



Háskólinn  
á Akureyri  
University  
of Akureyri

# Örvun blæðingar fiska með notkun hljóðbylgja

Gunnhildur Dís Gunnarsdóttir

Auðlindadeild  
Viðskipta- og raunvísindasvið  
Háskólinn á Akureyri  
2020



# Örvun blæðingar fiska með notkun hljóðbylgja

Gunnhildur Dís Gunnarsdóttir

12 eininga lokaverkefni  
sem er hluti af  
Baccalaureus Scientiarum-prófi í raunvísindum

Leiðsögukenndari  
Sæmundur Elíasson

Auðlindadeild  
Viðskipta- og raunvísindasvið  
Háskólinn á Akureyri  
Sauðárkrókur, 29. apríl 2020



Titill: Örvun blæðingar fiska með notkun hljóðbylgja  
Stuttur titill: Örvun blæðingar fiska með notkun hljóðbylgja  
12 eininga bakkalárprófsverkefni sem er hluti af Baccalaureus Scientiarum-prófi í raunvísindum.

Höfundarréttur © 2020 Gunnhildur Dís Gunnarsdóttir  
Öll réttindi áskilin

Auðlindadeild  
Viðskipta- og raunvísindasvið  
Háskólinn á Akureyri  
Sólborg, Norðurlóð 2  
600 Akureyri

Sími: 460 8000

Skráningarupplýsingar:  
Gunnhildur Dís Gunnarsdóttir, 2020, bakkalársprófsverkefni, Auðlindadeild,  
viðskipta- og raunvísindasvið, Háskólinn á Akureyri, 45 bls.

Prentun: 29. apríl, 2020  
Sauðárkrókur, 29. apríl, 2020



# Ágrip

Ein helsta atvinnugrein Íslendinga er matvælaframleiðsla, og þar vegur sjávarútvegur og fiskvinnsla þyngst. Í matvælaframleiðslu gildir grundvallarlögmálið að gæði hráefnisins, sem unnið er úr hverju sinni, endurspeglar gæði afurðanna. Lykilþáttur í því að hægt sé að fá besta mögulega hráefni úr fisknum er að rétt sé staðið að blóðgun og blæðingu aflans um borð, það hefur hins vegar verið vandamál í mörgum fiskiskipum.

Markmið verkefnisins var að kanna hvort hægt væri að beita hljóðbylgjum til að láta fiskinum blæða betur þegar hann færir í gegnum hefðbundið ofurkælingarferli um borð í ferskfisktogara. Svo hægt væri að ná tilsettu markmiði var framkvæmd tilraun þar sem áhrif hljóðbylgja á blæðingartíma var rannsakaður. Í tilrauninni var notast við tvo tilraunahópa, tilraunahópur A og tilraunahópur B. Tilraunahópur A fór í hljóðbylgjuker áður en hann fór hefðbundna leið í gegnum Rótex tankana um borð á vinnsludekki ferskfisktogarans Málmei SK1, á meðan tilraunahópur B fór hefðbundna leið í gegnum Rótex tankana. Báðir tilraunahóparnir voru blóðgaðir og slægðir á sama hátt. Þegar fiskurinn hafði lokið við ferlið um borð var honum komið fyrir í lest skipsins. Aflanum var síðan landað og hann metinn í frystihúsi FISK Seafood á Sauðárkróki, þar sem teknar voru mælingar með Minolta litmæli ásamt ferskleika- og gæðamati.

Niðurstöður verkefnisins sýndu engan marktækan mun á lit flaka hvort sem þau fóru í hljóðbylgjuker eða fóru í hefðbundinn blæðingarsnigill fyrir Rótex tankana.

**Lykilorð:** Hljóðbylgjur, blæðing, fiskur, ferskleiki og litur.

# Abstract

Fishing is one of the oldest food production in Iceland and a main income industry for Iceland. For food production its vital that the quality of the food is also reflected in the quality of the raw material. One of the key factors in producing high quality raw material from fish is the correct way of bleeding. In recent years there has been considerable technological development of processing in fresh fish trawlers, but sufficiently bleeding of fish has, though, been problematic on many fishing vessels.

The main goal of this project was to study whether ultrasonic soundwaves could stimulate better bleeding of fish before it goes through standard super chilling on-board a fresh fish trawler.

To accomplish this an experiment was conducted on-board the trawler Málmey SK1. Experimental group A was put into an ultrasonic container for bleeding before it went through the standard schilling process through the Rotex tanks. Group B went only through the Rotex tanks. Both groups were throat cut and gutted in the same way. After chilling the fish was stored in the hold. The fish was landed at FISK Seafood's factory and where it's quality and freshness was evaluated. Fillets colour was also measured with a Minolta gauge.

The results showed no difference between the group that went through the ultrasonic bleeding container and the group that was traditionally bled.

**Keywords:** Ultrasonic, bleeding, fish, freshness and colour.



## *Þakkarorð höfundar*

Mig langar að þakka öllum þeim sem aðstoðuðu mig við gerð þessa lokaverkefnis. Sérstakar þakkir færi ég leiðbeinandanum mínum Sæmundi Elíassyni fyrir góðar ráðleggingar og leiðsögn.

Ég vil þakka FISK Seafood og Vélum og skip fyrir að leyfa mér að nýta aðstöðuna og þann búnað sem þeir eiga. Einnig vil ég þakka tengilið mínum innan FISK Seafood, Stefaníu Ingu Sigurðardóttur, fyrir veitta aðstoð, ráðgjöf, yfirlestur og athugasemdir. Þá fær Bjarni Kristófer Kristjánsson einnig þakkir fyrir yfirlestur og athugasemdir. Miklar þakkir færi ég föður mínum, Gunnari Sigurðarsyni fyrir ómetanlega hjálp við framkvæmd tilraunarinnar, fræðslu, ráðleggingar og hvatningu á meðan á verkefninu stóð.

Að lokum vil ég þakka fjölskyldunni minni fyrir allan stuðninginn á meðan náminu stóð þá sérstaklega kærastanum mínum, Presti Kárasyni fyrir að standa með mér og vera mér innan handar.

Sauðárkrókur, 29. apríl 2020

Gunnhildur Dís Gunnarsdóttir

# Efnisyfirlit

<b>1</b>	<b>INNGANGUR</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUNNUR</b> .....	<b>3</b>
2.1	ÞORSKUR ( <i>GARDUS MORHUA</i> ).....	3
2.2	HLJÓÐBYLGJUR.....	4
2.3	FISKVEIÐAR OG VINNSLUFERLI UM BORD .....	5
	<i>OFURKÆLING Í MATVÆLAIDNAÐI</i> .....	5
	<i>OFURKÆLING OG BLÆÐING UM BORD Í FISKISKIPUM</i> .....	6
	<i>OFURKÆLING OG BLÆÐING UM BORD Í MÁLMHEY SK1</i> .....	7
2.4	GÆÐAÞÆTTIR Í FISKIÐNAÐI.....	9
	<i>GÆÐAMAT Á HEILUM FISKI</i> .....	9
	<i>SKYNNMAT Á HEILUM FISKI</i> .....	10
	<i>LITUR</i> .....	11
	<i>MÆÐFERÐ OG LOS</i> .....	12
<b>3</b>	<b>FRAMKVÆMD</b> .....	<b>14</b>
3.1	FRAMKVÆMDALÝSING .....	14
3.2	HRÁEFNI OG TILRAUNAHÓPAR .....	15
3.3	TILRAUNAKER OG HLJÓÐBYLGJUBÚNAÐUR .....	16
3.4	MAT Á GÆÐAÞÁTTUM .....	18
3.5	ÚTREIKNINGAR.....	19
<b>4</b>	<b>NIÐURSTÖÐUR</b> .....	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>UMRÆÐUR</b> .....	<b>27</b>
	<i>HVÍTLEIKI</i> .....	27
	<i>FERSKLEIKAMAT</i> .....	27

<i>GÆÐAMAT</i> .....	27
<b>6 SAMANTEKT</b> .....	<b>29</b>
<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>31</b>
<b>VIÐAUKAR</b> .....	<b>34</b>
<i>T-PRÓF</i> .....	34
<i>MEDALTAL LITMÆLINGA</i> .....	44
<i>TORRY-SKEMI</i> .....	45

# Myndayfirlit

Mynd 1: Einkunnarstigi eftir gæðastuðulsaðferð, QIM. Í þessu einkunnakerfi er notast við skalann 0-3 þar sem 0 er besta einkunn en 3 lakasta. Í lok einkunnagjafar eru stigin lögð saman og gefur það til kynna ferskleika fisksins (Matís, e.d).....	9
Mynd 2: Ferskleikaflokkun á hvítum fiski. Þetta einkunnarkerfi gefur ekki miklar upplýsingar um ástand hráefnisins, en hún er engu að síðu mjög fljótleg til að gæðameta heilan fisk (Matís, e.d).....	10
Mynd 3: Hljóðbylgju kerfið með Ultrasonic generator 28 KHz og 1200 W. Kerfið sést hér frá langhlið og ofan í það þar sem staðsetning hljóðbylgjuspegils sést hægra megin. ....	16
Mynd 4: Ultrasonic generator hljóðbylgjukerfi þar sem nákvæm staðsetning hljóðbylgju spegils sést og búið er að tengja hann við hljóðbylgjubúnaðinn .....	17
Mynd 5: Ultrasonic generator aflagjafi fyrir hljóðbylgjubúnaðinn, hér sjást þær stillingar sem eru í boði og stærðin á aflagjafanum. Tæknilegar upplýsingar T220 LE05 230V. Model: LT-1200/230. Ultrasonic output: 1200W 28 KHz, serial no T220 LE05 HN type C E approval no 2K06080. 230 v 60 Hz 1 fasa. Ultrasonic generatorinn var að taka 4 amper á meðan tilraunirnar voru framkvæmdar. ....	17
Mynd 6: Svörtu punktarnir á flakinu gefa til kynna staðsetningarnar sem notast var við þegar flakið var litmælt með Minolta mælinum. ....	18
Mynd 7: Hér má sjá myndrænt hvernig litagildin skiptast niður skv. Lab* mælikerfinu þar sem L er fyrir ljósan/dökkan lit, a* fyrir rauðan/grænan lit og b* fyrir gulan/bláan lit (Magnea G. Karlsdóttir o.fl., 2014) .....	19
Mynd 8: Samanburður á meðaltali hvítleika reiknuðum skv., jöfnu CIE L*a*b* milli tilraunahópa A og B. Tilraunahópur nr. 1 fékk 20 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr. 2 fékk 40 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr. 3 fékk 60 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr.4 fékk 10 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr. 5 fékk 40 mínútur í slægingu og tilraunahópur nr. 6 fékk 70 mínútur í slægingu. ....	21
Mynd 9: Samanburður á ljósleikagildi (L) milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6. Hér sést að ljós litur er hærri fyrir þunnildi og sporð heldur en aðra hluta flaksins.....	22

Mynd 10: Samanburður á rauðu/grænu gildi (a) milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6. ....	23
Mynd 11: Samanburður á bláu/gulu gildi (b) milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6. ....	24
Mynd 12: Samanburður á meðaltali úr ferskleikamati milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6. Niðurstöður gefa til kynna að engan marktækan mun milli tilraunahópa A og B, né að tími í slægingu hafi áhrif á ferskleikann. ....	25

# Töfluyfirlit

Tafla 1: Hér fyrir neðan má sjá helstu upplýsingar um aðstæður við veiðar á þeim fiski sem notast var við í tilrauninni. Þessir þættir geta allir á einn eða annan hátt haft áhrif á gæði fiskholds.....	15
Tafla 2: Upplýsingar um tilraunahópa.....	16
Tafla 3: Gæði flaka milli tilraunahópa. Flökin voru metin með tilliti til los eftir að þau höfðu verið snyrt, og þeim annað hvort gefin A eða B einkunn. Þegar einkunn var fegin var notast við Torry-skemann sem er að finna í viðauka, en hann hafði verið aðlagður þannig að einungis voru gefnar A eða B einkunnir. ....	25
Tafla 4: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika flakanna milli tilraunahópa A og B. ....	34
Tafla 5: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika hnakkastykkja milli tilraunahópa A og B. ....	34
Tafla 6: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika hnakkastykkja milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 4.....	35
Tafla 7: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika hnakkastykkis milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 5. ....	35
Tafla 8: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í hnakkastykkjum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 3.....	36
Tafla 9: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á bláum/gulum lit í hnakkastykkjum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 1.....	36
Tafla 10: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika miðstykkja milli tilraunahópa A og B.....	37
Tafla 11: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika miðstykkja milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 3. ....	37
Tafla 12: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í miðstykkjum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 3. ....	38

Tafla 13: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á bláum/gulum lit í miðstykkjum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 3.....	38
Tafla 14: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika sporða milli tilraunahópa A og B.....	39
Tafla 15: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika sporða milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 4. ....	39
Tafla 16: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í sporðum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 1. ....	40
Tafla 17: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í sporðum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 6. ....	40
Tafla 18: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til meta hvort marktækur munur væri á hvítleika þunnilda milli tilraunahópa A og B.....	41
Tafla 19: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika þunnilda milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 2 .....	41
Tafla 20: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika þunnilda milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 6. ....	42
Tafla 21: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í þunnildum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 6. ....	42
Tafla 22: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á ferskleika hráefnis milli tilraunahópa A og B.....	43
Tafla 23: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir hnakkastykki .....	44
Tafla 24: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir miðstykki.....	44
Tafla 25: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir sporð.....	44
Tafla 26: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir þunnildi.....	45
Tafla 27: Torry skeminn sem aðlagður var að einkunnagjöf flaka í tilrauninni.....	45

## Jöfnuskrá

Jafna 1: Hvítleiki var reiknaður með eftirfarandi jöfnu .....	18
---	----

# Hugtakalisti

**Ofurkæling:** Þegar fiskur er kældur niður fyrir frostmark og geymdur við  $-1^{\circ}\text{C}$  án þess að nokkur ís sé notaður.

**Rótex tankur:** Rótex er heiti á sniglum sem framleiddir eru hjá Skaganum 3X

**Blæði Rótex:** Tankur þar sem fiskurinn er látin blæða eftir að hann hefur verið blóðgaður og slægður.

**Sniglalína/kæilína:** Er framleidd hjá Skaganum 3X og samanstendur af Rótex tönkunum, blæði Rótex, kæli Rótex og ofurkælingar Rótex

**Dagróðrabátur:** Bátur sem fer út til veiða snemma morguns og kemur heim að kvöldi sama dags.

**Landsframleiðsla:** Verðmæti allra vara og allrar þjónustu sem framleidd er í landinu á ári.

**Hefðbundin kæling:** Þegar fiskurinn er kældur og geymdur með ís.

**Ferskfisktogari:** Skip sem heldur út á miðin í viku í senn og landar landar ferskum fiski að veiðiferð lokinni.

**Blæðitækni:** Að öllu blóði yrði náð úr fiskholdinu strax að lokinni blóðgun og slægingu.

**Blóðtæming:** Hefur áhrif á gæði og útlit, ásamt því að tryggja stöðugleika og geymsluþol afurða.

**Dauðastirðnun:** Eftir að fiskur drepst læsast vöðvar hans, og þeir stífna. Dauðastirðnun verður til vegna þess að samdráttur verður í fiskvöðvum af völdum efnahvarfa.

**Ókældur sjór:** Sjór sem ekki hefur verið kældur.

**Ker:** Ílát sem notuð eru fyrir fisk.



# 1 Inngangur

Frá því seint á níunda áratugnum hefur fiskframleiðsla til manneldis verið í stöðugum vexti og eru sjávarafurðir mest selda afurð í heiminum í dag (FAO, 2018). Þessa auknu fiskframleiðslu má m.a. rekja til þess að sífellt er verið að þróa betri geymsluaðferðir sem gerir það að verkum að fiskurinn kemst í auknum mæli ferskur á markað, þar af leiðandi hafa fleiri aðgang að honum (FAO, 2018).

Ein helsta atvinnugrein Íslendinga er matvælaframleiðsla, og þar vegur sjávarútvegur og fiskvinnsla þyngst. Hlutfall hefðbundins sjávarútvegs af landsframleiðslu er 8-9 prósent, en er stærra hlutfall ef horft er til fyrirtækja sem vinna afleidd störf út frá (SFS, 2016). Sjávarútvegur er mun stærri heldur en það sem telst vera hefðbundnar veiðar og vinnsla, þar sem framleiðsla á veiðarfærum, vélbúnaði og öðru fyrir sjávarútveg hefur stóráukist og þar af leiðandi allt markaðsstarf sem viðkemur greininni (SFS, 2016). Í sjávarútvegi starfa um 24 þúsund manns og þegar heildarframlag sjávarútvegs hefur verið tekið saman er hlutfall af landsframleiðslu yfir 20 prósent (SFS, 2016). Á síðasta ári var útflutningur sjávarafurða sem veidd voru á Íslandsmiðum rúmlega 618 þúsund tonn og var aflaverðmæti útflutningsins 130 milljarðar kr. (Hagstofa Íslands, 2020).

Í matvælaframleiðslu gildir grundvallarlögmálið að gæði hráefnisins, sem unnið er úr hverju sinni endurspegli gæði afurðanna, því er illmögulegt að góð afurð verði framleidd úr lélegu hráefni (Matís, 2010). Í áratugi hafa Íslendingar veitt fisk, blóðgað hann og slægt, og með aukinni þekkingu er vitað hvernig gæði og geymsluþol afurða eru háð því hvernig hráefnið er meðhöndlað um borð í veiðiskipum. Um leið og fiskurinn er drepinn fara örverur af stað sem draga úr geymsluþoli og verðmæti aflans, því er mikilvægt að tryggja að vel sé staðið að blóðgun, slægingu, þvotti og kælingu (Matís, 2010).

Markmið verkefnisins var að athuga hvort hægt væri að auka blæðingu þorsks með því að nota hljóðbylgjur áður en hann færi í gegnum hefðbundið ofurkælingarferli um borð í ferskfisktogara. Svo hægt væri að ná tilsettu markmiði var framkvæmd tilraun þar sem áhrif hljóðbylgja á blæðingartíma var rannsakaður. Í tilrauninni var notast við tvo tilraunahópa,

tilraunahópur A og tilraunahópur B. Tilraunahópur A fór í hljóðbylgjuker áður en hann fór hefðbundna leið í gegnum Rótex tankana um borð á vinnsludekki ferskfisktogaras Málmey SK1, á meðan tilraunahópur B fór hefðbundna leið í gegnum Rótex tankana. Báðir tilraunahópar voru blóðgaðir og slægðir á sama hátt. Þegar fiskurinn hafði lokið við ferlið um borð var honum komið fyrir í lest skipsins. Aflaum var síðan landað og hann metinn í frystihúsi FISK Seafood á Sauðárkróki, þar sem teknar voru mælingar með Minolta litmæli ásamt ferskleika og gæðamati. Með því að fá fiskinn til að blæða betur, er verið að tryggja betra og verðmætara hráefnið. Hljóðbylgjutækni hefur verið notuð á ýmsan hátt í matvælaíðnaði en ekki er vitað til þess að henni hafi verið beitt áður til þess að örva blóðflæði fiska (Madhu, Sai Srinivas, Srinivas og Jain, 2019). Einnig er þekkt að sjúkraþjálfara bjóða skjólstæðingum sínum upp á hljóðbylgjumeðferðir sem hugsaðar eru til auka blóðflæði vöðvanna.

Þetta verkefni var unnið í samstarfi við FISK Seafood á Sauðárkróki, tilraunin var framkvæmd um borð í ferskfisktogaranum Málmey SK1 sem FISK Seafood gerir út.

Í tilrauninni var leitast svara við eftirfarandi rannsóknarspurningu:

*Hvaða áhrif hafa hljóðbylgjur á örvun blæðingar fiska?*

## 2 Bakgrunnur

Í þessum kafla er fjallað um þorsk, vinnsluferli um borð, hljóðbylgjur og gæðabætti.

### 2.1 Þorskur (*Gardus morhua*)

Á Íslandsmiðum hefur þorskur verið mikilvægasta nytjategundin í gegnum aldanna rás og þar af leiðandi hefur hann skilað mestum verðmætum í þjóðarbúið (Hagstofa Íslands, 2020). Á síðasta ári voru til að mynda veidd rúmlega 132 þúsund tonn af þorski og var aflaverðmæti þeirra veiða tæplega 60 milljarðar kr. (Hagstofa Íslands, 2020).

Gæði og nýting þorskafurða fer eftir því í hverskonar ástandi þorskurinn er í þegar hann er veiddur. Margskonar líffræðilegir þættir geta orsakað breytingar í ástandi og efnasamsetningu þorsks, m.a. næringarástand sjávar, aldur, árstíð og veiðislóð. Hráefnið er mjög breytilegt eftir því hvar það veiðist, t.a.m. vegna aðgengi að fæðu og eiginleikum eftir stofnunum ásamt breytileika í umhverfisþáttum (Kristín Anna Þórarinsdóttir, Helga Gunnlaugsdóttir, Jónas R. Viðarsson og Sigurjón Arason, 2012).

Þorskur er talin vera magur fiskur þar sem fituinnihald hans er oftast nær 0,1-0,8%, fituforði hans er því einungis geymdur í lifur (Kristín Anna Þórarinsdóttir o.fl., 2012). Samkvæmt rannsóknum Matís á efnainnihaldi þorsks þá innihalda mismunandi hlutar flaksins misjafnt hlutfall næringarefna. Í þunnildum er almennt meiri fita en í öðrum hlutum flaksins. Þá er talsvert hærra fituinnihald í sporðinum heldur í hnakkastykki og miðju flaksins. Vatnsinnihald þorsksins er breytilegt, og tekur mið af því hvaða hluta flaksins er horft til. Þá er þorskurinn mjög próteinríkur matur þar sem hann inniheldur í kringum 16-20% (Kristín Anna Þórarinsdóttir o.fl., 2012).

## 2.2 Hljóðbylgjur

Hljóðbylgjur hafa tíðnir sem geta borist í gegnum bæði gegnheilt efni og vökva. Hljóðbylgjur eru með háa tíðni, yfirleitt í kringum 20 kHz sem gerir mannfólki ómögulegt að greina þær (Sonotec, e.d).

Í mörg ár hafa hljóðbylgjur verið notaðar í rannsóknir og greiningar í matvælaíðnaði. Á síðasta áratugi hafa orðið miklar framfarir í þeim efnum og fer notkun hljóðbylgja sífellt vaxandi þar (Madhu, Sai Srinivas, Srinivas og Jain, 2019). Á undanförunum árum hefur eftirspurn eftir lengri geymslupólstíma ferskra afurða aukist (Ohlsson og Bengtsson, 2002). Með tilkomu hljóðbylgja hefur verið hægt að svara því kalli (Ohlsson og Bengtsson, 2002). Þar sem hljóðbylgjur eru tiltöluleg ódýr og einföld tækni þar sem ekki þarf háþróaðar vélar til að geta nýtt sér þá eiginleika sem hljóðbylgjur hafa upp á að bjóða. Helstu eiginleikar hljóðbylgja í matvæla iðnaðinum eru að auka framleiðsluhraða, lágmarka alla vinnslu hráefnisins, lengja geymslupól ferskra afurða, hámarka og tryggja gæði afurðanna t.d. með því að lágmarka næringartap hráefnisins og koma í veg fyrir að hráefni missi bragð sitt. Einnig fæst einsleitara hráefni með notkun hljóðbylgja sem hefur margvíslega kosti í för með sér fyrir neytandann, þar sem hann getur gengið að því nokkuð vísu að hráefnið sem hann kaupir uppfyllir alltaf sömu gæðin (Madhu, Sai Srinivas, Srinivas og Jain, 2019).

Hljóðbylgjur hafa verið notaðar í ýmsum tilgangi, allt frá sjúkrabjálfun (Physiopedia, e.d), við vatnshreinsun (Chen, Weavers og Walker, 2005), og í ýmsum iðnaði (Ohlsson og Bengtsson, 2002). Tíðni hljóðbylgja sem notaðar eru, eru misjafnar t.d. þá nota sjúkrabjálfarar í flestum tilfellum hljóðbylgjur sem eru á bilinu 1,0 – 3,0 MHz (Physiopedia, e.d). Hljóðbylgjur á þeirri tíðni hafa verið að nota til að draga úr bólgum í vefjum, minnka eymsli og spennu í vöðvum ásamt því að auka gróanda vefja. Það hefur sýnt sig að notkun þessara hljóðbylgja í slíkar verkjameðferðir hefur verið að skila betri árangri við losun vöðvaspennu (Sigrún Baldursdóttir, 2007). Við vatnshreinsun hefur verið notast við 20 kHz hljóðbylgjur (Chen, Weavers og Walker, 2005). Í matvælaíðnaði valda örverur og efnahvörf því að matvæli fara skemmast, með hljóðbylgjum er hægt að drepa óæskilegan örveruvöxt og lengja þannig líftíma hráefnisins (Ohlsson og Bentsson, 2002). Þá hefur gerilsneyðing og hreinsun matvæla t.d. orma og mygluhreinsun verið prófuð með hljóðbylgjum með góðum árangri (Ohlsson og Bentsson, 2002). Rannsóknir sem hafa verið gerðar með hljóðbylgjur í matvælaíðnaði sýna að í flestum

tilfellum eru matvæli að koma betur út eftir að þau voru prófuð með hljóðbylgjum heldur en þau voru að koma út án þeirra. Því má með sannni segja að hljóðbylgjur séu framtíðin (Ohlsson og Bengtsson, 2002).

Þá er einnig hægt að nota hljóðbylgjur í annars konar tilgangi t.d. hafa mörg fiskveiðiskip og bátar sónartæki um borð þar sem hljóðbylgjur eru notaðar til að finna fiskitorfur, en þá sendir sónarinn frá sér hljóðbylgjur og þær endurkastast frá loftinu sem er í sundmaga fiskanna. (Munnleg heimild, Hörður Sævaldsson 13.nóvember 2019). Hljóðbylgjur og endurkast þeirra má einnig nota til þess að kortleggja dýpt heimshafana og þar af leiðandi geta skip forðast rif, sandeyjar og aðrar grynningar (Berg, R., E. e.d).

## 2.3 Fiskveiðar og vinnsluferli um borð

### Ofurkæling í matvælaíðnaði

Matvæli á borð við kjöt, mjólkurvörur og sjávarafurðir flokkast sem viðkvæmar afurðir, því hefur ofurkæling verið notuð til kælingar á þessum afurðum (Gabas, Telis-Romero og Telis, 2003). Ofurkæling verið notuð fyrir viðkvæm matvæli til þess að auka geymsluþol ferskra afurða og draga úr spillingu og matarsóun afurðanna (James og James, 2010). Ef rétt er staðið að allri kælingu í gegnum ferlið, þ.e.a.s. frá ofurkælingu til neytandans, má áætla að búið sé að lengja geymsluþol hráefnisins um nokkra daga og draga þar af leiðandi úr matarsóun. Ef kælingu er hins vegar ábótavant í ferlinu gæti það leitt til þess að óæskilegur örveruvöxtur kemst á skrið, og ef það gerist eyðileggst hráefnið og neytandinn gæti veikst ef hann neytir vörunnar (Stonehouse og Evans, 2015).

Með ofurkælingu er leitast við að kæla fiskinn niður fyrir  $-0,8^{\circ}\text{C}$  án þess að nokkur ís komi þar við sögu. Rannsóknir hafa sýnt fram á að fiskur sem fer í gegnum ofurkælingu hafi almennt stífara hold en fiskur sem hefur farið í gegnum hefðbundið kæliferli, þar sem ís er notaður til kælingar (Stevik og Claussen, 2011; Valtysdóttir, Margeirsson, Arason, Lauzon og Martinsdóttir, 2010). Helstu eiginleikar ofurkælingarinnar eru að hún framlengir geymsluþol og hægir á ferli dauðastirðnunar og þeim áhrifum sem hún kann að valda, þ.e.a.s. samdrátturinn verður minni og þar af leiðandi losið í flökunum líka (Gunnar Þórðarsson og Sigurjón Arason, 2018).

## Ofurkæling og blæðing um borð í fiskiskipum

Matís ohf. gaf út skýrslu í janúar 2014, sem fjallar um blóðgunarkerfi fyrir smábáta. Í tilrauninni var notast við þorsk sem veiddur var í tveimur veiðiferðum á línubátnum Fríðu Dagmar, en hún er 15 tonna dagróðrabátur á línu. Veiðiferðirnar voru farnar í júní og ágúst. Í hvorum róðrinum fyrir sig voru mismunandi aðferðir notaðar við blóðgun og frágang. Markmið tilraunarinnar var að meta hvort fiskur sem færi í Rótex tanka myndi blæða betur heldur en með hefðbundinni aðferð um borð þ.e.a.s. að fiskurinn sé blóðgaður beint af línunni ofan í krapaker í lestinni (Sigurjón Arason, Gunnar Þórðarson, Magnea Karlsdóttir, Albert Högnason og Guðbjartur Flosason, 2014).

Niðurstöður tilraunarinnar sýndu að fiskur sem veiddur var í júní og látin blæða í Rótex tanki hafði töluvert minni rauðan lit í flökunum heldur en fiskur sem blæddi á hefðbundinn hátt. Niðurstöðurnar úr veiðiferðinni sem farin var í ágúst, sýndu ekki eins afgerandi niðurstöður í lit flakanna eins og niðurstöðurnar úr júní veiðiferðinni. Í seinni veiðiferðinni var rauður litur í flökum sambærilegur milli tilraunahópa og því ekki hægt að tala um tölulega marktækan mun (Sigurjón Arason o.fl., 2014).

Ef niðurstöður beggja tilraunahópa voru bornar saman, mátti sjá að flökin sem látin voru blæða í Rótex tankinum voru yfirleitt betur blædd, og þar af leiðandi mun hvítari heldur en samanburðarhóparnir. Út frá þessum niðurstöðum var dregin sú ályktun að úr Rótex tankinum væru gæði flakanna stöðugri miðað við flök sem látin voru blæða í krapa (Sigurjón Arason o.fl., 2014).

Gerðar hafa verið rannsóknir á ferskleika fiskafurða sem hafa farið í ofurkælingu þar sem viðmiðunarhópurinn, fer í hefðbundna kælingu á ís. Samkvæmt niðurstöðum rannsóknar sem Matís birti grein um árið 2019 kom í ljós að fiskur sem hafði farið í gegnum ofurkælingu var almennt í betri gæðum heldur en fiskur sem fór í hefðbundna kælingu. Eftir að ofurkældi fiskurinn var flakaður sýndu niðurstöður skynmatsins að hann hélst alla jafna ferskari í 2-4 daga lengur, og geymsluþol hans hafði lengst um þrjá daga, samanborið við fiskinn sem var kældur á hefðbundinn hátt (Eliasson, Arason, Margeirsson, Bergsson og Palsson, 2019b).

Þá hefur rannsókn einnig sýnt að ofurkælt hráefni sé betur í stakk búið að takast á við alla meðhöndlun við vinnsluna sem skilar þar af leiðandi betri gæðum í flakavinnslu og betri afurðaflokkun. Erfiðlega hefur þó gengið að hausa, flaka og roðdraga aflann þar sem

tækjakostur hentar ekki ofurkælda hráefninu (Gunnar Þórðarson og Sigurjón Arason, 2018). Séu ofurkæld flök borin saman við flök sem kæld voru á hefðbundin hátt er ekki einungis útlitsmunurinn sem skilur þau að, heldur einnig staðreyndin að losið reyndist vera mun minna í þeim flökum sem höfðu verið ofurkæld. Með tilkomu ofurkælingarinnar hefur verið sýnt fram á að hægt er að fá einsleitara hráefni sem hefur gríðarlega jákvæð áhrif í för með sér. Með einsleitara hráefni verða afköst á manntímamun meiri fyrir vinnsluna heldur en ef um breytilegt hráefni væri að ræða (Gunnar Þórðarson og Sigurjón Arason, 2018).

## Ofurkæling og blæðing um borð í Málmei SK1

Þann 11. desember 2014, lagðist Málmei SK1 að bryggju á Akranesi. Þá var skipið nýkomið til landsins úr viðamiklum endurbótum frá Póllandi, þar var skipinu breytt úr frystitogara í ferskisktogara. Ástæða komu Málmeijar til Akranes var uppsetning á nýjum búnaði um borð til meðhöndlunar á fiski. Málmei er fyrsta skipið í heiminum sem skartar nýrri og byltingarkenndri vinnslu og kællilínu, því má segja að um þróunarverkefni hafi verið að ræða (Fiskifréttir, 2015).

Þrjú Rótex tankar eru um borð í Málmei og þá er að finna á vinnsluþilfari skipsins, og er lengd hvers tanks fyrir sig um 14 m. Í hverjum tanki er að finna skrúfu eða snigill sem snýst rólega. Á meðan snigilinn snýst myndar hvert bil á sniglinum hólf þar sem allt að 300 kg afla geta farið ofan í. Sjó og saltupplausn er í hverjum tanki fyrir sig og er hverjum tanki jafnframt skipt í þrjú hluta (Sóknarfæri, 2015).

Vinnslulínan í Málmei er saman sett af; slægingaraðstöðu, fiskflokkunarbúnaði og þremur línunum af Rótexum. Í hverri sniglalínu eru síðan þrjár gerðir af sniglum. Upphaflega hugmyndin var sú að kæla fiskinn í þremur þrepum; forkæling, kæling og enda síðan á ofurkælingunni áður en fiskurinn færi í fisklestina (Skaginn 3X, 2019).

Þegar verið var að hanna vinnslulínurnar í Málmei var sú hugmynd uppi að öllu blóði skyldi náð úr fiskholdinu strax að lokinni blóðgun og slægingu. Til að hægt væri að verða við því var sérstakt stigafæriband smíðað sem nefnt var forblæðiband, það var bæði stórt og þungt band sem útbúið var með stórru sjódælu (18 kW) og tilheyrandi sjóspísum. Fiskurinn var fluttur í rennu þar sem þvo átti fiskinn undir miklum þrýstingi og í miklu sjómagni, þannig væri tryggt að allt blóð næðist úr fiskholdinu áður en fiskurinn yrði sendur í kæli-sniglana. Við fyrstu prófanir á þessari nýju blæðitækni kom strax í ljós að þessi aðferð gekk engan veginn upp. Niðurstaðan

eftir fyrstu prófanirnar var sú að fisknum hafði lítið sem ekkert blætt þegar hann kom úr forblæðibandinu. Ýmsar tilraunir voru gerðar fyrstu mánuðina til að bæta færibaldið og búnað þess, en þær tilraunir virtust allar andvana fæddar og á endanum var færibaldið híft í land og venjulegt stigaband sett í staðinn (Gunnar Sigurðsson, munnleg heimild, 21. september 2017).

Rótex tankarnir eru allir útbúnir með sjódælum sem ætlaðar eru til að dæla sjónum sem er í Rótex tönkunum í gegnum varmaskipta og svo aftur inn á Rótex tankanna, þessar sjódælur eru eingöngu ætlaðar til þess að kæla sjóinn í tönkunum. Enn á ný hófust tilraunir með það markmið að reyna nýta þessar sjódælur til að hrista og bylta fisknum þannig að blæðingin yrði sem best. Einnig voru nýjar sjólagningar lagðar í blæði Rótexana, frá stórum sjódælum í vélarúmi til þess að auka á sjóskipti í blæðis rótexunum. Gerðar voru tilraunir með ýmsar gerðir af spísum í þrýstirörum frá hringrásardælunum til þess að sjórinn í Rótexnum yrði sem mest ólgandi til að skapa hringstraum þannig að fiskurinn hentist til og frá í Rótexnum. Við þetta batnaði blæðingin verulega en þrátt fyrir það var árangurinn ekki ásættanlegur. Því var farið í það að stækka hringrásardælurnar, svo að hægt væri að fá meiri kraft og meira magn af sjó væri á ferðinni í Rótexunum. Þessi aðferð hafði verulega áhrif á blæðinguna til hins betra. (Gunnar Sigurðsson, munnleg heimild, 21. september 2017).

Af þessu blæðingarbasli í Málmei hafa menn lært mikið varðandi hvernig best er að láta fiskinn blæða, og eru nýjustu millidekks kerfin sem Skaginn 3X er að setja upp um þessar mundir nú með sérstökum mekanískum þvottavélatromlum sem sjá um að vaggja fisknum fram og aftur á meðan að blæðingin á sér stað (Skaginn 3X, e.d)

Aftast á vinnsludekki er fiskmóttaka og slægingar aðstaðan, þar er fiskurinn blóðgaður og slægður. Eftir það fer fiskurinn í gegnum myndgreiningarferli þar sem hann er flokkaður eftir stærð og tegund. Þá fer fiskurinn í svo kallaðan blæði Rótex, þar sem blæðing á sér stað og tekur það ferli um 20 mínútur. Eftir að fiskurinn er búin í blæði Rótexnum má segja að ofurkælingarferlið hefjist. Aflinn fer þá í kælihol og er þar settur í 0° C, og það ferli getur tekið allt að 30 mínútur. Eftir að aflinn hefur verið í -1° C köldum sjó í kæliholfinu í 30 mínútur flyst hann áfram með sniglinum í þar til gert ofurkælingarhólf. Ferlinu lýkur þar þegar aflinn fer í gegnum saltþækil upplausn sem er -3° C, það er hin eiginlega ofurkæling sem tekur ekki nema 15 mínútur og þegar hún er yfirstaðin er áætlað að aflinn sé komin í -0,5 til -1° C, og þar með lýkur ferli aflans í gegnum Rótex tankinn. Það má því segja að ofurkælingarferlið taki um það bil klukkutíma. Við enda hvers tanks er síðan færiband sem tekur á móti aflanum og flytur hann



í rennur niður í lest, þar taka á móti honum lestarmenn og raða honum í þar til gerð ker (Sóknarfæri, 2015)

## 2.4 Gæðarættir í fiskiðnaði

### Gæðamat á heilum fiski

Quality Index Method (QIM) er gæðastuðulsaðferð sem byggist á nákvæmni og hlutlægu skynmati á gæðum og ferskleika fyrir heilan fisk (QIM-eurofish, e.d). QIM hefur hlotið sívaxandi vinsælda í Evrópu á undanförunum árum, gæði eru metin út frá lykt og lit á tálknum og losi. Þessum þáttum er gefinn einkunn frá 0-3 og það skráð. Einkunnir fisksins eru síðan lagðar saman og við það myndast heildareinkunn fisksins og það með gæðastuðull hans (Bonilla, Sveinsdóttir og Martinsdóttir, 2007).

Gæðapáttur		Lýsing	Einkunn
Útit, áferð	Roð	Skært, frísklegt	0
		Upplit aðir blettir, einkum á uggum og sporði	1
		Matt, upplitað og/eða gulleitir blettir	2
	Áferð	Í dauðastirónun	0
		Hold réttir sig undan fingri	1
		Hold réttir sig hægt	2
		Hold réttir sig ekki	3
Augu	Tærleiki	Tær, gegnsæ	0
		Fremur mótt	1
		Mött	2
	Form	Kúpt	0
		Flöt, aðeins sokkin	1
		Sokkin	2
	Litur	Svartur	0
		Gráleitur hringur	1
		Grár	2
Tálkn	Litur	Eðlilegur rauður	0
		Aðeins ljósari, upplituð	1
		Upplituð, brúnleitir blettir	2
		Brun, mjög upplituð	3
	Lykt	Fersk, þörungá-, málm-, skelfisklykt	0
		Hlutlaus, nýslegið gras, vottur af fúkka	1
		Malt, bjór, ger, brauð, mjólkursýra, súr mjólk	2
		Ediksýra, úldin, brennisteinn	3
	Slím	Tært	0
		Mjöllurlítuð	1
Mislitt, kekkið		2	
Flök, skurðsár	Litur á holdi	Eins og gegnsætt, bláleitt	0
		Mjöllurlítuð, gráleitt	1
		Mislitt, gulir brúnir blettir	2
Blöð í kviðarholi	Litur á blóði	Friskur, rauður	0
		Dökkrauður	1
		Brúnleitur	2
<b>Gæðastuðull</b>			<b>0-23</b>

Mynd 1: Einkunnarstigi eftir gæðastuðulsaðferð, QIM. Í þessu einkunnakerfi er notast við skalann 0-3 þar sem 0 er besta einkunn en 3 lakasta. Í lok einkunnagjafar eru stigin lögð saman og gefur það til kynna ferskleika fisksins (Matis, e.d).

FISK Seafood vinnur skv. (IFS) International Food Standard (FISK Seafood, e.d). Þar af leiðandi vinna þeir eftir ákveðnu gæðamati til að tryggja gæði hráefnisins sem kemur til vinnslu. Í þessu mati er notast við Torry skema auk skynmatshandbókar Matís.

## Skynmat á heilum fiski

Skynmatsaðferðin er fljótleg, en á móti kemur að hún gefur ekki mjög greinargóðar upplýsingar um ástand hráefnisins. Ef gæðaeinkenni fisksins stangast á getur reynst erfitt að meta hann, en þá skal notast við lykt og útlit tálkna, því þau eru alla jafna best til að ákvarða ferskleika fisksins (Matís, e.d)

Extra	A	B	Óhæft	
		<i>Útlit:</i>		
<b>Roð</b>	Skært, glitrandi, litríkt	Minnkandi litbrigði, vottur af upplitun	Litlítið, nokkur upplitun	Litlítið, upplitað, sendið
<b>Augu</b>	Kúptur svartur augasteinn, tær, gagnsæ hornhimna	Flöt, örlítið grá-leitur augasteinn, örlítið skýjuð hornhimna	Aðeins innfallin, grár augasteinn, skýjuð hornhimna	Alveg sokkin, grár augasteinn, mjólkurlituð horn-himna
<b>Tálkn</b>	Skær litur, ekkert slím	Daufari litur, tært slím	Upplituð, mislit, skollitað slím	Gulleitt, mjólkurlitað slím
<b>Hold</b>	Bláleitt, eins og gegnsætt	Vaxlitað, dauft	Aðeins mjólkurlitað	Mjólkurlitað
<b>Litur við hrygg</b>	Litlaust	Örlítið bleikt	Bleikt	Rautt
<b>Líffæri</b>	Nýru og blóð skærrautt	Nýru daufari, blóð mislitt	Nýru og blóð: ljósrautt	Nýru og blóð: brúnt
		<i>Ástand:</i>		
<b>Hold</b>	Stinnt, fjaðurmagnað	Réttir sig hægt (ekki eins fjaðurmagnað)	Linara, lítið fjaðurmagnað	Lint
<b>Hryggur</b>	Mjög fastur við hold	Fastur við hold	Fremur auðvelt að rífa frá holdi	Laus frá holdi
<b>Þunnilda-himna</b>	Erfitt að rífa frá holdi	Föst við hold	Fremur auðvelt að rífa frá holdi	Laus frá holdi
		<b>Tálkn, roð:</b>		
<b>Tálkn, roð, kvíðarhol</b>	Skelfisks-, þörungalykt	Engin lykt, hlutlaus	Aðeins súr	Súr

Mynd 2: Ferskleikaflokkun á hvítum fiski. Þetta einkunnarkerfi gefur ekki miklar upplýsingar um ástand hráefnisins, en hún er engu að síðu mjög fljótleg til að gæðameta heilan fisk (Matís, e.d)

Skynmat fylgir ákveðnu kerfi þegar kemur að því að meta útlit, bragð, lykt og áferð matvæla. Þegar verið er að nota skynmat til að meta matvæli er mikilvægt að geta notað skynfæri mannsins þ.e. lyktar-, bragð-, sjón-, hreyfi-, heyrnar og snertiskyn svo hægt sé að meta gæði matvæla. Skynmat er tæki sem gerir verkstjórum fiskvinnsla kleift að ráðstafa hráefni eftir ástandi þess, sérstaklega ef verið er að vinna með eldra hráefni eða hráefni sem einhverra hluta vegna er ekki eins ferskt og það ætti að vera, þá er hægt að vinna það áður en hráefni sem er ferskara er unnið. Mikilvægt er að þeir sem koma að gæðaeftirlitinu vinni á hlutlægan hátt og

séu samkvæmir sjálfum sér, þeir verða temja sér ákveðnar reglur s.s. hver leyfilegur mismunur sé milli lota og hver mismunur sé innan hvernar lotu (Matís, 2015)

## Litur

Til að fá sem besta mögulega hráefni er einn lykilþáttur að rétt sé farið að blóðgun og blæðingu aflans. Fyrir útlit fiskafurða skiptir blóðgun miklu máli, einkum vegna þess að gæða og geymsluþol fjölmargra tegunda rýrna ef blóðgun og slæging á sér ekki stað (Valdimar Ingi Gunnarsson, 2001). Fiskur sem ekki hefur náð að blóðtæma sig nægilega vel verður fyrir gæðarýrnun, ef horft er til þorskafurða verður hráefnið bleikt að lit, en það er ekki ákjósanlegt. Sé vandað til verks færst ekki aðeins besta hráefnið heldur eykst virði fisksins samhliða því, þ.e.a.s. kaupandi er tilbúin að borga hærra verð fyrir fiskinn heldur en fyrir fisk sem er illa blæddur (Magnea G. Karlsdóttir, o.fl., 2014).

Rannsóknir hafa sýnt fram á mikilvægi þess að blóðga lifandi fisk og að hann fái að blæða út í sjó (Olsen, Joensen, Tobiassen, Heia, Akse og Nilsen, 2014). Þá er einnig til bóta ef hreyfing er á sjónum á meðan fisknum er að blæða, því hreyfingin hjálpar til við blóðtæmingu (Magnea G. Karlsdóttir, Nguen Van Minh, Sigurjón Arason, Aðalheiður Ólafsdóttir, Paulina E. Romotowska, Arnljótur B. Bergsson og Stefán Björnsson, 2014). Á meðan fisknum er að blæða, skal hann kældur með það markmið að verið sé að lengja blóðstorknunar- og dauðastirðunartímann sem hjálpar til við að minnka los í fiskholdi (Magnea G. Karlsdóttir o.fl., 2014)

Framkvæmd var tilraun í samstarfi við HB Granda, Samherja og FISK Seafood, markmið rannsóknarinnar var að meta áhrif blæðingarferla um borð í fiskiskipum og ofurkælingu á þorski og ufsa. Niðurstöðurnar tilraunarinnar leiddu í ljós að því lengri sem biðtíminn var frá því að veiðarfærið hafði verið híft og þar til fiskurinn hafði verið blóðgaður og slægður, þeim mun verr tókst honum að blóðtæma sig. Niðurstöðurnar sýndu að fiskur sem hafði verið í móttöku skipsins í eina klukkustund eða lengur gaf af sér dekkri flök heldur en fiskur sem hafði verið blóðgaður og slægður eins fljótt og auðið var, helst innan 30 mínútna frá því hann kom í móttöku skipsins. Það kom líka í ljós að fiskurinn var að blóðtæma sig best í ókældum sjó í a.m.k. 12 mínútur (Eliasson o.fl., 2019a)

## Meðferð og los

Um leið og fiskur hefur verið drepinn byrjar skemmdarferil, ýmsar efnabreytingar af völdum örvera og ensíma byrja að mynda óæskilega lykt og bragð. Ef ekki er hugað að hreinlæti og góðri kælingu gerast þessar efnabreytingar mjög hratt (Ásbjörn Jónsson, Magnea G. Karlsdóttir, Jóna Sigríður Halldórsdóttir, Inga Rósa Ingvadóttir, Snorri Karl Birgisson, Hildur Inga Sveinsdóttir, Málfríður Bjarnadóttir, Paulina Elzbieta Wasik og Sigurjón Arason, 2018). Geymsluþol getur minnkað ef blóð er til staðar, þar sem blóð er góður forði fyrir gerla. Því skiptir miklu máli að fiskurinn sé blóðgaður eins fljótt og auðið er eftir að hann kemur um borð. Hægt er að hægja á starfsemi skemmdargerla með góðri kælingu, þá er góð kæling einnig lykillinn að því að fiskurinn er lengur í dauðastirðnun en annars (Digre, Hansen og Erikson, 2010).

Þegar vöðvi stífnar dregst hann saman, sem veldur því að beinagrindin og bandvefurinn fara að vinna á móti herpingunni. Við það verður spennan í vöðvanum of mikil, og á endanum gefur bandvefurinn sig með þeim afleiðingum að los kemur í fiskinn. Nokkrir utanaðkomandi þættir geta valdið því að los verður, t.d. slæm meðferð fiska um borð er nánast trygging þess að los myndast í flaki, slæm meðferð getur verið að fisknum sé kastað í þvottaker eða hann verður fyrir troðningi. Þá skiptir hitastig fisksins máli þegar hann byrjar að stirðna, því eftir hærra sem hitastigið er því meira verður losið. Ástand fisksins helst líka í hendur við það hversu mikið los verður, þá verður einnig meira los í minni fiskum en þeim sem stærri eru. Ástæðan fyrir því er ekki vituð með vissu, en talið er að það sé vegna þess að í stærri fiskum er bandvefurinn þykkari, stærri og að öllum líkindum sterkari (Valdimar Ingi Gunnarsson, 2001).

Talið er að togveiðar hafi ekki góð áhrif á gæði fiska, sérstaklega eftir því sem togtíminn er lengri og meira magn af afla kemur í veiðarfærið (Digre, Hansen og Erikson, 2010). Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins gerði tilraun með mismunandi togtíma veiðarfæris og gæði hráefnis, annars vegar þorskur sem fenginn var úr hali þar sem togtíminn var 1,5 klst og hins vegar þorskur sem fenginn var úr hali eftir 4,5 klst. Niðurstöðurnar sýndu að styttri togtími hafði ekki einungis áhrif á betri flakanýtingu hráefnisins heldur jókst einnig vinnslunýting snyrtra flaka (Jón Heiðar Ríkarðsson og Rúnar Birgisson, 1995). Niðurstöður þeirra rannsókna er að hráefni sem fengið er úr hali með lengri togtíma, er talið verða fyrir meira hnjaski og þar af leiðandi verði hráefnið lausara í sér og tapi meira af vökva en ef togtíminn er stuttur (Jón Heiðar Ríkarðsson og Rúnar Birgisson, 1995). Einnig hefur verið gerð tilraun til að meta áhrif togveiða

á þorsk og ýsu, niðurstöður úr þeirri tilraun sýndu að ef meira en 5 tonn veiddust í einu hali þá voru ytri áhrifin fljót að koma í ljós t.d. virtist fisknum blæða seinna og geymsluþol hans rýrnaði. Einnig mátti sjá að veiðarfæri sem híft var eftir 5 klst., og innihélt ekki of mikið magn af afla var fiskurinn ekki byrjaður í dauðastiðrnun heldur hófst hún u.þ.b. 5 klst., eftir að fiskurinn kom um borð og náði hámarki eftir 21 klst., sem gefur vísbendingu um að fiskurinn hafi ekki orðið fyrir miklu hnjaski eða álagið áður en hann deyr, sem gefur sterkar vísbendingar þess að langur togtími og mikill afli í veiðarfæri fari ekki vel saman við gæði, lit og los flaka (Digre, Hansen og Erikson, 2010).

## 3 Framkvæmd

### 3.1 Framkvæmdalýsing

Tilraunin var framkvæmd um borð í Málmey SK1 þann 14.03.20. Teknir voru 64 fiskar, sem skipt var í tvo hópa: 32 fiskar fóru í hljóðbylgjukerið og 32 fiskar fóru hefðbundna leið í gegnum Rótex tankana um borð í Málmey. Framkvæmdar voru 6 tilraunir, sem allar höfðu mismunandi tíma í slægingu og tíma í hljóðbylgjukeri. Fiskurinn var valin eftir stærð af slægingarfæribandinu, 10 – 12 fiskar fyrir hverja tilraun, fiskarnir voru blóðgaðir og slægðir í sama handtaki. Í hverri tilraun fór einungis helmingur fiskanna sem valin var af slægingarfæribandi í hljóðbylgjukerið, sem hér eftir verður nefndur „tilraunahópur A“ á meðan hinn helmingurinn, sem hér eftir verður nefndur „tilraunahópur B“ fór hefðbundna leið í gegnum blæði- Rótex tankinn og þaðan áfram í gegnum kæli-rótex tankana. Tilraunahópur A var látin vera í ákveðinn tíma í hljóðbylgjukerinu; 15, 20 eða 30 mínútur eftir því hvaða tíma hann hafði í slægingu, á meðan tilraunahópur A var látin vera í hljóðbylgjukerinu var tilraunahópur B blóðgaður og slægður og merktur „tilraunahópur B“, og honum síðan komið fyrir í blæði-Rótex tankinum þaðan sem hann hélt sína leið í gegnum tankinn.

Þegar tilraunahópur A hafði klárað sinn tíma í hljóðbylgjukerinu var hann lengdar og þyngdarmældur og síðan merktur „tilraunahópur A“, að því búnu var honum komið fyrir í kæli Rótex tankinum þar sem hann hélt sína leið í gegnum tankinn. Þegar tilraunahópur B hafði klárað að fara í gegnum Rótex tankana voru fiskarnir teknir af frátökubandi þar sem þeir voru lengdar og þyngdarmældir áður en þeir voru færðir í lestina. Þegar tilraunahópur A hafði klárað að fara í gegnum Rótex tankinn voru fiskarnir teknir af frátökubandi og færðir í lestina, hitastigið í lestinni er um -1°C. Í lestinni var þeim komið fyrir í sérmerktu kerri svo hægt væri að halda utan um prufurnar fyrir frekari athuganir.

Aðfaranótt mánudagsins 16.03.20 kom Málmey SK1 til hafnar í Grundarfirði. Að morgni mánudagsins var öllum aflu skipsins landað í Grundarfirði og kerunum komið fyrir í flutningabílum Vörumiðlunar sem sáu um að koma hráefninu í frystihús FISK Seafood á

Sauðárkróki. Fyrir flutning var ísað yfir aflann og í frystihúsi FISK Seafood var aflinn geymdur í móttökukæli sem er keyrður á 0°C.

## 3.2 Hráefni og tilraunahópar

Tafla 1: Hér fyrir neðan má sjá helstu upplýsingar um aðstæður við veiðar á þeim fiski sem notast var við í tilrauninni. Þessir þættir geta allir á einn eða annan hátt haft áhrif á gæði fiskholds.

	Tog nr: 18. (4B)	Tog nr: 19. (4C)
Veiðislóð	Jökuldýpi	Jökuldýpi
Kastað kl:	01:30	06:21
Staðsetning við köstun:	63°47'28 N	63°54'44 N-
Híft kl:	05:40	08:40
Staðsetning við hífingu:	63°53'22 N	64°03'34 N-
	24°19'06 V	24°17'92 V
Sjólag	Kaldi	Kaldi
Vindur:	12 m/sek	14 m/sek
Vind stefna:	333°	358°
Dýpi	189 faðmar	193 faðmar
Hitastig við botn	6,2°C	6,2°C
Hitastig í hljóðbylgjukeri	6,5°C	6,5°C
Afli Þorskur	8400 kg	9100 kg
Afli Ýsa	700 kg	350 kg
Afli Ufsi	350 Kg	0 Kg
Afli Karfi	285 Kg	0 Kg
Aflamagn samtals:	9735 kg	9450 kg

Í töflu 1 má sjá allar helstu upplýsingar um aflamagn og togin tvö, sem notast var við í tilrauninni. Notast var við tog nr. 18 og nr. 19. Í tilrauninni var reynt að stýra aðstæðum þannig að sem minnstur munur væri á milli toga. Ákveðið var að veiða fiskinn á sama veiðisvæði, með eins stuttu millibili og hægt væri, reyna að hafa hölin svipað stór og aflann eins einsleitan og hægt er.

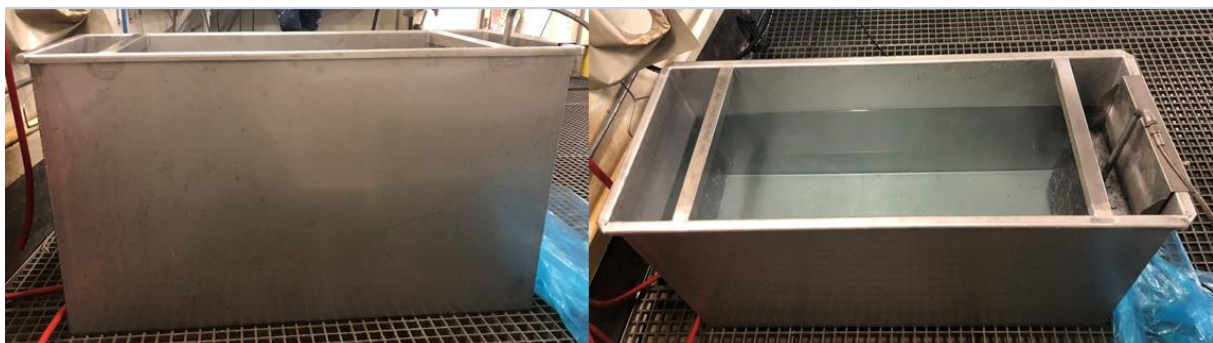
Tafla 2: Upplýsingar um tilraunahópa

Tilrauna hópur	Fjöldi í hverjum hópi	Meðal lengd (cm)	Meðal þyngd (kg)	Tími í hljóðbylgju keru	Tími í slægingu	Hol nr.
1.A	5	79,2	3,5	20	20	18
1.B	5	79,6	3,3	-	20	18
2.A	6	77,7	3,3	15	40	18
2.B	6	73,3	2,8	-	40	18
3.A	5	82,4	4,2	30	60	18
3.B	5	80,0	3,9	-	60	18
4.A	6	76,5	3,1	15	10	19
4.B	6	80,2	3,4	-	10	19
5.A	5	77,2	3,2	20	40	19
5.B	5	82,2	3,9	-	40	19
6.A	5	77,4	3,5	30	70	19
6.B	5	80,2	3,7	-	70	19

Í töflu 2 má sjá yfirlit yfir tilraunahópana sem notast var við, við gerð tilraunarinnar. Tilraunahópar A fóru í gegnum hljóðbylgjukerid en tilraunahópar B í hefðbundið blæðingarker í Málmey.

### 3.3 Tilraunaker og hljóðbylgjubúnaður

Hljóðbylgju kerid sem notast var við í tilrauninni var smíðað úr 2,5 mm ryðfríu stáli og er 477 lítrar í nettórúmmál, lengd kersins er 130 cm, breiddin er 48,5 cm, og dýptin 75 cm, sem fyllt var af hreinum ókældum sjó. Ofan í kerid fór hljóðbylgju spegill sem er á hæðina 50 cm, breiddina 35 cm, og þykktin 10 cm, spegillinn var tengdur við ultrasonic generator 28 KHz 1200W. Frekari upplýsingar og lýsingu á hljóðbylgju má sjá á myndum 3, 4 og 5 hér að neðan.



Mynd 3: Hljóðbylgju kerid með Ultrasonic generator 28 KHz og 1200 W. Kerid sést hér frá langhlið og ofan í það þar sem staðsetning hljóðbylgjuspegils sést hægra megin.





Mynd 4: Ultrasonic generator hljóðbylgjuker þar sem nákvæm staðsetning hljóðbylgju spegils sést og búið er að tengja hann við hljóðbylgjubúnaðinn



Mynd 5: Ultrasonic generator aflgjafi fyrir hljóðbylgjubúnaðinn, hér sjást þær stillingar sem eru í boði og stærðin á aflgjafanum. Tæknilegar upplýsingar T220 LE05 230V. Model: LT- 1200/230. Ultrasonic output: 1200W 28 KHz, serial no T220 LE05 HN type C E approval no 2K06080. 230 v 60 Hz 1 fasa. Ultrasonic generatorinn var að taka 4 amper á meðan tilraunirnar voru framkvæmdar.

### 3.4 Mat á gæðapáttum

Litur flakanna var metinn eftir að fiskurinn hafði verið hauseður, flakaður og síðan snyrtur. Flökin voru litmæld með Minolta CR-300 chroma meter (Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan) í Lab\* mælikerfi (CIE 1976). Mælingarnar sem teknar voru með Minolta mælinum taka mið af því að á hverju flaki voru teknar mælingar á fjórum mismunandi staðsetningum á flakinu þ.e.a.s. teknar voru mælingar á hnakkastykki, miðstykki, sporð og þunnildi.

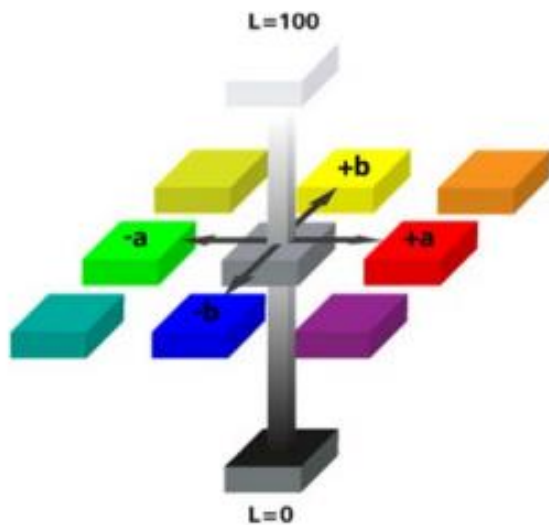


Mynd 6: Svörtu punktarnir á flakinu gefa til kynna staðsetningarnar sem notast var við þegar flakið var litmælt með Minolta mælinum.

Niðurstöður Minolta mælisins eru gefnar á CIE L\*, a\*, b\* formi. Þar sem hver bókstafur er mælikvarði á ákveðna liti. L\* mælir ljósa og dökka liti frá 0-100, þar sem 0 er svartur og 100 er hvítur, a\* gildið er mælikvarði á rauðum og grænum lit þar sem 60 er rauður og -60 er grænn og b\* gildið er mælikvarði á gulum og bláum lit þar sem 60 er gulur og -60 er blár. Eftirfarandi jafna var notuð til að reikna hvítleika flakanna (Ásbjörn Jónsson o.fl., 2018).

Jafna 1: Hvítleiki var reiknaður með eftirfarandi jöfnu

$$\text{Hvítleiki (\%)} = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$$



Mynd 7: Hér má sjá myndrænt hvernig litagildin skiptast niður skv. Lab\* mælikerfinu þar sem L er fyrir ljósan/dökkkan lit, a\* fyrir rauðan/grænan lit og b\* fyrir gulan/bláan lit (Magnea G. Karlsdóttir o.fl., 2014)

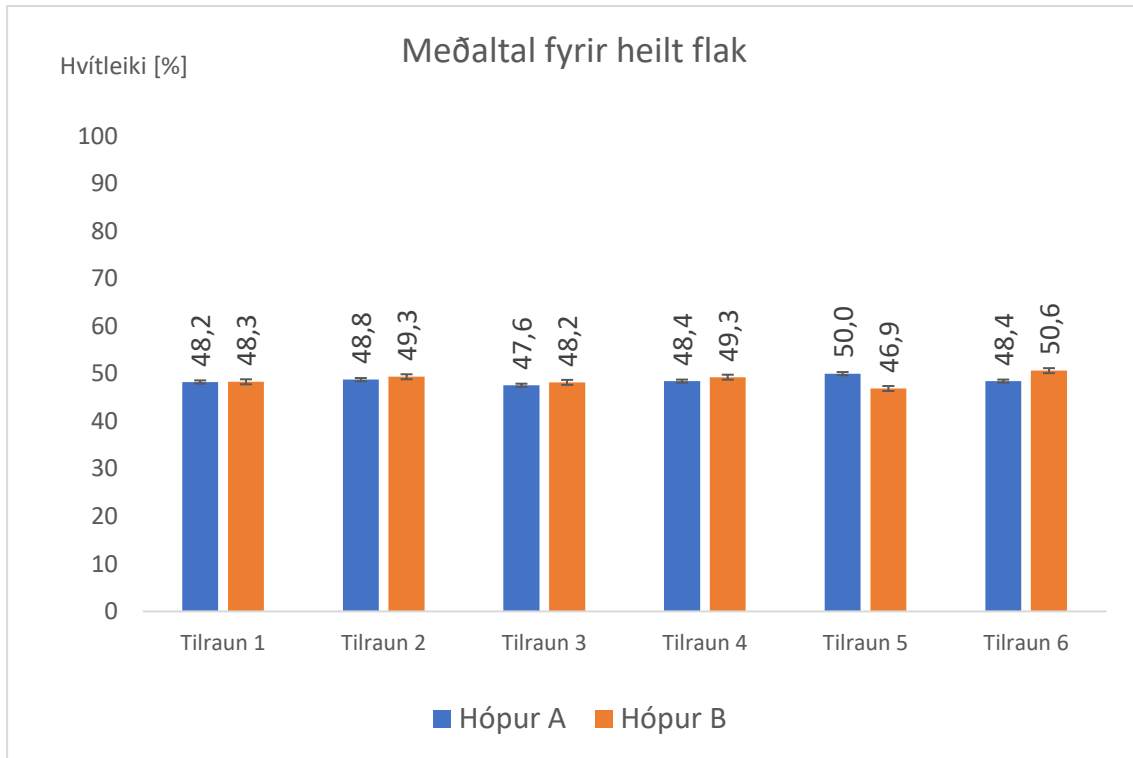
Einkunn var gefin á skalanum 0-4, þar sem núll er talin besta einkunn skv. Torry skema. Ferskleiki fiskanna var metin út frá lit og slímmyndun tálknanna. Til að standast kröfur um hæstu einkunn þurftu tálknin að hafa skær rauðan lit og vera laus við slímmyndun. Til að athuga hvort tölulegur marktækur munur væri á niðurstöðum ferskleikamatsins, var framkvæmt t-próf í Excel, sem sýndi að ekki væri marktækur munur milli tilraunahópanna.

### 3.5 Útreikningar

Notast var við hugbúnaðinn Microsoft Excel Professional Plus 2016 við greiningu tölfræðilegra gagna og uppsetningu súlurita og tafla úr tilraunum, þá var einnig notast við Excel þegar ferveikagreining (Analysis of variance) var gerð. Með einhliða ferveikagreiningu var hægt að ákveða tölulegan marktækan mun, þar sem öryggismörkin voru  $p < 0,05$ .



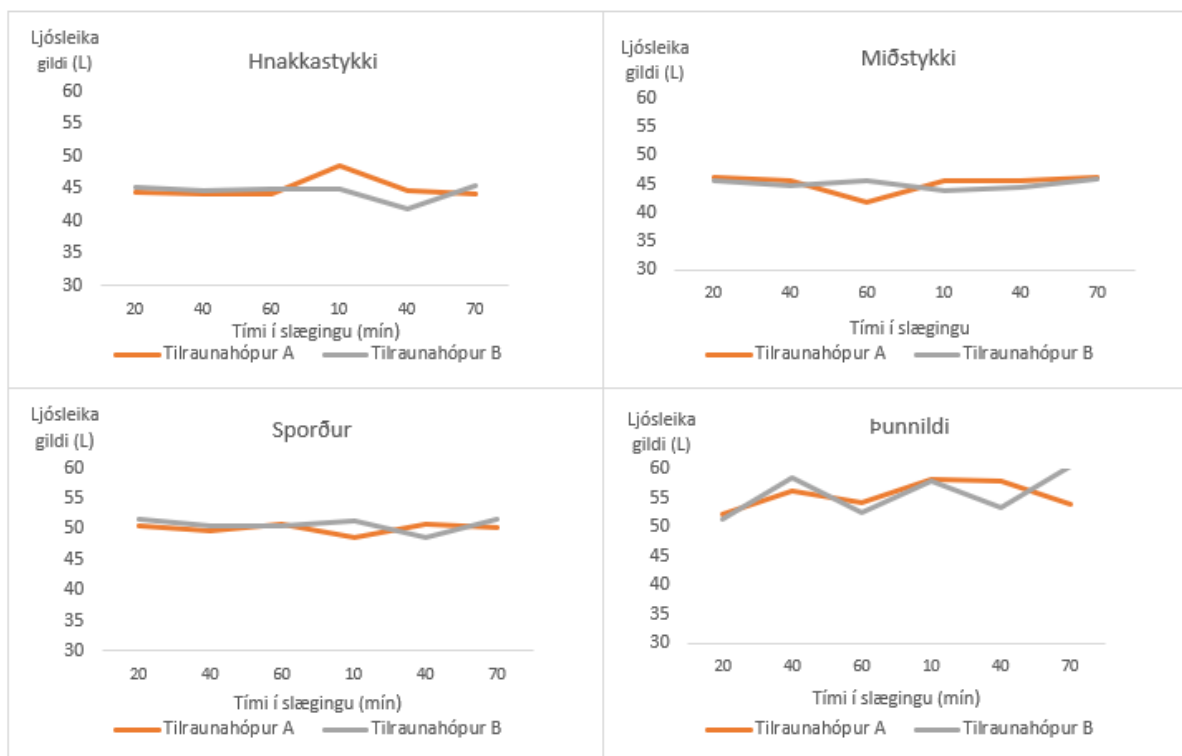
## 4 Niðurstöður



Mynd 8: Samanburður á meðaltali hvítleika reiknuðum skv., jöfnu CIE L\*a\*b\* milli tilraunahópa A og B. Tilraunahópur nr. 1 fékk 20 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr. 2 fékk 40 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr. 3 fékk 60 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr.4 fékk 10 mínútur í slægingu, tilraunahópur nr. 5 fékk 40 mínútur í slægingu og tilraunahópur nr. 6 fékk 70 mínútur í slægingu.

Á mynd nr. 8 má sjá niðurstöður útreikninga á hvítleika skv., hvítleikajöfnu CIE L\*a\*b\* fyrir alla tilraunahópa þar sem meðaltal er reiknað út frá fjórum mælistöðum sem sjá má á mynd nr. 6.

Niðurstaðan gefur til kynna að ekki er mikill munur á hvítleika milli hópa. Framkvæmt var t-próf í Excel sem leiddi í ljós að enginn marktækur munur var á milli tilraunahópa. Í viðauka er að finna t-prófin sem framkvæmd voru.



Mynd 9: Samanburður á ljósleikagildi (L) milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6. Hér sést að ljós litur er hærri fyrir þunnildi og sporð heldur en aðra hluta flaksins.

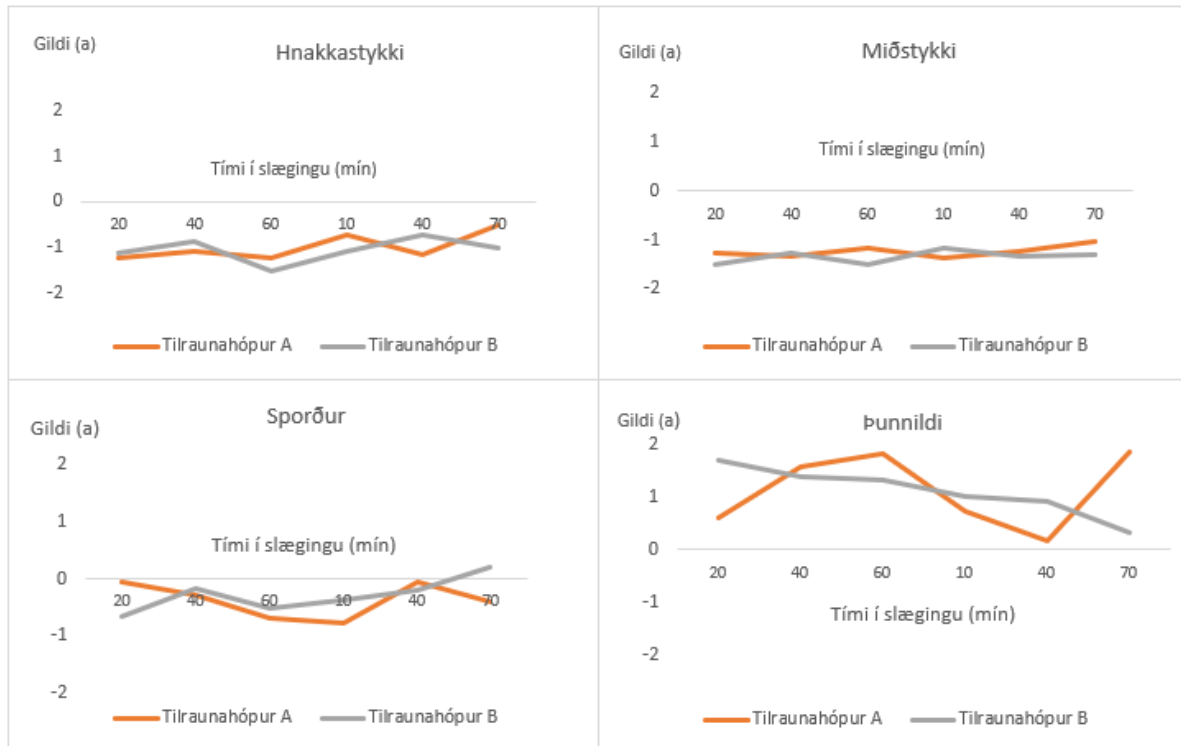
Hvítleiki flaksins var almennt á bilinu 40-60 milli tilraunahópanna. Svo hægt væri að leggja mat á það hvort tölulegur marktækur munur ( $p < 0,05$ ) væri á hvítleika flakanna var framkvæmt t-próf.

Niðurstöður þess sýndu m.a. að marktækur munur var á hnakkastykkjum milli tilraunahóps A og B fyrir tilraun nr. 4 ( $p = 0,009$ ) og tilraun nr. 5 ( $p = 0,015$ ). Þar reyndust hnakkastykkinn í tilraunahópi A vera hvítari heldur en hjá tilraunahópi B. Tími í slægingu spilaði þar veigamikil hlutverk þar sem fiskurinn í tilraun nr. 4, er blóðgaður og slægður einungis 10 mínútum eftir að aðgerð hefst og er því vel lifandi þegar hann er látin blæða í gegnum vinnsluferlið um borð.

T-próf sýndi einnig að marktækur munur ( $p = 0,004$ ) væri á niðurstöðum í tilraun nr. 3 fyrir miðstykki. Fiskarnir höfðu þá verið 60 mínútur í slægingu áður en þeir fóru í Rótex tankinn eða hljóðbylgjukerið, tilraunahópur B reyndist skila hvítara hráefni heldur en tilraunahópur A.

Einnig var marktækur munur ( $p = 0,00021$ ) á niðurstöðum í tilraun nr. 4 fyrir sporð. Fiskurinn var vel lifandi þegar hann var blóðgaður og slægður og látin blæða, fiskarnir sem fara í Rótex tankana ná að blóðtæma sig betur heldur en þeir fiskar sem fara í hljóðbylgjukerið, og þar af leiðandi verður sporðurinn hvítari hjá tilraunahópi B heldur en tilraunahópi A.

Fyrir þunnildin má aftur á móti sjá að í tilraunum nr. 2 ( $p=0,018$ ) og tilraun nr. 6 ( $p=0,006$ ) var marktækur munur á niðurstöðunum, því lengri tími sem líður í slægingunni, því hvítari reyndust þunnildin verða sem fóru hefðbundna leið í gegnum Rótex tankinn, á meðan þunnildin sem fóru í hljóðbylgjukerið reyndust verða dekkri eftir því sem tíminn í slægingu var lengri.



Mynd 10: Samanburður á rauðu/grænu gildi (a) milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6.

Til að meta hvort að um tölulega marktækan mun væri að ræða þegar kæmi að blóðtæmingu flaksins var framkvæmt t-próf í Excel.

Niðurstöður t-prófsins sýndu að hnakkastykkinn í tilraun nr. 3 hefðu marktækan mun ( $p=0,02$ ) milli tilraunahópanna. Tilraunahópur A hafði mun minni rauðan lit samanborið við tilraunahóp B. Tími í slægingu í tilraun nr. 3 var 60 mínútur, fiskurinn var líklega dauður eftir svona langan tíma í móttöku, en á móti kom að hann var 30 mínútur í hljóðbylgjukerinu. Lengri tími í hljóðbylgjukerinu fékk hálf líflausan fisk til að blæða betur heldur en hann þeir fiskar sem fóru hefðbundna leið í gegnum Rótex tankinn.

Tilraun nr. 3 reyndist sýna marktækan mun ( $p=0,003$ ) milli tilraunahóps A og B þegar kæmi að rauðum lit í miðstykki, minni rauður litur mældist hjá fyrr nefndum tilraunahópi heldur en þeim síðarnefnda.

Fyrir sporðinn mátti sjá marktækan mun skv. T- próf í tilraun nr. 1 ( $p=0,003$ ) og tilraun nr. 6 ( $p=0,008$ ). Þar sem tilraunahópur B hafi mun minni rauðan lit í sporðinum heldur en tilraunahópur A, aftur á móti reyndist tilraunahópur A hafa minni rauðan lit í sporðinum samanborið við tilraunahóp B í tilraun nr. 6.

Rauður litur reyndist vera meiri í þunnildum tilraunahóps A heldur en tilraunahóps B í tilraun nr. 6, ef niðurstöður t-prófsins eru skoðaðar. Þar sem það er eina tilraunin sem hefur marktækan mun ( $p=0,05$ ) á niðurstöðum fyrir þunnildin.

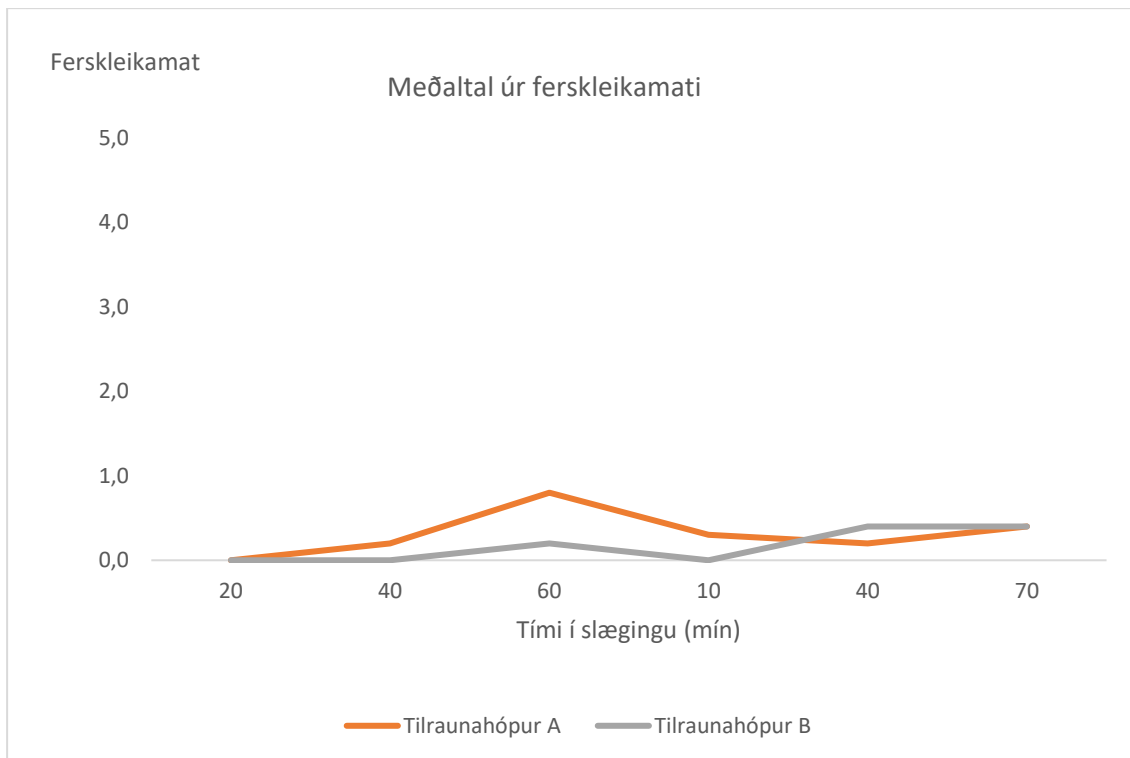


Mynd 11: Samanburður á bláu/gulu gildi (b) milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6.

Niðurstöður úr T-prófi gefa til kynna að marktækur munur sé á gulu/bláu gildi fyrir hnakkastykki í tilraun nr. 1 ( $p=0,007$ ) og tilraun nr. 4 ( $p=0,047$ ). Niðurstöður sýna að minni bláan lit er að finna í hnakkastykkjum tilraunahóps A samanborið við tilraunahóp B. í tilraun nr. 4 er tími í slægingu 10 mínútur og þar má sjá að minnstan bláan lit er að finna í hnakkastykkjum tilraunahóps A miðað við aðrar tilraunir.

Einnig er munur ( $p=0,05$ ) á milli tíma í slægingu þegar þunnildi er mælt, þar er mestur munurinn á milli hópa í tilraun nr. 5 þar sem tími í slægingu er 40 mínútur. Þar er minni gulur litur í þunnildum flaka sem ekki fengu hljóðbylgjumeðferð.





Mynd 12: Samanburður á meðaltali úr ferskleikamati milli tilraunahópa í tilraunum nr. 1-6. Niðurstöður gefa til kynna að engan marktækan mun milli tilraunahópa A og B, né að tími í slægingu hafi áhrif á ferskleikann.

Á mynd nr. 12 hér að ofan og töflu nr. 3 hér fyrir neðan má sjá að lítil munur var á ferskleika og gæðamati milli tilraunahópa. Báðir tilraunahópar komu nokkuð vel út úr ferskleika- og gæðamatinu. Af þeim tilraunahópum sem prófaðir voru í hljóðbylgjukerinu virtist vera að sá tilraunahópur sem varði stystum tíma í kerinu skilaði slakari gæðum í ferskleika tálknanna fremur en aðrir tilraunahópar hvort sem tími í slægingu var stuttur eða langur. Fyrir tilraunahóp B var ferskasta hráefnið þeir fiskarnir sem höfðu staldrað styðst við í slægingu

Tafla 3: Gæði flaka milli tilraunahópa. Flökin voru metin með tilliti til los eftir að þau höfðu verið snyrt, og þeim annað hvort gefin A eða B einkunn. Þegar einkunn var fegin var notast við Torry-skemann sem er að finna í viðauka, en hann hafði verið aðlagður þannig að einungis voru gefnar A eða B einkunnir.

Tilraun hópur A	Tilrauna hópur B	
	A-flök	B-flök
Tilraun 1	5	5
Tilraun 2	6	6
Tilraun 3	5	5
Tilraun 4	6	6
Tilraun 5	4	1
Tilraun 6	3	2



## 5 Umræður

### Hvítleiki

Ekki var afgerandi munur á hvítleika flakanna hvort heldur sem hráefnið var látið blæða í hljóðbylgjukeri eða blæði- Rótex. Tími í slægingu gaf hins vegar vísir að áhrifum á hvítleika flakanna, því lengri sem tíminn var því betur virtist flökunum blæða í Rótex tankinum. Þá má sjá að þegar búið var að reikna meðaltal allra staðsetninga þar sem litmælingar voru teknar gefur sá tilraunahópur hvítustu flökin sem varði lengstum tíma í slægingu áður en hann fór hefðbundna leið í gegnum Rótex tankinn. Þær niðurstöður eru aftur á móti ekki í samræmi við niðurstöður úr rannsókn sem unnin var í samstarfi við HB Granda, Samherja og FISK Seafood, því þær niðurstöður sýndu því lengri tími í slægingu því dekkri reyndust flökin verða þegar þau kæmu úr Rótex tönkunum (Eliasson o.fl., 2019a).

Með notkun hljóðbylgja fyrir ljósleika flaksins, reyndist það skila bestum árangri að fiskurinn væri vel lifandi þegar hann væri blóðgaður og slægður, vegna þess að eftir því sem tími í slægingu var lengri því dekkra reyndist hráefnið sem fór í hljóðbylgjurnar verða.

### Ferskleikamat

Ferskleikamat beggja tilraunahópa reyndist skila nokkuð góðum niðurstöðum. Togtími veiðarfærisins var stuttur, en bæði hölin í stærra lagi, nálægt 10 tonnum. Ferskleikamat tilraunarinnar reyndist þó vera í samræmi við aðrar rannsóknir sem hafa verið gerðar, þar sem sýnt hefur verið fram á að lengri togtími og mikið magn afla í veiðarfærinu kæmu frekar niður á ferskleika fisksins en annars (Digre, Hansen og Erikson, 2010; Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1995).

### Gæðamat

Gæðamat flakanna var metið eftir að fiskurinn hafði verið hauseður, flakaður og síðan snyrtur. Niðurstöður gæðamatsins sýndu að gæði flaka voru svipuð fyrir báða tilraunahópa. Þrátt fyrir að sá hópur sem hafði lengstan tíma í slægingu skilaði af sér hvítasta hráefninu, skilaði það ekki af sér bestu flökunum eins og niðurstöður gæðamatsins sýna. Þeir hópar sem skiluðu af sér

lökustu gæðum flaka, gáfu þó af sér hvítasta hráefnið. Úrtakið sem notast var við í tilrauninni var frekar lítið og fáar mælingar gerðar, því er mögulegt að ef tilraunin verði endurtekin 2-3 sinnum eða stærra úrtak notað yrði niðurstaðan önnur. Niðurstöður sem fengnar voru úr tilraun sem framkvæmd var til að meta gæði flaka sýndu að því lengur sem fiskurinn var í móttöku áður en hann var blóðgaður og slægður voru ekki að skila eins góðum gæðum í flökunum eins og flök sem höfðu styttri tíma í slægingu (Olsen, Joensen, Tobiassen, Heia, Akse og Nilsen, 2014).

Lítill munur var á ferskleika- og gæðamati milli tilraunahópanna. Báðir tilraunahópar komu nokkuð vel út úr ferskleika- og gæðamatinu. Af þeim tilraunahópum sem prófaðir voru í hljóðbylgjukerinu virtist vera að sá tilraunahópur sem varði stystum tíma í kerinu skilaði lakari gæðum í ferskleika tálknanna fremur en aðrir tilraunahópar hvort sem tími í slægingu var stuttur eða langur. Fyrir tilraunahóp B var ferskasta hráefnið þeir fiskarnir sem höfðu staldrað styðst við í slægingu. Tilraunaferlið um borð í Málmey SK1 tók í kringum tvo og hálfan tíma frá því að hafist var handa við að framkvæma tilraunina og þar til allir tilraunahópar voru komnar niður í lest, þetta á við um bæði holin.

Það má einnig geta þess að allt hráefni úr Málmey var keyrt frá Grundarfirði á Sauðárkrók, því hafði hráefnið ferðast í um 4-5 klukkustundir og tæplega 300 kílómetra í flutningabíl áður en það kom til vinnslu í frystihúsi FISK Seafood á Sauðárkróki. Það má ætla að slíkt ferðalag taki sinn toll, og því hafi hráefnið ekki verið eins ferskt eins og ætla mætti ef því hefði t.d. verið landað á Sauðárkróki og það beinustu leið með lyftara í frystihús FISK Seafood.

## 6 Samantekt

Í þessu verkefni voru rannsakaðar tvær megin breytur, það er slægingartími annars vegar og blæðingartími hins vegar, síðan var metið hvort að hljóðbylgjur hafi áhrif á lit og ferskleika fisksins. Tilraunahópur A var látinn í hljóðbylgjuker í fyrirfram ákveðinn tíma, en tilraunahópur B fór hefðbundna leið í gegnum Rótex tankanna um borð í Málmey. Hefðbundin leið samanstendur af blæði- Rótex tank sem tekur fiskinn u.þ.b. 20 mínútur að fara í gegnum, kæli- Rótex sem tekur um 30 mínútur og svo ofurkæli- Rótexinn sem tekur um 16 mínútur. Það tekur því fiskinn um 66 mínútur að fara hefðbundna leið í gegnum Rótex tankana. Þegar tilraunahópur A hafði lokið sínum tíma í hljóðbylgju kerinu, var honum komið fyrir í Rótex kælitönkunum en honum var hins vegar sleppt við blæði Rótextinn. Því tók það tilraunahóp A einungis um 46 mínútur að fara í gegnum Rótex tankana um borð eftir að hafa fengið að blæða út í hljóðbylgju kerinu. Í upphafi verkefnisins var eftirfarandi rannsóknarspurning sett fram:

*Hvaða áhrif hafa hljóðbylgjur á örvun blæðingar fiska?*

Niðurstöður tilraunarinnar leiddu engan marktækan mun í ljós þegar borin voru saman meðaltöl hvítleika fyrir flök milli tilraunahópa. Litmælingar voru svipaðar í báðum tilfellum fyrir annars vegar tilraunahóp A og hins vegar tilraunahóp B. Þegar rýnt var í mismunandi staðsetningar á flaki og gildi litmælinga þá reyndist marktækur munur milli ákveðinna þátta: a gildi sýnir að mestan rauðan lit er að finna í þunnildum flaka, þá sporði en miðstykki og hnakki hafa mun minni roða. Þunnildin slíta sig einnig frá öðrum flakahlutum í b gildi, þar sem gulur litur er sterkari en aðrir hlutar sýna bláan blæ á sama litaskala. Einnig má sjá út frá L gildi að hnakki og miðstykki eru marktækt ljósari en sporður og þunnildi. Mismunandi hlutar fisksins eru mis þykkir og þegar þunnildið og sporðurinn eru mæld, er það t.d. mun þynnra heldur en hnakkastykki og miðstykki. Þannig getur verið að liturinn frá roðinu endurspeglar upp í mælinn. Þessar ályktanir svara hins vegar ekki rannsóknarspurningu verkefnisins um virkni og áhrif hljóðbylgja.

Hljóðbylgjugjafinn sem notast var við í þessari tilraun var að taka 4 amper á meðan tilraunir voru framkvæmdar. Höggið sem hljóðbylgjan framkvæmdi ofan í hljóðbylgju kerinu var því

mögulega ekki nógu öflug til að fá marktækan mun, ef þessi aðferð virkar á annað borð. Með öflugri hljóðbylgjubúnaði og frekari rannsóknum er snúa að því að fá fiskinn til að blæða betur með hljóðbylgjum er ekki útilokað að hægt sé að bæta blæðingu þegar fiskurinn færir í gegnum Rótex tankana.

# Heimildir

- Berg, R., E. (e.d). Ultrasonic. Encyclopædia Britannica, inc. sótt 29. apríl af Sótt af <https://www.britannica.com/science/ultrasonics>
- Bonilla, A. C., Sveinsdóttir, K., og Martinsdóttir, E. (2007). Development of Quality Index Method (QIM) sheme for fresh cod (*Gadus morhua*) fillets and application in sheld life study. *Food Control*, (4), 352-358.
- Digre, H., Hansen, U. J., og Erikson, U. (2010). Effect of trawler with traditional and T90 trawl codends on fish size and on different quality parameters of cod *Gadus morhua* and hoddock *Melanogrammus aeglefinus*. *Fisheries Science*, (76), pp. 549-559.
- Eliasson, S., Arason, S., Margeirsson, B., Bergsson, A. B., og Palsson, O. P. (2019a). Effects of on-board bleeding methods and superchilling on quality of cod and saithe. In 25th IIR International Congress of Refrigeration, ICE 2019 (pp. 3248-3255). International Institute of Refrigeration.
- Eliasson, S., Arason, S., Margeirsson, B., Bergsson, A. B. og Palsson, O. P. (2019b). The effects of superchilling on shelf-life and quality indicators of whole Atlantic cod and fillets. *LWT – Food Science and Technology* 100 (1), 426-434.
- FAO. (2018). 2018 The state of the world fisheries and aquaculture. Sótt af <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>
- FISK Seafood. (e.d). Stefnur og vottanir. Sótt af <https://fisk.is/fyrirtaekid/>
- Fiskifréttir. (2015). Betri kæling – enginn ís. Sótt af <https://www.fiskifrettir.is/frettir/betri-kaeling-enginn/114061/>
- Gabas, A. L., Telis – Tomero, J., og Telis, V. R. N. (2003). Influence of Fluid Concentration on Freezing Point Depression and Thermal Conductivity of Frozen Orange Juice. *International Journal of Food Properties*, 3, pp. 543-556.
- Gunnar Þórðarson og Sigurjón Arason. (2018). Ný tækni til verðmætaukningar á bolfiskafla. Matís skýrsla 07-18
- Hagstofa Íslands. (2020). Útflutningur sjávarafurða eftir afurðaflokkum og fisktegundum 1999-2019. Sótt af

[https://px.hagstofa.is/pxis/pxweb/is/Atvinnuvegir/Atvinnuvegir\\_\\_sjavarutvegur\\_\\_utf/SJA04901.px/?rxid=073802ab-724b-40f8-b2d0-313c33a14707](https://px.hagstofa.is/pxis/pxweb/is/Atvinnuvegir/Atvinnuvegir__sjavarutvegur__utf/SJA04901.px/?rxid=073802ab-724b-40f8-b2d0-313c33a14707)

James, S. J., og James, C. (2010). The food cold – chain and climate change. *Food Peserch International*, 7, pp. 1944-1956.

Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson. (1995). Aflabót. Rannsóknafærð með Bjarti NK-121. Matís skýrsla 106

Kristín Anna Þórarinsdóttir, Helga Gunnlaugsdóttir, Jónas R. Viðarsson og Sigurjón Arason. (2012). Breytileiki í fituinnihaldi og eiginleikum þorsks eftir árstíma. Matís skýrsla 12-12

Madhu, B., Sai Srinivas, M., Srinivas, G., og Jain, S. K. (2019). Ultrasonic Technology and its Applications in Quality Control, Processing and Preservation of Food: A Reviw. *British journal of Applied science & Technology*, 32(5), 1-11 Doi: 10.9734/CJAST/20109/46909

Magnea G. Karlsdóttir, Nguen Van Minh, Sigurjón Arason, Aðalheiður Ólafsdóttir, Paulina E. Romotowska, Arnljótur B. Bergsson og Stefán Björnsson. (2014). Áhrif blóðgunar á gæði og stöðugleika þorsk – og ufsaafurða. Matís skýrsla 07-14

Matís. (e.d). Skynmat í fiskiðnaði. Sótt af <https://www.matis.is/atvinnulifid/maelingar-og-thjonusta/skynmat/skynmat-i-fiskidnadi/>

Matís. (2010). Mikilvægi góðrar meðhöndlunar á fiski. Sótt af <https://www.matis.is/media/matis/utgafa/Mikilvaegi-godrar-medhondlunar-a-fiski.pdf>

Matís. (2015). *Ferskfiskbókin: Fjölbreyttar og gagnlegar upplýsingar um framleiðslu á kældum fiski*. Sótt af [https://www.matis.is/media/frettir/Ferskfiskbokin\\_v.2.pdf](https://www.matis.is/media/frettir/Ferskfiskbokin_v.2.pdf)

Ohlsson, T., og Bengtsson, N. (2002). Minimal processing technologies in the food industry. Cambridge; Woodhead Publishing.

QIM-eurofish. (e.d). What is QIM. Sótt af <https://www.qim-eurofish.com/default.asp?ZNT=S0T1O265>

SFS. (2016, 23. ágúst). Sjávarútvegur er mikilvægasta atvinnugrein landsins. Sótt af <https://sfs.is/greinar/sjav%C2%ADar%C2%ADut%C2%ADvegur-er-mik%C2%ADil%C2%ADvaeg%C2%ADasta-at%C2%ADvinnu%C2%ADgrein-lands%C2%ADins/>

Sigurjón Arason, Gunnar Þórðarson, Magnea Karlsdóttir, Albert Högnason og Guðbjartur Flosason. (2014). Blóðgunarkerfi fyrir smábáta. Matís skýrsla 02-14

Skaginn 3X. (2019). Sub-chilling onboard. Sótt af <https://www.skaginn3x.com/products/sub-chilling-onboard>



- Skaginn 3X. (e.d). FIFO – Bleeding wheel. Sótt af <https://www.skaginn3x.com/products/fifo-bleeding-wheel>
- Sonotec. (e.d). What is ultrasonic wave. Sótt af <https://www.sonotec.com/en/column/ultrasonic.html>
- Sóknarfæri. (2015). Ofurkældur afli en enginn ís. Sótt af [https://issuu.com/athygliehf/docs/soknarfaeri\\_1tbl\\_feb\\_2015\\_120/26](https://issuu.com/athygliehf/docs/soknarfaeri_1tbl_feb_2015_120/26)
- Stevik, A. M., og Claussen, I. C. (2011). Procedia Food Science. Procedia Food Science, 1, pp. 1265-1271.
- Stonehouse, G. G., og Evans, J. A. (2015). The use of supercooling for fresh foods: A review. Journal of Food Engineering, 148, pp. 74-79.
- Valdimar Ingi Gunnarsson. (2001). Meðhöndlun á fiski um borð í fiskiskipum. Sjávarútvegsþjónustan ehf., Reykjavík.
- Valtysdóttir, K. L., Margeirsson, B., Arason, S., Lauzon, H. L., og Martinsdóttir, E. (2010). Guidelines for precooling of fresh fish during processing and choice of packaging with respect to temperature in control in cold chains. Matís skýrsla 40-10.

# Viðaukar

## Viðauki 1

### T-próf

Tafla 4: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika flakanna milli tilraunahópa A og B.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	48.568	48.7573333
Variance	0.652266	1.64851987
Observations	6	6
Pooled Variance	1.15039293	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	-0.3057487	
P(T<=t) one-tail	0.38303301	
t Critical one-tail	1.81246112	
P(T<=t) two-tail	0.76606602	
t Critical two-tail	2.22813885	

Tafla 5: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika hnakkastykkja milli tilraunahópa A og B.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	44.85605	44.3411667
Variance	3.0988285	1.76033994
Observations	6	6
Pooled Variance	2.42958422	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	0.57214154	
P(T<=t) one-tail	0.28992987	
t Critical one-tail	1.81246112	
P(T<=t) two-tail	0.57985975	
t Critical two-tail	2.22813885	

Tafla 6: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika hnakkastykkja milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 4

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	48.507	44.9233333
Variance	17.63464214	2.15722667
Observations	15	6
Hypothesized Mean Difference	0	
df	19	
t Stat	2.892330199	
P(T<=t) one-tail	0.004667319	
t Critical one-tail	1.729132812	
P(T<=t) two-tail	0.009334639	
t Critical two-tail	2.093024054	

Tafla 7: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika hnakkastykkis milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 5.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	44.69	41.905
Variance	1.67265	1.72856667
Observations	5	4
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	3.180683769	
P(T<=t) one-tail	0.007737957	
t Critical one-tail	1.894578605	
P(T<=t) two-tail	0.015475914	
t Critical two-tail	2.364624252	

Tafla 8: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í hnakkastykkjum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 3.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	-1.216	-1.522
Variance	0.04273	0.017331429
Observations	5	15
Hypothesized Mean Difference	0	
df	5	
t Stat	3.106730501	
P(T<=t) one-tail	0.01332462	
t Critical one-tail	2.015048373	
P(T<=t) two-tail	0.02664924	
t Critical two-tail	2.570581836	

Tafla 9: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á bláum/gulum lit í hnakkastykkjum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 1

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	-4.98	-3.962
Variance	0.1181	0.24947
Observations	5	5
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	-3.75459	
P(T<=t) one-tail	0.003563	
t Critical one-tail	1.894579	
P(T<=t) two-tail	0.007125	
t Critical two-tail	2.364624	

Tafla 10: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika miðstykka milli tilraunahópa A og B.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	44.8773833	44.7221833
Variance	3.01595386	0.62089464
Observations	6	6
Pooled Variance	1.81842425	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	0.19934472	
P(T<=t) one-tail	0.42299405	
t Critical one-tail	1.81246112	
P(T<=t) two-tail	0.8459881	
t Critical two-tail	2.22813885	

Tafla 11: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika miðstykka milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 3.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	41.686	45.5557143
Variance	1.56658	2.22925714
Observations	5	14
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	5.629316099	
P(T<=t) one-tail	0.000246562	
t Critical one-tail	1.859548038	
P(T<=t) two-tail	0.000493124	
t Critical two-tail	2.306004135	

Tafla 12: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í miðstykki milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 3.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	-1.156	1.5042857
Variance	0.02323	0.0485033
Observations	5	14
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	3.867330423	
P(T<=t) one-tail	0.001561358	
t Critical one-tail	1.812461123	
P(T<=t) two-tail	0.003122715	
t Critical two-tail	2.228138852	

Tafla 13: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á bláum/gulum lit í miðstykki milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 3.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	-5.758	-5.06786
Variance	0.12887	0.081834
Observations	5	14
Hypothesized Mean Difference	0	
df	6	
t Stat	-3.88117	
P(T<=t) one-tail	0.00408	
t Critical one-tail	1.94318	
P(T<=t) two-tail	0.00816	
t Critical two-tail	2.446912	

Tafla 14: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika sporða milli tilraunahópa A og B.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	49.98975	50.5518333
Variance	0.72748336	1.39753967
Observations	6	6
Pooled Variance	1.06251152	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	-0.9444838	
P(T<=t) one-tail	0.1835914	
t Critical one-tail	1.81246112	
P(T<=t) two-tail	0.36718279	
t Critical two-tail	2.22813885	

Tafla 15: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika sporða milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 4.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	48.521875	51.2816667
Variance	3.70549625	0.80437667
Observations	16	6
Hypothesized Mean Difference	0	
df	19	
t Stat	4.56393839	
P(T<=t) one-tail	0.00010605	
t Critical one-tail	1.72913281	
P(T<=t) two-tail	0.0002121	
t Critical two-tail	2.09302405	

Tafla 16: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í sporðum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 1.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	-0.058	-0.666
Variance	0.03252	0.06603
Observations	5	5
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	4.330721611	
P(T<=t) one-tail	0.001717407	
t Critical one-tail	1.894578605	
P(T<=t) two-tail	0.003434814	
t Critical two-tail	2.364624252	

Tafla 17: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í sporðum milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 6.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	-0.412	0.2
Variance	0.09467	0.0472
Observations	5	5
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	-3.633215346	
P(T<=t) one-tail	0.00418103	
t Critical one-tail	1.894578605	
P(T<=t) two-tail	0.00836206	
t Critical two-tail	2.364624252	



Tafla 18: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til meta hvort marktækur munur væri á hvítleika þunnilda milli tilraunahópa A og B

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	55.281	55.4142333
Variance	5.37276924	12.8439017
Observations	6	6
Pooled Variance	9.10833546	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	-0.0764635	
P(T<=t) one-tail	0.47027928	
t Critical one-tail	1.81246112	
P(T<=t) two-tail	0.94055855	
t Critical two-tail	2.22813885	

Tafla 19: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika þunnilda milli tilraunahópa A og B í tilraun nr. 2

	<i>Hópur B</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	58.43833333	51.388
Variance	26.08045667	2.56827
Observations	6	5
Hypothesized Mean Difference	0	
df	6	
t Stat	3.197965604	
P(T<=t) one-tail	0.009323931	
t Critical one-tail	1.943180281	
P(T<=t) two-tail	0.018647861	
t Critical two-tail	2.446911851	

Tafla 20: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á hvítleika þunnilda milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 6.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	53.91	60.338
Variance	6.65615	8.94667
Observations	5	5
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	-3.63880951	
P(T<=t) one-tail	0.003300162	
t Critical one-tail	1.859548038	
P(T<=t) two-tail	0.006600324	
t Critical two-tail	2.306004135	

Tafla 21: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á rauðum lit í þunnildum milli tilraunahópa A og B í tilrauna nr. 6.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	1.852	0.318
Variance	0.46982	1.49797
Observations	5	5
Hypothesized Mean Difference	0	
df	6	
t Stat	2.44523716	
P(T<=t) one-tail	0.02505693	
t Critical one-tail	1.943180281	
P(T<=t) two-tail	0.050113861	
t Critical two-tail	2.446911851	

Tafla 22: Sýnir T-próf sem framkvæmt var til að meta hvort marktækur munur væri á ferskleika hráefnis milli tilraunahópa A og B.

	<i>Hópur A</i>	<i>Hópur B</i>
Mean	2.76666667	2.83333333
Variance	0.01866667	0.03866667
Observations	6	6
Pooled Variance	0.02866667	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	10	
t Stat	-0.6819943	
P(T<=t) one-tail	0.25536461	
t Critical one-tail	1.81246112	
P(T<=t) two-tail	0.51072921	
t Critical two-tail	2.22813885	

## Viðauki 2

### Meðaltal litmælinga

Tafla 23: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir hnakkastykki

	Tilrauna hópur A			Tilrauna hópur B		
	L	a	b	L	a	b
Tilraun 1	44,55	-1,24	-4,98	45,33	-1,13	-3,96
Tilraun 2	44,15	-1,09	-5,00	44,75	-0,86	-4,94
Tilraun 3	44,32	-1,22	-4,29	44,96	-1,52	-4,39
Tilraun 4	48,51	-0,74	-2,83	44,92	-1,08	-4,75
Tilraun 5	44,69	-1,14	-5,23	41,91	-0,72	-4,97
Tilraun 6	44,08	-0,49	-4,29	45,41	-1,02	-4,85

Tafla 24: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir miðstykki

	Tilrauna hópur A			Tilrauna hópur B		
	L	a	b	L	a	b
Tilraun 1	46,32	-1,27	-5,38	45,46	-1,51	-5,48
Tilraun 2	45,70	-1,35	-5,34	44,81	-1,26	-5,86
Tilraun 3	41,69	-1,16	-5,76	45,56	-1,50	-5,07
Tilraun 4	45,48	-1,36	-5,08	43,87	-1,17	-5,47
Tilraun 5	45,64	-1,24	-5,62	44,41	-1,32	-5,41
Tilraun 6	46,12	-1,03	-5,23	45,93	-1,30	-5,27

Tafla 25: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir sporð

	Tilrauna hópur A			Tilrauna hópur B		
	L	a	b	L	a	b
Tilraun 1	50,55	-0,06	-2,57	51,62	-0,67	-3,24
Tilraun 2	49,68	-0,30	-3,35	50,46	-0,17	-3,01
Tilraun 3	50,71	-0,70	-3,63	50,37	-0,53	-3,84
Tilraun 4	48,52	-0,77	-2,69	51,28	-0,39	-2,82
Tilraun 5	50,71	-0,06	-2,20	48,50	-0,20	-2,47
Tilraun 6	50,32	-0,41	-3,37	51,64	0,20	-2,39

Tafla 26: Samanburður á meðaltali úr litmælingum fyrir þunnildi

	Tilrauna hópur A			Tilrauna hópur B		
	L	a	b	L	a	b
Tilraun 1	52,18	0,60	1,62	51,39	1,72	2,76
Tilraun 2	56,30	1,59	3,96	58,44*	1,39	5,87
Tilraun 3	54,28	1,82	3,14	52,47	1,32	2,68
Tilraun 4	58,14	0,73	4,13	57,79	1,02	4,58
Tilraun 5	57,91	0,17	4,61	53,25	0,92	1,60
Tilraun 6	53,91	1,85	3,69	60,34	0,32	4,45

## Torry- skemi

Tafla 27: Torry skeminn sem aðlagður var að einkunnagjöf flaka í tilrauninni

Lýsing	Einkunn
Litur er einkennandi fyrir fisktegund. Enginn óeðlilegur blær vegna blóðs, ónógs þvottar eða geymslu. Fiskhold stinnt og ósprungið. Lyktin mjög fersk (sjávarlykt)	Ágætt
Litur eðlilegur, nema lítilsháttar blæbrigði á stöku flaki (rétt merkjanleg). Fiskhold er sæmilega stinnt, heilt og ósprungið. Lykt fersk og eðlileg	Gott
Lítillsháttar blæbrigði sjáanleg. Roði í fiskholdi (ekki sterkur blóðlitur) og smáir blóðblettir sjáanlegir í stöku flaki. Fiskhold lint viðkomu og los greinilegt í sumum flökum eða hluta þeirra. Fisklykt dauf en engin óeðlileg lykt komin af flökunum.	Sæmilegt
Flök eða flakahlutar búnir að missa sinn eðlilega lit. Grár, gulur eða brúnn litur sjáanlegur á sumum flökum. Roði.	Varhugavert
Eins og varhugavert hræfni m.t.t útlits og áferðar. Skemmdarlykt orðin vel greinileg (sterk sigin lykt, súr eða ýldulykt)	Óhæft