinberar upplýsingar eru fyrir hendi um útbreiðslu krossfiska við strendur Íslands, en þekkt er að krossfiskur veiðst sem meðafli við veiðar sem stundaðar eru með plóg, (sæbjúgu, ígulker, hörpudisk), fótrepistrolli (humartrolli) og dragnót. Skipstjórar sem rætt var við voru ekki samstíga í mati sínu á hversu mikið magn af krossfiski kemur sem meðafli við veiðar hér við land. Einn skipstjóri taldi að krossfiskur væri allt að 10% af heildarveiði á sæbjúgnaveiðum. Hann taldi að krossfiskur veiddist aðallega á svæðum sem búið væri að draga plóginn mikið á. Hann taldi að hægt sé að veiða mikið magn af krossfiski með beinum veiðum og nefndi sérstaklega svæðið utan við Fáskrúðsfjörð. Annar skipstjóri sem stundað hefur veiðar með plóg á sæbjúgum og hörpudisk telur einnig að hægt sé að veiða mikið magn með beinum veiðum. Hann segist hafa fengið allt að tveimur tonnum af krossfiski í einum plógi. Hann nefndi sérstaklega miðin út af Fáskrúðsfirði og grunnt í kantinum utan við Aðalvík á Ströndum, sem og í Breiðafirði. Hann segir að veiðar með plóg gangi mikið út á að forðast krossfisk. Að hans mati komi mjög lítið magn í humartroll.

Enn annar skipstjóri sem veiðir með plógi segist landa öllum krossfiski og gefa upp til Fiskistofu. Hann segir að meðafli á krossfiski sé mjög breytilegur og telur ekki mögulegt að stunda beinar veiðar á krossfiski.

Rætt var við skipstjóra og reynslubolta á dragnótabát og segir hann að krossfiskur sem meðafli sé alger undantekning. Meira veiðist á línu, en magnið sé svo lítið að ekki sé raunhæft að hirða hann eða stunda beinar veiðar með þessum veiðarfærum.

Engar upplýsingar eru að fá um krossfiskafloka hjá Fiskistofu enda er ekki um stýrðar veiðar að ræða á þeirri tegund. Takmarkaðar upplýsingar er einnig að finna á vef Hafrannsóknarstofnunnar um krossfisk og útbreiðslu hans.

Niðurstöður þessarar forathugunar sýna að mjög takmarkaðar og misvísandi upplýsingar eru til staðar um útbreiðslu krossfiska í kringum landið. Því er þörf á frekari rannsóknum áður en lengra er haldið, sér í lagi ef hefja á beinar veiðar á krossfiski.

4.2 Efnarannsóknir

Niðurstöður efnamælinga koma ekki á óvart miðað við að heill krossfiskur var notaður sem sýni. Töluverður hluti krossfisks er skel (kalk) og því viðbúið að hlutfall ösku sé hátt (10.8%). Af sömu ástæðu er vatnsmagn í minna lagi (67.4%) og einnig prótein (12.5%). Fitumagn mældist mjög lágt (1.9%) eins og búist var við. Niðurstöður efnamælinga má sjá í töflu 1.

Tafla 1 Efnainnihald krossfisks sem veiddur var við Eskifjörð

Vatn	67,4%
Prótein	12,5%
Fita	1,9%
Aska	10,8%
Kadmín	6,324mg/kg

Magn kadmíns úr krossfiski veiddum út af Norðfirði veldur miklum vonbrigðum þar sem magn þess er meira en sex sinnum meira en leyfileg mörk eru fyrir fæðu til mannelis, sem er 0.5 mg í gr. (European Union, 2014), en í þessu sýni var magnið 6.3 mg í gr. Sama má segja um nýtingu í fóður fyrir dýr, en leyfileg mörk þar eru 2.0 mg í gr. (EC, 2002)

Niðurstöður úr sýni tekið úr Breiðafirði sýndi magn Kadmín 2.484 mg í g., sem er fimmfalt það magn sem leyfilegt er fyrir manneli. Mörg svæði á Íslandi eru með há Cd sem hefur mest áhrif á dýr sem hreifa sig lítið, eins og krossfiskur.

Niðurstöður efnamælinganna benda því til að vandkvæði geti verið við að nýta krossfisk til mannelis, eða í fóður, sökum Kadmín innihalds. Frekari rannsóknir á kadmín og leiðir til að minnka það er þörf áður en langra er haldið í að kanna mögulega vinnslu til mannelis eða í fóður.

4.3 Vinnslumöguleikar

Ljóst er að krossfiskur er vandmeðfarin ef ætlunin er að nota hann í matvæli, fóður, lyf eða sem skrautmuni, þar sem hann brotnar niður mjög hratt sökum mikillar ensímvirkni. Mögulega væri hægt að draga úr þessu niðurbroti með bættum vinnsluferlum og þá hugsanlega með ofurkælingu. Frekari rannsókna er þó þörf til að kanna þá möguleika betur.

4.4 Markaðir

Það eru markaðir fyrir hinar ýmsu krossfiskafurðir, en þekking á þeim mörkuðum og stærð þeirra er takmörkuð hér á landi. Einnig er ljóst að tryggja þarf jöfn og stöðug gæði íslenskrar framleiðslu, svo og að afurðirnar standist kröfur um efnainnihald þ.m.t. þungmálma á borði við Kadmín.

5 ÁLYKTUN

Kadmíum mælist of hátt í sýnum miðað við notkun krossfisks til manneldis. Hinsvegar verður að hafa í huga að þetta eru aðeins tvö sýni, en reyndar tekin sitthvoru megin við landið, fyrir austan og vestan. Það eru vonbrigði þar sem slíkt er forsenda fyrir góðum verðum á afurð sem nýtt yrði sem fóður. Taka þyrfti fleiri sýni til að mæla kadmíum magn til að fá staðfestingu á því hvort nýta má hann til manneldis. Hugsanlega væri hægt að nýta krossfiskinn til framleiðslu fyrir vel borgandi markaði, t.d. í lyfja eða snyrtivöruframleiðslu, en slík úttekt var utan við umfang þessa verkefnis.

Svör skipstjóra um hversu mikið magn gæti lagt sig til sem meðafli á Íslandi og hvort beinar veiðar væru mögulegar eru mjög misvísandi. Ef framleiðsla á krossfiski væri inná lágt borgandi markað er magnið varla nægilegt til að standa undir kostnaði.

6 ÞAKKARORÐ

Höfundar vilja þakka sérstaklega AVS sjóðnum fyrir að koma að fjármögnun verkefnisins, Krossfisk ehf. fyrir að afla sýna til efnamælinga og þeim skipstjórum sem gáfu sér tíma til að veita upplýsingar um útbreiðslu krossfiska við Ísland.

HEIMILDASKRÁ

- Anton, G. H., Hörður, S., & Sæmundur, E. (2016). *Áhrif mismunandi kælingar og geymsluhastig á dauðastirðunarferli þorsklaka*. Akureyri: Háskólinn á Akureyri.
- Awesom Ocean*. (27. 07 2020). Sótt frá 9 Cool Facts About Starfish: <http://awesomeocean.com/trending-now/9-cool-facts-starfish/>
- EC. (2002). *DIRECTIVE 2002/32/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on undesirable substances in animal feed*. Brussels: EC.
- European Union. (12. May 2014). Commission Regulation (EU) No 488/2014. The European Commission.
- Fiskifréttir*. (4. 11 2016). Sótt frá Danir hefja veiðar á krossfiski: <https://www.fiskifrettir.is/frettir/danir-hefja-veidar-krossfiski/132831/>
- Fjaran*. (27. 07 2020). Sótt frá Áttfætlingar: <https://www.1mms.is/smadyr/fjaran/dyr.php?val=50&id=23>
- Gunnar, Þ., Albert, H., & Hólmfríður, S. (2014). *Rannsóknir á ofurkælingu botnfisks*. Reykjavík: Mátis.
- ING*. (9. Dec 2020). Sótt frá Verdens første søstjernefabrik opføres i Skive: <https://ing.dk/artikel/verdens-foerste-soestjernefabrik-opfoeres-skive-211755>
- Ingrid, U., Hordur, K. G., & Herbert, H. O. (2004). Hemoglobin-Mediated Oxidation of Washed Minced Cod Muscle Phospholipids: Effect of pH and Hemoglobin Source. *Agriculture and Food Chemistry*.
- Kaale, L. D., Eikevik, T. M., Rustad, T., & Kolsaker, K. (2011). Superchilling of food: A review. *Journal of Food Engineering* 107(2), 141-146.
- Lazzara, V., Arizza, V., Luparello, C., Mauro, M., & Vazzana, M. (2019). *Bright Spots in the Darkness of Cancer: A Review of Starfishes-Derived Compounds and Their Anti-Tumor Action*. Palermo: Marine Drugs.
- Martinsdóttir, S. E., K., L., J., S.-S. R., & Hyldeg, G. (2001). *Sensory Evaluation of Fish Freshness. Reference Manual for the Fish Sector*. Sótt frá <http://www.qim-eurofish.com>
- mengunarmælingar, S. u. (1999). *Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland - niðurstöður vöktunarmælinga*. Reykjavík: Umhverfisstofnun.
- National Geographic*. (27. 07 2020). Sótt frá Starfish: <https://www.nationalgeographic.com/animals/invertebrates/group/starfish/>
- Pedersen, R., Thordarson, G., & Hognason, A. (2015). *Sub-chilling of salmon*. Isafjordur: Matis.
- Reykdal, Ó. (1998). Berst kadmín í búfjárafurðir? *Ráðuneytafundur*, bls. 209-215.
- Thordarson, G., Arason, S., & Karlsdóttir, M. (2017). *Cub chilling of fish*. Isafjordur: Matis.

Vísindavefurinn. (27. 07 2020). Sótt frá Hvað éta krossfiskar?:
<https://www.visindavefur.is/search/?q=krossfiskur>

Vísindavefurinn. (27. 07 2020). Sótt frá Náttúruvísindi og verkfræði - lífvísindi: Dýrafræði:
<https://www.visindavefur.is/svar.php?id=54543>

Wikipedia. (27. 07 2020). Sótt frá Krossfiskar: <https://is.wikipedia.org/wiki/Krossfiskar>

Yngvadóttir, E. (19. 11 2020). *Vísindavefurinn.* Sótt frá Náttúruvísindi og verkfræði - lífvísindi:
dýrafræði: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=3294>

VIÐAUKAR

Heimildamenn um útbreiðslu og veiðanleika krossfiska

- Guðjón Jónsson – skipstjóri á Báru og áður Friðriki Sigurðssyni
- Bergur Garðarsson – Fyrrum Skipstjóri á Klett ÍS og áður Hannesi Andrésyni (Sæbjúgu og Hörpudisk)
- Einar Hálfðánarson – Skipstjóri á Eyja NK
- Sigurgeir Þórarinnsson – skipstjóri í Bolungarvík – dragnót
- Einar Geir Guðnason - skipstjóri á Jón á Hofi
- Tindur ÍS - Sæbjúgu
- Drangur ÁR - Sæbjúgu
- Bára SH – Beitukóngur og Ígulker
- Fjóla SH 7 – Ígulker
- Sjöfn SH – Ígulker
- Fjóla GK – Ígulker
- Eyji NK- Ígulker og Sæbjúgu
- Þristur ÁR – Sæbjúgu
- Friðrik Sigurðsson ÁR – Sæbjúgu
- Sæfari ÁR – Sæbjúgu
- Ebba AK – Sæbjúgu
- Fróði ÁR – Humar