

Verkefnaskýrsla
22-01



Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins

ÁGÚST 2001

NOTKUN ÍSPYKKNIS VIÐ SLÁTRUN,
GEYMSLU OG SKIPAFLUTNING Á BARRA

VERKEFNI STYRKT AF
NÝSKÖPUNARSJÓÐI NÁMSMANNA
SUMARIÐ 2001

Hildur Ólafsdóttir

Umsjónarmenn:
Guðmundur Örn Ingólfsson
Magnús Erlingsson
Þorsteinn Víglundsson
Þyrí Valdimarsdóttir



Titill / Title	Notkun ísþykkni við slátrun, geymslu og skipaflutninga á barra		
Höfundar / Authors	Hildur Ólafsdóttir		
Skýrsla Rf/IFL report	22-01	Útgáfudagur / Date:	29. júlí
Verknr. / project no.	1536		
Styrktaraðilar / funding:	Nýsköpunarsjóður námsmanna		
Ágríp á íslensku:	<p>Markmið verkefnisins voru nokkur. Í fyrsta lagi notkun ísþykkni við slátrun á barra (<i>Dicentrarchus labrax</i>). Við slátrun á sér stað kæling í 0°C og var miðað að því að ná þeirri kælingu fram á sem stystum tíma og gera samanburð á kælingu með flöguís og ísþykkni. Sýnt var fram á að ísþykkni gaf mun styttri kælitíma og í hlutföllunum ísþykkni:fiskur = 2:1 tók kælingin rúmlega 30 mínútur. Í öðru lagi að gera geymsluþolstilraunir á barra í ísþykkni og bera saman við geymslu í flöguís. Í því sambandi var gert skynmat samkvæmt gæðastuðulsáferð og Torry-einkunnastiganum og örverumat. Skynmatið sýndi fram á mun á kælimiðlunum þegar fiskurinn hafði verið geymdur í 20 daga þegar barrinn úr flöguísnum fékk lakari einkunnir en fram að því var enginn munur. Niðurstöður mats á soðnum barra gáfu til kynna að barinn geymdur í flöguís hefði geymsluþol upp á 22 daga en barrinn geymdur í ísþykkni hafði lengra geymsluþol en var ekki geymdur nægilega lengi til að ákvarða það. Örverutalning sýndi fram á að örverur voru mun fleiri í barra sem geymdur hafði verið í flöguís heldur en þeim sem geymdur hafði verið í ísþykkni frá 20. degi. Hún staðfesti því niðurstöður skynmats. Endingartími kælimiðlanna var skoðaður sérstaklega og kom í ljós að flöguís entist betur en ísþykkni í samsvarandi hlutföllum en ísþykknið hélt fiskinum við lægra hitastig á meðan það var enn til staðar. Útreikningar til að spá fyrir um endingartímamann hafa verið gerðir og sýnt fram á að þeim beri sáemilega saman við mæld gögn. Í þriðja lagi voru skrifaðar leiðbeiningar fyrir slátrun á barra og geymslu í ísþykkni út frá mælingum og útreikningum.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Ísþykkni, flöguís, barri, kælitími, endingartími, skynmat, geymsluþol		
Summary in English:	<p>The aim of this project was first of all to use liquid-ice to slaughter Sea bass (<i>Dicentrarchus labrax</i>). The slaughtering process involves cooling of the fish to 0°C and measurements were made to minimize the cooling time. Measurements showed that liquid-ice gave much faster cooling than flake-ice and the optimal ratio liquid-ice:fish = 2:1 gave cooling time of 30 minutes. Secondly the shelf life of Sea bass in liquid-ice and flake-ice was compared. The comparison involved sensory evaluation with the Quality Index Method and the Torry-scale and bacteria count. The sensory evaluation showed that the Sea bass stored in flake ice received higher score for spoilage than the liquid-ice fish when the fish had been stored for 20 and 22 days. Before that there was no difference between the two groups. The shelf life according to the Torry-scale was 22 days for Sea bass stored in flake-ice but the Sea bass stored in liquid-ice had a longer shelf life but was not stored long enough to determine it. Bacteria count showed that there were much more bacteria in the Sea bass stored in flake-ice than the Sea bass stored in liquid-ice from day 20 and confirmed thereby the results of the sensory evaluation. The durability of liquid-ice and flake-ice was also compared and it was shown that flake-ice lasted longer than the liquid-ice but the liquid-ice kept the fish at lower temperatures. Calculations to predict the durability of the two types of ice have been done and it has been shown that they fit fairly well with measured values. Thirdly, instructions for how to use liquid-ice to slaughter and store Sea bass have been written based on measurements and calculations.</p>		
English keywords:	Liquid-ice, Sea bass, flake ice, cooling time, shelf life, sensory evaluation		

Notkun ísþykknið við slátrun, geymslu og skipaflutninga á barra

Verkefnið var styrkt af Nýsköpunarsjóði námsmanna sumarið 2001

1. Inngangur

Ísþykkni er dælanlegur ís framleiddur úr saltþækli eða sjó. Sérstaða þess er hve fingert það er og hefur því mikið yfirborð til dæmis í samanburði við flöguís. Einnig hefur það bræðslumark undir 0°C og nær því að halda afurðinni mun kaldari heldur en venjulegur ís sem hefur bræðslumark 0°C.

Barri er hlýsjávarfiskur sem lifir við 23°C. Fiskeldisstöðin Máki hefur ræktað barrann í nokkur ár og mikil framleiðsluaukning er væntanleg. Stefnt er að að flytja fiskinn í ísþykkni í náinni framtíð og þegar hefur hafist notkun ísþykkni við slátrun hans.

Markmið verkefnisins eru einkum þrjú. Í fyrsta lagi notkun ísþykkni við slátrun á barra. Í lok slátrunarferlis á sér stað kæling úr 7-8°C í 0°C og beinast tilraunir að því að fá sem stystan kælitíma. Í öðru lagi að gera geymsluþolstilraunir á barra í ísþykkni og bera saman við geymslu í flöguís. Í því sambandi er gert skynmat á útliti, bragði, lykt og áferð og örverumælingar. Einnig er endingartími kælimiðlanna skoðaður sérstaklega. Í þriðja lagi að skrifa leiðbeiningar fyrir slátrun á barra og geymslu í ísþykkni. Við þetta hafa bæst ýmiss konar varmafræðilegir útreikningar og fleiri mælingar sem við koma ísþykkninu.

2. Framkvæmd

2.1 Kæling gervifiska

Gerður var samanburður á kælingu á gervifiskum með ísþykkni annars vegar og flöguís hins vegar. Prófaðir voru tvær mismunandi tegundir gervifiska: Álfiskur og plastfiskur. Álfiskurinn var lítill álsívalningur, um það bil 3 cm í þvermál og 10 cm á lengd fylltur með ca. 3% söltu vatni. Plastfiskurinn var 1 L plastflaska fyllt með matarlímsmassa. Á gervifiskana voru boruð göt með þéttingum fyrir hitamæla.

2.2 Reiknilíkan

Reiknilíkan um endingartíma ísþykkni hefur verið smíðað í samvinnu við Ískerfi. Þar eru ýmsar breytur teknar inn, svo sem framleiðslugeta vélar, þykkt ísþykkni, hlutfall ísþykkni og fisks, upphafshitastig fisks og stærð geymslukers. Orkutap til umhverfis er reiknað á hverjum klukkutíma og orkan sem þá er eftir í ísþykkninu til að viðhalda kælingu fisksins. Þannig má sjá hvenær orkan hættir að duga til að viðhalda kælingu og endingartíminn þar með fenginn. Áhrif blöndunar ísþykkni og fisks voru skoðuð með tilliti til endingartíma ísþykkni.

Þróuð hefur verið aðferð til að mæla ísprósentu í ísþykkni hjá Ískerfum. Varmaeinangraður pottur með hitara, vatni og hitamæli í er staðsettur á vigt. Ísþykkni er framleitt við ákveðið flæði, saltinnihald og hitastig. Massi og hitastig vatns í potti er skráð, ísþykkni bætt út í og hitastig og massi skráður aftur. Með varmafræði er svo reiknuð ísprósentu ísþykkni. Nokkrar mælingar voru gerðar á þessu til að hægt

væri að segja til um ísprósentu út frá flæði áður en tilraunir hófust hjá fiskeldisstöðinni Máka.

2.3 Mælingar í Fljótunum

Farið hefur verið í tvær ferðir í Fljótin þar sem fiskeldisstöðin Máki er til húsa. Fyrri ferð var farin 27.-28. júní en þá voru nokkrir fiskar fluttir á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf) til mælinga á fitu, þurrefni og vatni en út frá þeim mælingum má reikna varmarýmd fisksins. Einnig voru fiskarnir notaðir til að gera frumdrög að stígatöflu fyrir gæðastuðulsaðferðina eða Quality Index Method (QIM) sem miðar að því að gefa fiskinum stig eftir hinum ýmsu skynþáttum.

Seinni ferð í Fljótin var farin vikuna 9. – 13. júlí og voru þá gerðar ýmsar mælingar. Notaðir voru sírítar sem safna gögnum um hitastig á 30 sekúndna fresti. Í lok slátrunarferlis á sér stað kæling úr 7-8°C niður í 0°C. Gerður var samanburður á kælihraða með ísþykkni og flöguís miðað við yfirmagn af kælimiðli. Því næst voru mismunandi hlutföll ísþykkis og fisks skoðuð og kælihraði með ísþykkni í besta hlutfalli borinn saman við kælihraða með flöguís í samsvarandi hlutfalli. Mæliniðurstöður fyrir gervifiska og 500 g barra voru notaðar til að skoða samband kælitíma og massa. Einnig var skoðaður mismunandi flæðihraði sem er í hlutfalli við ísprósentu í ísþykkni sem og endingartími kælimiðlanna. Lagt var fram tímaplan fyrir slátrun vegna skynmats og örverumats á barra sem framkvæmt var seinna á Rf (*viðauki 1*).

2.4 Skynmat

2.4.1 Fortilraun fyrir skynmat

Mánudaginn 16. júlí var gerð fortilraun fyrir gæðastuðulsaðferðina. Skoðaðir voru þrjú misgamlir hópar af fiskum (2 fiskar í hverjum hóp). Fiskarnir voru 2 daga, 9 daga og 18 daga gamlir. Teknar voru „digital“ myndir og stígatafla fyrir gæðastuðulsaðferð þróuð enn frekar (*viðauki 2*). Til að einfalda skynmatshópi að greina útlitsþætti var útbúið skjal með myndum af mikilvægum þáttum barrans á mismunandi tíma (*viðauki 3*). Einnig voru bragð og lykt soðins fisks metin og ákveðið að nota Torrey einkunnastiga (*viðauki 4*) fyrir mat á ferskleika á soðnum, meðalfeitum fiski ásamt QDA þáttum.

2.4.2 Samanburður á blóðguðum og óblóðguðum fiski

Mánudaginn 23. júlí var gerður samanburður á blóðguðum og óblóðguðum fiski samkvæmt gæðastuðulsaðferðinni (*viðauki 5*). Gæðastuðulstaflan sem notuð var var ekki fullþróuð fyrir barrann þegar hingað var komið og er því nokkuð frábrugðin endanlegri gæðastuðulstöflu. Þrjú fiskar sem geymdir höfðu verið í 10 daga voru notaðir úr hvorum hópi.

2.4.3 Þjálfun og skynmat

Þjálfun á fólki í skynmatshópi fór fram dagana 26.-27. júlí og skynmatið sjálf tók vikuna á eftir. Í skynmatið voru notaðir 14 hópar af barra. Slátrunardagar voru 7 og á hverjum slátrunardegi var fiskur settur í flöguís annars vegar og ísþykkni hins vegar. Hóparnir sem metnir voru höfðu verið geymdir í 2, 6, 8, 14, 16, 20 og 22 daga. (*viðauki 1*). Skynmatið fór þannig fram að kallað var í dómara tvisvar til þrisvar yfir daginn, misjafnt eftir fjölda fiska sem meta átti. Fyrir hádegi var mat á hráum, heilum

fiski samkvæmt gæðastuðulsaðferð. Mest voru dómaraar látnir meta 12 sýni eftir gæðastuðulsaðferð í hvert skipti.



Mynd 1: Uppstilling fyrir mat á barra samkvæmt gæðastuðulsaðferð.



Mynd 2: Dómaraar að störfum við mat á barra samkvæmt gæðastuðulsaðferð

Eftir hádegi var mat á soðnum fiski samkvæmt Torry-skala. Mest voru dómaraar látnir meta 4 sýni eftir Torry-skala í hvert skipti. Soðin sýni voru borin fram í litlum álbökkum.



Mynd 3: Uppstilling fyrir skynmat á soðnum barra.



Mynd 4: Sýni tilbúin fyrir suðu.

Öll sýni voru dulkóðuð. Fjöldi dómara var mismunandi, minnst fjórir og mest sjö dómarar í skynmati.

3. Niðurstöður, úrvinnsla og umræða

3.1. Varmarýmd reiknuð út frá þurrefnis-, fitu- og vatnshlutfalli

Tafla 1 sýnir niðurstöður fitu-, þurrefnis- og vatnsmælingar sem og varmarýmd fisksins reiknaðan út frá eftirfarandi:

$$C_{p,barri} = (0,5X_f + 0,3X_x + X_v) \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

þar sem X_f = massahlutfall fitu

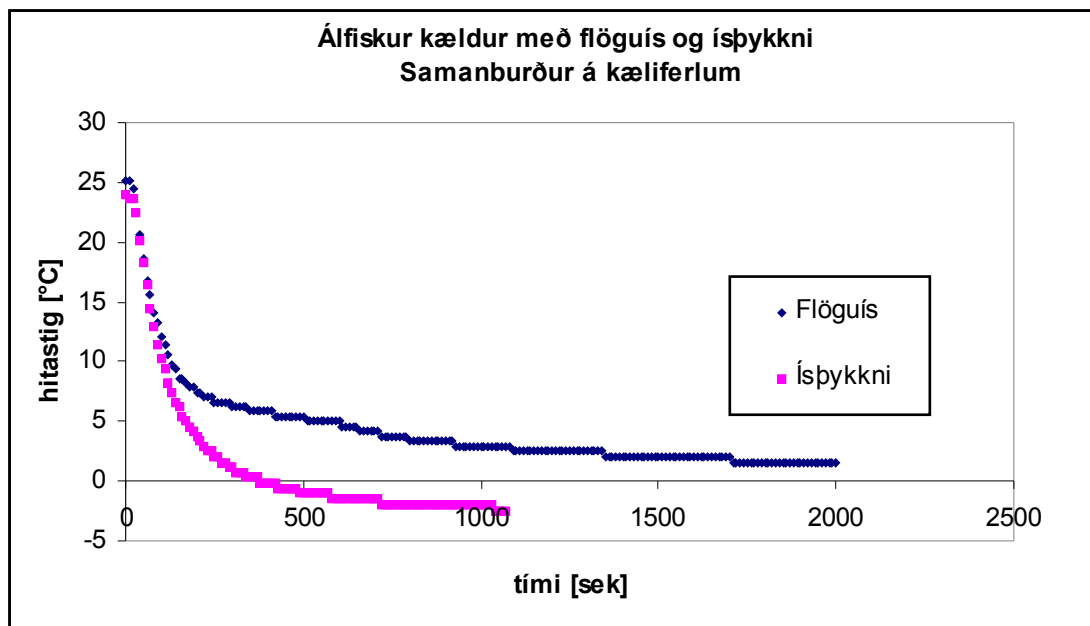
X_x = massahlutfall þurrefnis

X_v = massahlutfall vatns

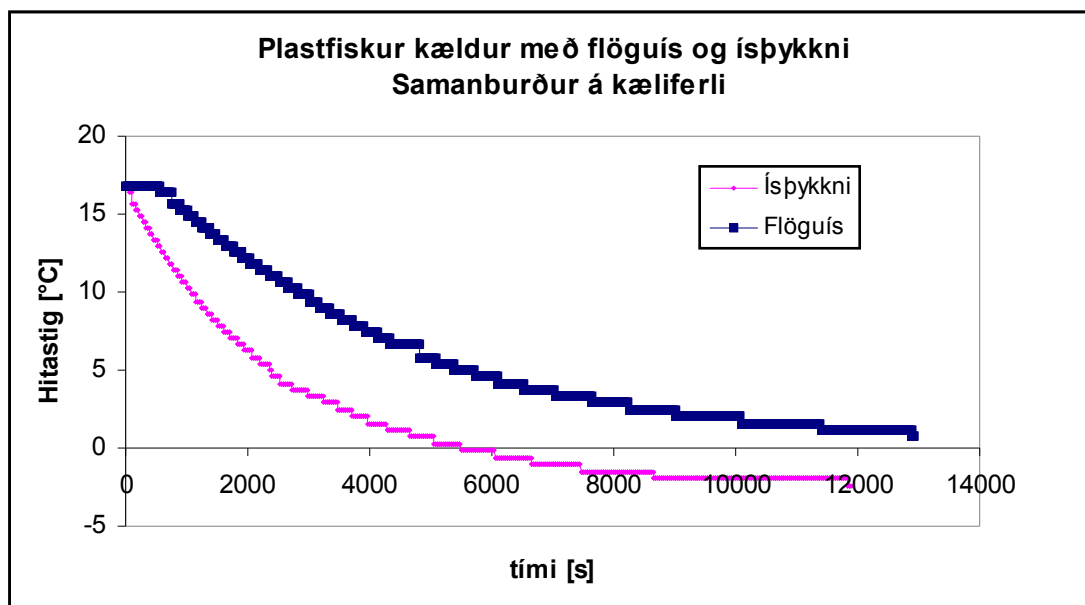
Tafla 1: Massahlutföll vatns, fitu og þurrefnis og útreiknuð varmarýmd

Vatn	Fita	þurrefni	Varmarýmd [kcal/kg°C]
73,7%	5,2%	21,1%	0,83

3.2 Kæling á gervifiskum



Mynd 5: Kæling álfisks. Samanburður á kæliferlum fyrir flöguis og ísþykkni. Fiskurinn kældur úr stofuhita niður í 0°C.



Mynd 6: Kæling plastfisks Samanburður á kæliferlum fyrir flöguis og ísþykkni. Fiskurinn kældur úr stofuhita niður í 0°C.

Báðar þessar tilraunir sýna að mikill munur er á kælitíma með ísþykkni annars vegar og flöguis hins vegar. Plastfiskurinn er mun þyngri en álfiskurinn og gerð þeirra er mjög mismunandi og sýnir það sig í að plastfiskurinn þarf mun meiri tíma til að kólna niður í 0°C.

3.3. Reiknilíkön

3.3.1 Endingartími

Útreikningar á endingartíma ísþykkisins byggjast á því að reikna út meðalhitastig í barra á hverjum klukkutíma. Stærðir sem notaðar eru við útreikningana eru gefnar í töflum 2, 3 og 4

Tafla 2: Fastar stærðir fyrir ísþykkni og barra

Varmarýmd 3% saltvatns, C_{vatn} [kcal/kg°C]	0,984
Varmarýmd íss, C_{is} [kcal/kg°C]	0,510
Bræðsluvarmi íss, H_f [kcal/kg]	82
Varmarýmd fisks, C_{fiskur} [kcal/kg°C]	0,83

Tafla 3: Fastar og breytilegar stærðir fyrir B-105 vél Ískerfa

Orkuframleiðsla [Kcal/sólarhr.]	247200
Orkuframleiðsla [Kcal/klst.]	10300
Fjöldi véla	1
Hitastig inn í vél [°C]	0
Ísþykkni framleiðsla í tonnnum [tonn/sólarhring]	10,05
Ísþykkni framleiðsla í tonnnum [tonn/klst.]	0,42
Hlutfall íss í ísþykkni, X_{is}	30%
Hlutfall íss/fisks, $X_{isb/fiskur}$	75%

Tafla 4: Stærðir fyrir fiskiker/frauðplastkassa og geymslu

Rúmmál, $V_{kassi} [m^3]$	0,016
Breidd $[m]$	0,297
Lengd $[m]$	0,265
Hæð $[m]$	0,205
Þykkt veggja í kössum/kerjum, $s [m]$	0,05
Varmaleiðnistuðull plasts í kerjum/kössum, $k [W/m^{\circ}C]$	0,06 ¹
Yfirborðsflatarmál, $A [m^2]$	0,388
Hiti fisks $[^{\circ}C]$	8
Hiti í geymslu $[^{\circ}C]$	2
Umhverfishitastig (5 fyrstu geymslutíma) $[^{\circ}C]$	20
Hiti ísb. $[^{\circ}C]$	-2,5
Upphafshitastig á fiski fyrir geymslu, $T_{upph,fiskur} [^{\circ}C]$	0

Stærðir í töflu 4 eru miðaðar við frauðplastkassa svipaðan og notaður var í tilraun á endingartíma kælimiðils. Gert er ráð fyrir að einangrun í slíkum kassa sé sambærileg og í fiskikeri. Ef miðað er við þessa stærð af kassa er magn ísþykkis reiknað út frá hlutfalli ísþykkis og fisks sem að sjálfsögðu er hægt að breyta eftir hentisemi. Þá er gert ráð fyrir að 1 rúmmetri af blöndu fisks og ísþykkis vegi 1 tonn. Þetta ætti þó að vera hægt að reikna nákvæmar út. Orkan í ísþykkninu miðað við þennan gefna massa er fengin með:

$$q_{isb.} [kcal] = V_{kassi} \cdot 10^3 \cdot X_{is} \cdot X_{isb./fiskur} \cdot H_f$$

Varmaflutningur frá umhverfi til ísþykkis fæst með eftirfarandi jöfnu:

$$U \left[\frac{kcal}{klst} \right] = \frac{1}{s} \cdot k \cdot A \cdot (T_{umhverfi} - T_{isb.}) \cdot 0,8598 \frac{kcal}{klst \cdot W}$$

Þá má reikna hve mikil orka er eftir í ísnum á hverri klukkustund og hvenær sú orka hættir að duga til að halda kælingu með því að reikna hitastig fisksins út frá varmarýmd hans.

$$T_{fiskur} = T_{upph,fiskur} - \frac{q_{isb.} - U}{C_{fiskur} \cdot m_{fiskur}}$$

Þessi jafna gerir ráð fyrir að 100% blöndun verði á ís og fiski og orkan í ísnum sé fullnýtt. Það er sjaldnast raunin og því verður líklega að gera ráð fyrir að einungis hluti orkunnar nýtist. Athuga þarf að þegar hitastig er reiknað út á þennan hátt getur fengist allt of lágt hitastig þegar fiskur er enn í fullri kælingu en mörkin þegar hitastigið fer að stíga ættu að fást rétt. Hér var sú aðferð notuð að ef reiknað hitastig var fyrir neðan $-1^{\circ}C$ var hitstigið $-1^{\circ}C$ skráð en ekki hið útreiknaða.

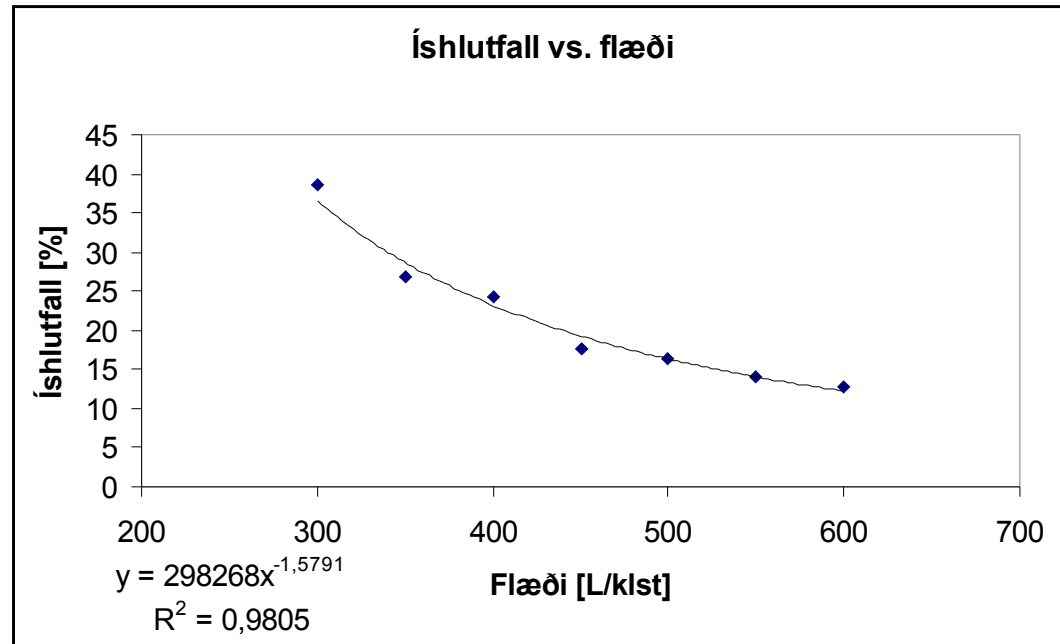
3.3.2 Samband flæðihraða og ísprósentu í ísþykkni

¹ Varmaleiðnistuðull fyrir polyurethan, er nokkuð breytilegur eftir gerð þess en hér eru efri mörk notuð

Tafla 5: Mæld íshlutföll fyrir mismunandi flæði

Flæði [L/klst]	Íshlutfall [%]
300	38,66
350	26,82
400	24,38
450	17,7
500	16,44
550	14,12
600	12,66

Punktarnir voru teiknaðir upp á mynd og veldisfall nálgað við þá með Excel.



Mynd 7: Samband íshlutfalls og flæðihraða, veldisfallið fengið með Excel.

Tafla 6: Reiknað íshlutfall fyrir hvert flæði út frá mynd og frávik frá mældu gildi

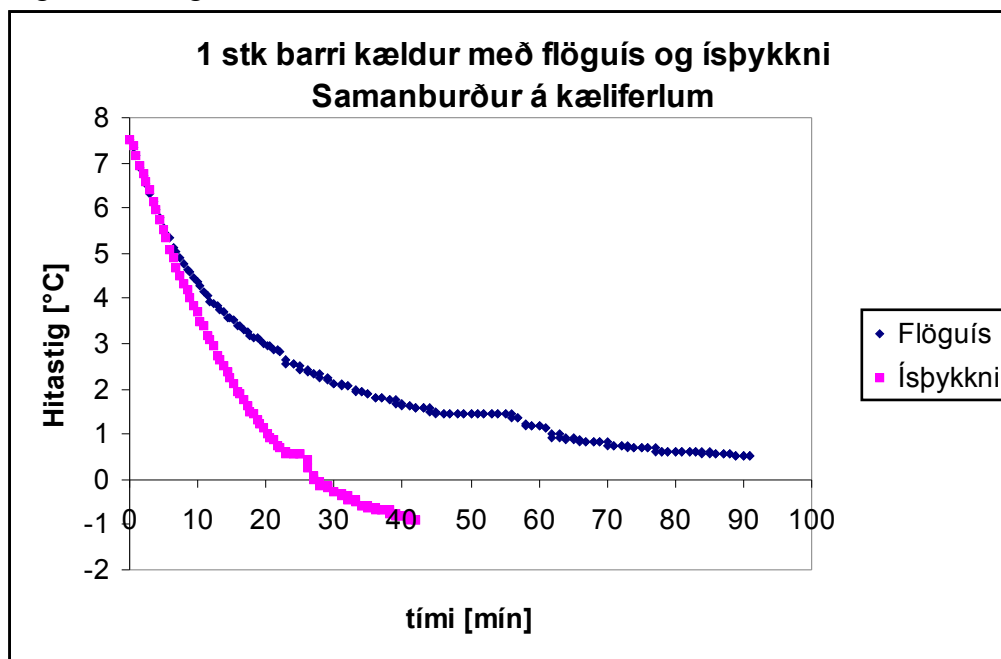
Flæði [L/klst]	%ís	Frávik frá mældu gildi
300	36,6	-5,4%
350	28,7	6,9%
400	23,2	-4,8%
450	19,3	8,9%
500	16,3	-0,7%
550	14,0	-0,6%
600	12,2	-3,4%

Þetta sýnir að segja má til um íshlutfallið út frá flæðihraða með minnst 0,6% skekkju, mest 8,9%. Athuga þarf þó að aðeins ein mæling er á bak við hvern punkt.

3.4 Mælingar á kælihraða

3.4.1 Yfirmagn kælimiðils

Mynd 1 sýnir samanburð á kælihraða með yfirmagni af ísþykkni annars vegar og flöguís hins vegar.



Mynd 8: Samanburður kæliferlum - 1 stk barri kældur úr 7,5°C í 0°C með ísþykkni annars vegar og flöguís hins vegar, yfirmagn af kælimiðli notað

Gert er ráð fyrir að með því að nota yfirmagn af kælimiðli fáiast hraðasta mögulega kæling. Þá fæst að hraðasta kæling á barra úr 7,5°C niður í 0°C með ísþykkni er um 28 mínútur en yfir 90 mín með flöguís.

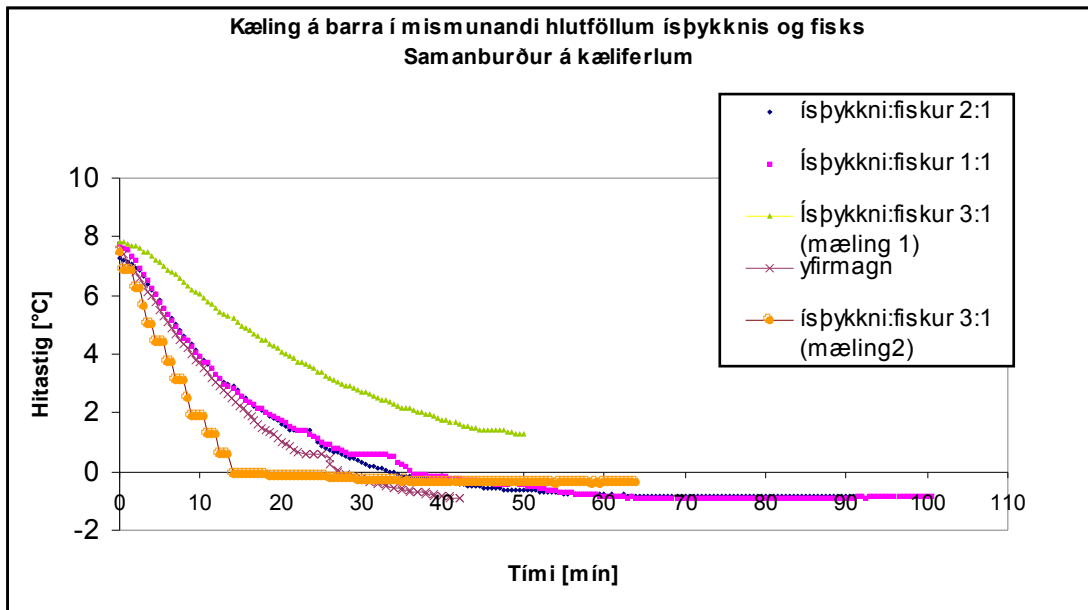
3.4.2 Mismunandi hlutföll

Prófuð voru nokkur mismunandi hlutföll af ísþykkni á móti fiski. Tafla 7 sýnir hvaða hlutföll voru prófuð og massa fisks og ísþykkis í hverjum kassa.

Tafla 7: Massahlutföll barra og ísþykkis, flæði: 300 L/klst sem svarar til u.þ.b. 40% ísþykkis

Hlutfall	m_{fiskur} [kg]	$m_{\text{ísþykkni}}$ [kg]
1:1	3,24	3,1
1:1	2,04	2,4
2:1	3,18	6,4
2:1	2,84	5,84
3:1	2,28	6,4

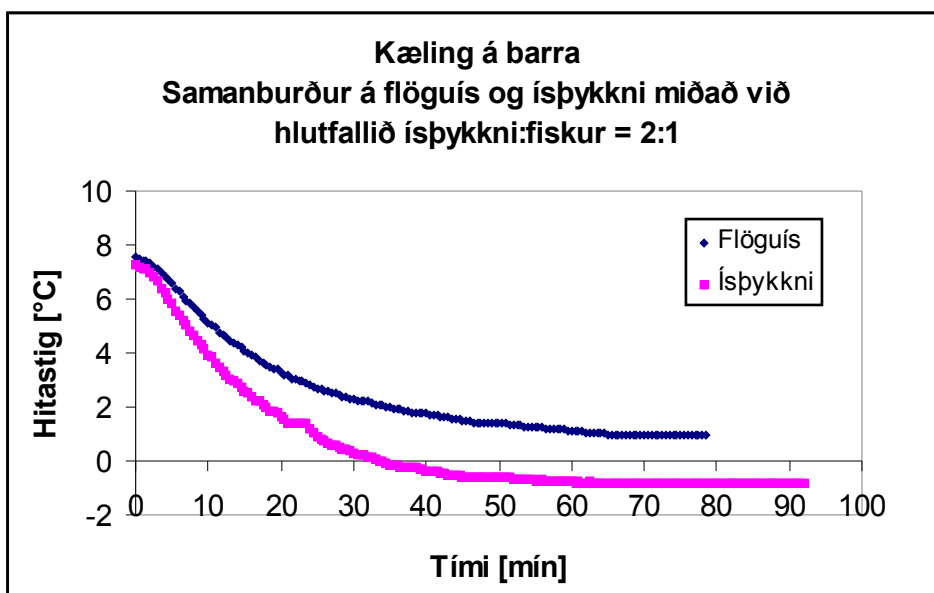
Mynd 9 sýnir hitastigsmælingar miðað við ofangreind hlutföll og ísþykkni í yfirmagni til samanburðar.



Mynd 9: Samanburður á kælihraða fyrir nokkur hlutföll (ísþykkni:fiskur) og yfirmagn af ísþykkni

Hlutfallið 1:1 gefur kælingu á um það bil 37 mínútum, hlutfallið 2:1 á um 32 mínútum en hlutfallið 3:1 stingur nokkuð í stúf við aðrar niðurstöður. 1. mæling á því hlutfalli sýnir að hitastigið er einungis í 1°C eftir 50 mínútur. Mælingin var endurtekin í Ískerfum og sýndi hún þessa sömu kælingu á 15 mínútum en það kollvarpar kenningunni um að yfirmagnsmælingin gefi hámarks kælihraða. Þetta þyrfti að skoða betur og gera helst endurtekningar á öllum hlutföllum. Þó voru mælingar á hlutföllum 1:1 og 2:1 báðar gerðar tvisvar og bar nokkuð vel saman.

Hlutfallið ísþykkni:fiskur = 2:1 gefur nokkuð hraða kælingu, er fremur nálægt þeim kælitíma sem fékkst með yfirmagni af ísþykkni og var það hlutfall því borið saman við flöguís í sambærilegu magni, þ.e. ef gert er ráð fyrir 40% ís í ísþykkni var massi flöguíss til samanburðar 40% af massa ísþykkni, þ.e. hlutföllin flöguís:fiskur = 0,8:1. Mynd 10 sýnir þennan samanburð



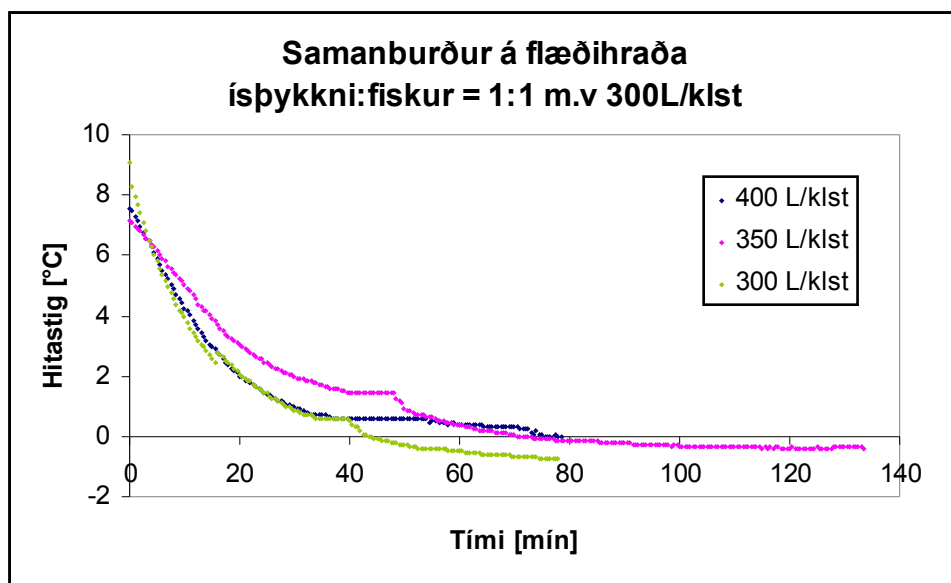
Mynd 10: Samanburður á ísþykkni og flöguís miðað við hlutfall ísþykkni:fiskur = 2:1

3.4.3. Mismunandi flæði

Mælingar voru gerðar á kælihraða með ísþykkni við 300, 350 og 400 L/klst. Miðað var við hlutfallið ísþykkni: fiskur = 1:1 við flæðihraða 300 L/klst. Önnur hlutföll voru reiknuð út frá ísprósentu við tiltekið flæði.

Tafla 8: Massahlutföll barra og ísþykkni við mismunandi flæði.

Flæði [L/klst]	m_{fiskur} [kg]	m_{is} [kg]
300	2,04	2,4
350	2,1	3,12
400	2,5	3,92



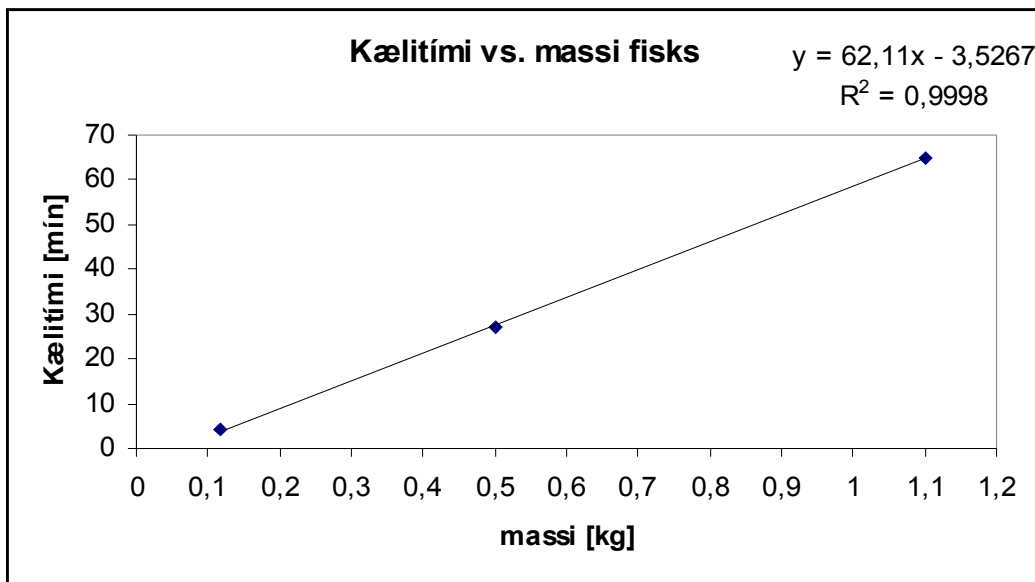
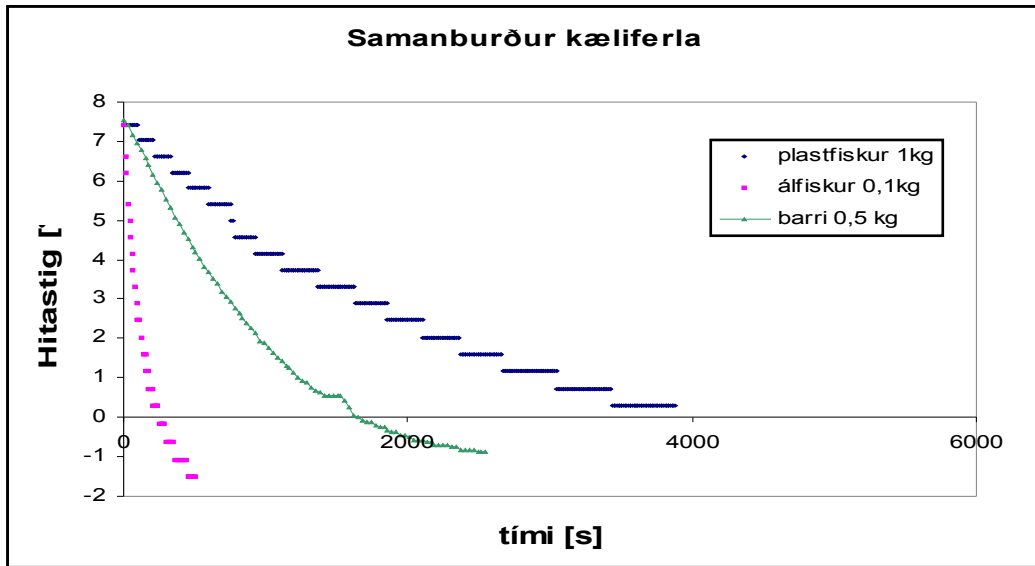
Mynd 11: Samanburður á flæðihraðunum 300, 350 og 400 L/klst

Sjá má að með flæði 300 L/klst næst hraðasta kælingin, eða rúmlega 40 mín. Með flæðihraðum 350 og 400 L/klst tekur kælingin um það bil 80 mínútur. Kæliferillinn fyrir 400 L/klst virðist fylgja ferlinum fyrir 300 L/klst nokkuð vel fyrstu 30 mínúturnar en þó þarf að athuga að kæliferillinn fyrir 300 L/klst hefst við nokkuð hærra hitastig. Hér þyrfti að gera fleiri endurtekingar til að fá marktækari niðurstöður. Einnig er erfitt að stilla flæðið nákvæmlega og ísprósentan því ekki nákvæmlega sú sama þó sama flæði sé notað.

3.4.4. Samband kælihraða og massa

Mælingar á gervifiskunum tveimur og 500 g barra voru skoðaðar með tilliti til massa fiskanna. Í ljós kom nokkuð línulegt samband sem gefur til kynna að massinn hafi mun meira að segja í kælihraða heldur en gerð fisksins (fituinnihald og fleira). Þetta ætti því að vera leið til þess að spá fyrir um kælitíma fiska út frá massa þeirra. Einungis þrjú mælipunktur eru til að staðfesta þetta samband og þyrfti því að gera fleiri mælingar í þessum tilgangi.

Mynd 12: Samanburður á kæliferlum álfisks, plastfisks og barra. Fiskurinn kældur úr 7,5°C í 0°C.



Mynd 13: Kælitími sem fall af massa fisks.

3.5. Endingartími kælimiðla

Í náinni framtíð er ætlunin að flytja barrann á markað í ísþykkni. Slíkur flutningur gæti tekið allt að 6 daga og í því skyni var sett upp tilraun á endingartíma kælimiðilsins. Nokkur hlutföll ísþykkni:fiskur voru prófuð og endingartíminn skoðaður með tilliti til hitastigs fisks.

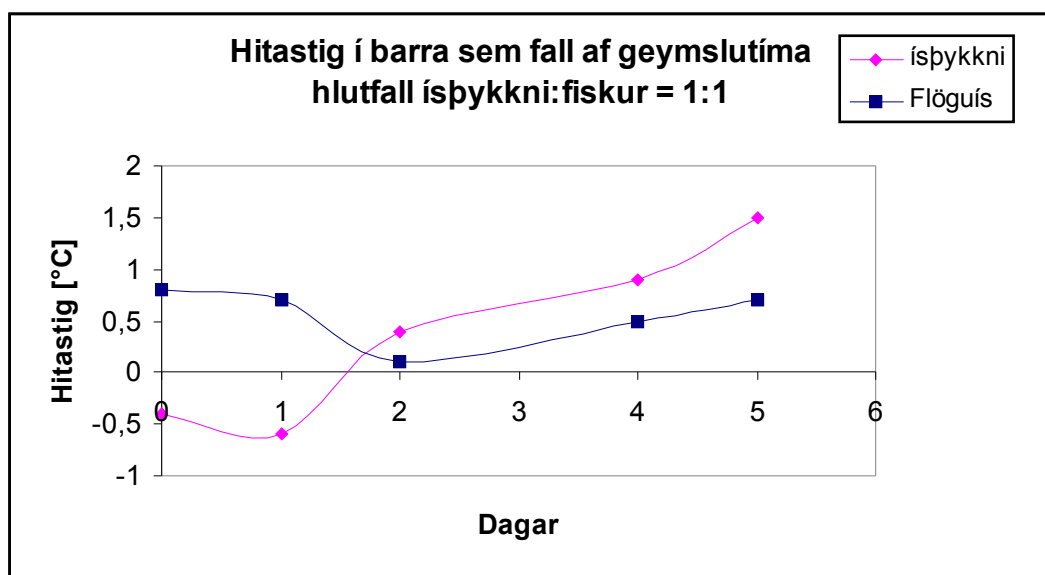
Tafla 9: Massahlutföll barra og kælimiðils notuð í mælingu á endingartíma

Hlutfall ísþykkni:fiskur	m_{fiskur} [kg]	$m_{\text{ísþykkni}}$ [kg]	$m_{\text{flöguís}}$ [kg]
1:2	2	1	0,4
1:1	2	2	0,8
2:1	2	4	1,6

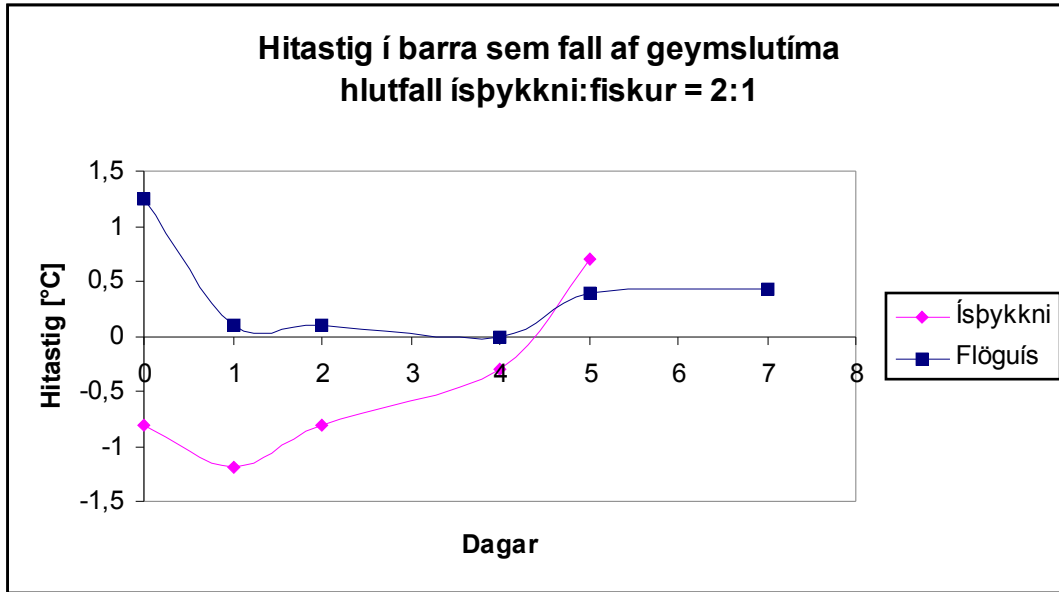
Tafla 10: Merkingar á kössum í mælingu á endingartíma

Kassi nr.	Kælimiðill	$m_{\text{kælimiðill}}$ [kg]
1	Ísþykkni	1
2	Ísþykkni	2
3	Ísþykkni	4
4	Flöguís	0,4
5	Flöguís	0,8
6	Flöguís	1,6

Kælimiðill var settur í kassa ásamt fiskinum sem áður hafði náð hitastiginu 0°C. Kassarnir voru fluttir suður í fólksbíl og því ekki kæling á leiðinni. Um það bil 6 tímar liðu frá því þeir voru settir í kassa og þar til þeir komust í kæli á Rf. Ekki voru gerð göt á kassana fyrr en komið var í kælinn. Skemst er frá því að segja að kælimiðill var alveg bráðinn í kössunum með minnsta hlutfalli, þ.e. kössum 1 og 4 þegar komið var í kælinn. Hitastig í öðrum kössum var mælt daglega í nokkra daga.

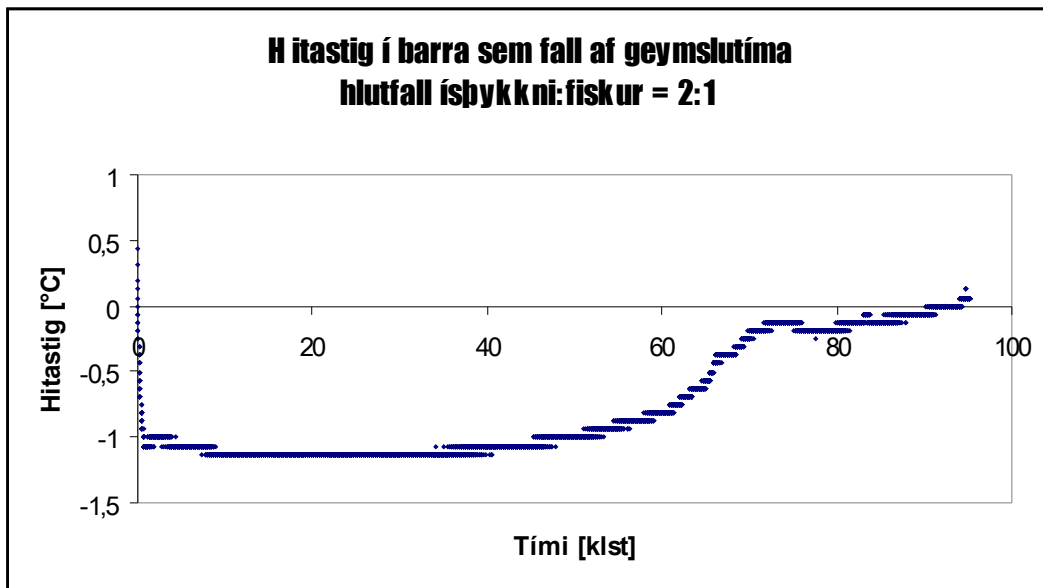


Mynd 14: Samanburður á endingu ísþykkni og flöguíss miðað við hlutfallið ísþykkni:fiskur = 1:1. Hitastig í barra mælt daglega, geymsluhitastig 0-2°C nema fyrstu 6 klst í umhverfishitastigi.



Mynd 15: Samanburður á endingu ísþykkni og flöguíss miðað við hlutfallið ísþykkni:fiskur = 2:1 Hitastig í barra mælt daglega, geymsluhitastig 0-2°C nema fyrstu 6 klst í umhverfishitastigi

Ísþykkni úr kassa 2 var bráðið eftir tvo daga og úr kössum 3 og 5 var kælimiðill bráðinn eftir fimm daga. Ísinn í kassa 6 var enn til staðar eftir 10 daga í geymslu. Þetta gefur til kynna að ísþykknið endist ekki jafnlengi og flöguísinn en eins og sjá má á gröfunum að ofan heldur ísþykknið lægra hitastigi meðan það er enn til staðar. Miklu máli skiptir að hafa göt á kössum og einnig að koma þeim sem fyrst í kæli. Á gröfunum sést að hitastigssveiflur eru þó nokkrar milli daga. Því væri best að hafa sírita í kössunum og fylgjast nákvæmlega með hitastiginu. Gerðar voru mælingar með síritum á tveimur hlutföllum, ísþykkni:fiskur = 2:1 og 3:1 en það síðarnefnda tapaðist þar sem síriti bilaði. Á mynd 16 má sjá mælingu á fyrrnefnda hlutfallinu. Í þessu tilviki var tilraunin sett af stað í Ískerfum í Hafnarfirði þar sem ísþykknið var fengið og kassarnir fluttir þaðan beint í kæli á Rf. Tíminn sem kassarnir hafa verið í umhverfishitastigi er því í lágmarki eða u.þ.b. 30-40 mín.



Mynd 16: Endingartími ísþykkni í hlutföllum ísþykkni fiskur = 2:1 Hitastig mælt með síritum á 10 mínútna fresti. Geymsluhitastig 0-2°C nema fyrstu 30-40 mín í umhverfishitastigi.

Grafið sýnir að ísþykknið heldur fiskinum undir 0°C í u.þ.b.fjóra daga (96 klst) sem er svipað og fékkst áður. Samkvæmt reiknilíkani þar sem miðað var við að fiskur væri við 0°C þegar geymsla hæfist fékkst að hitastig í fiski væri komið yfir 0°C á degi 4 eða nánar tiltekið á klukkustund 148. Mæling með sírita gaf þessi mörk á klukkustund 95 svo líkanið passar ekki alveg nógu vel. Ef tekið er tillit til blöndunar íss og fisks og reiknað með 75% blöndun fást hins vegar mörkin á klukkustund 105. Athuga þarf að fiskurinn er settur í kassann við 0,4°C og fer því hluti orkunnar í ísþykkninu í að kæla hann niður fyrir -1°C. Hægt væri að nýta orkuna í ísþykkninu betur og auka þar með geymslutímann með því að kæla fiskinn eins mikið og mögulegt er í byrjun (ekki aðeins niður í 0°C) og koma honum svo fyrir í geymslukassanum eins fljótt og hægt er. Ef gert er ráð fyrir að fiskur sé settur í kassa við hitastigið -1°C fæst með líkaninu að hitastigið er komið yfir 0°C á klukkustund 113 svo nokkrar klukkustundir ættu að bætast við endingartímann samkvæmt því.

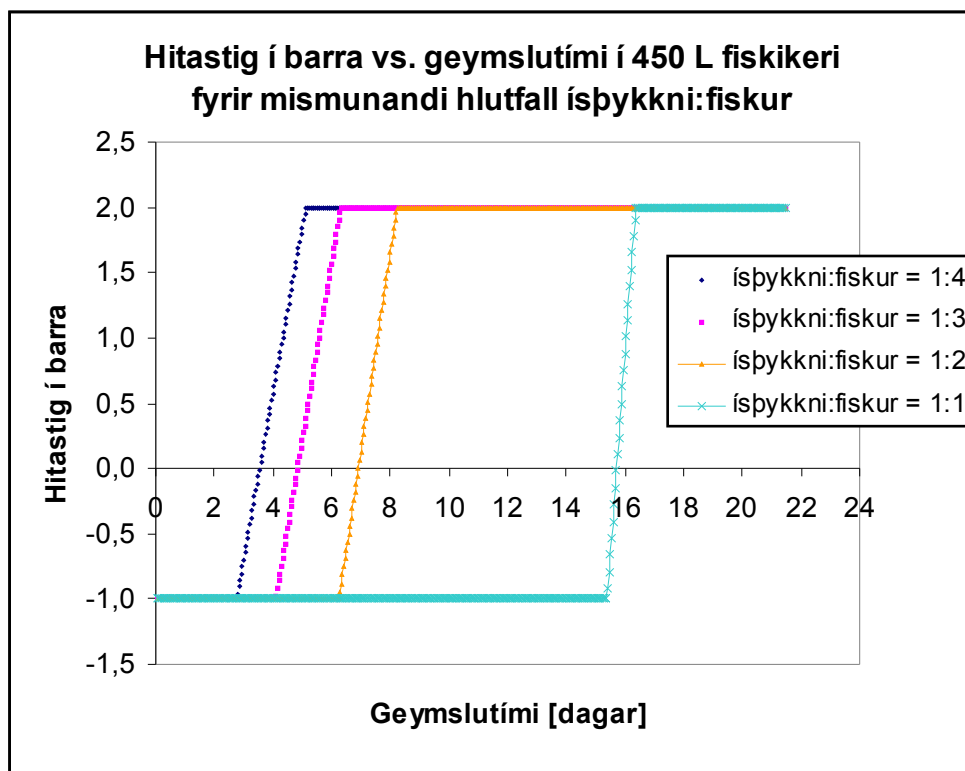
Þessar mælingar voru allar gerðar í litlum frauðplastkössum. Í stórum fiskikerjum verður orkutap til umhverfis hlutfallslega mun minna heldur en í litlum kössum. Því eru hlutföllin sem fundin voru hér ekki viðeigandi fyrir fiskikerin. Tafla 11 sýnir hlutfallslegt orkutap af upphaflegri orku í kassa/keri miðað við umhverfishitastig 20°C eða 2°C.

Tafla 11: Hlutfallslegt orkutap til umhverfis fyrir mismunandi geymslulát og umhverfishitastig

	20°C umhverfishiti	2°C umhverfishiti
Frauðplastkassi	3,9%	0,2%
450L ker	0,7%	0,04%

Sýnt hefur verið fram á að líkanið passi sæmilega svo að hægt ætti að vera að yfirfæra það yfir á stór ker en engu að síður þyrfti að gera mælingar þar að lútandi. Reiknaðir ferlar fyrir mismunandi hlutföll ísþykkni og fisks eru sýndir á mynd 17. Ef reiknað er með sömu skekkju milli mældra og reiknaðra gilda má gera ráð fyrir 10% skekkju og væri því ráðlegt að reikna með að líkanið gefi 1 degi of langan geymslutíma.

Mynd 17: Reiknaðir ferlar fyrir hitastig í barra sem geymdur er í mismunandi magni af



Ísþykkni í 450 L fiskikeri.

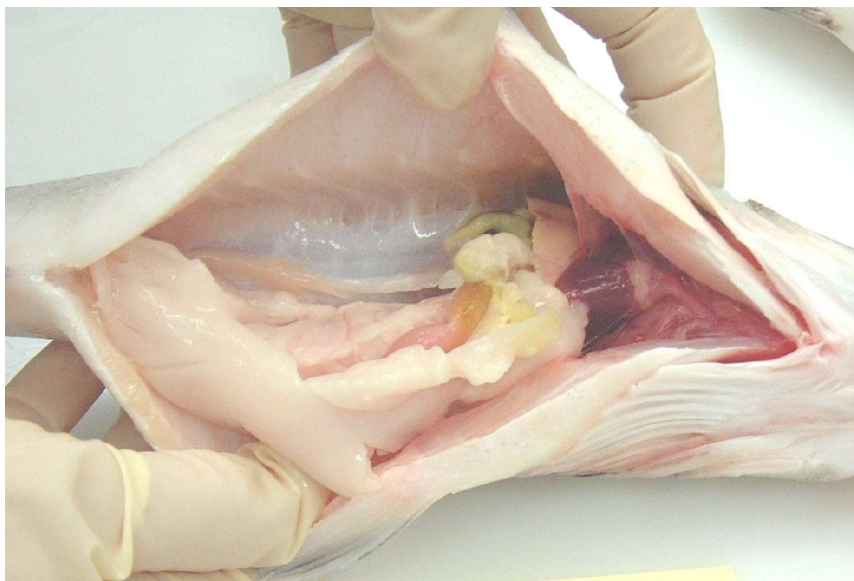
Af þessu má ráða að best væri að nota hlutfallið ísþykkni:fiskur = 1:2 ef flytja á barrann í 450 L fiskikerjum og endingartími á að vera 6-7 dagar.

3.6 Skynmat

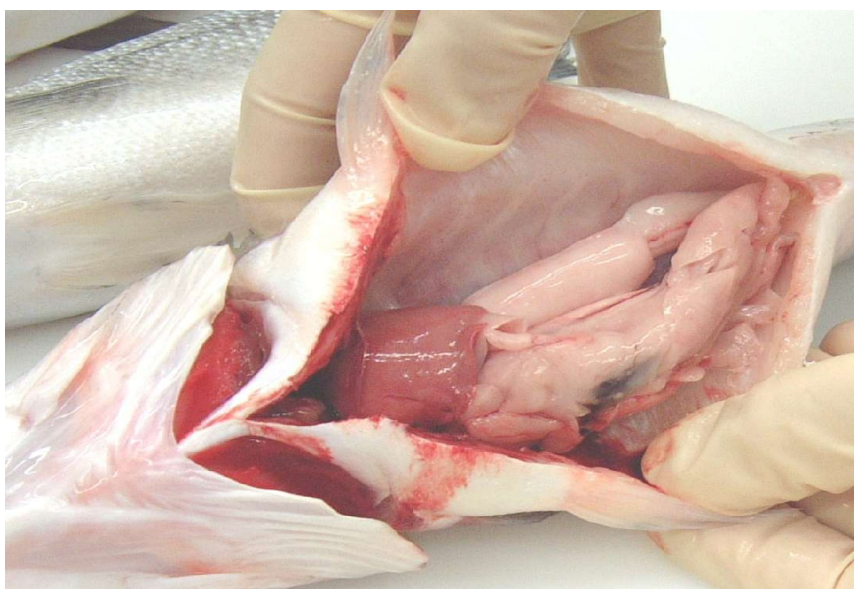
Unnið var úr niðurstöðum skynmats tölfræðilega með forritunum Unscrambler og NCSS. Fengin voru meðaltöl og staðalfrávik og gert samanburðarpróf á hópum með “Duncan’s Multiple – Comparison Test” til að sjá hvort marktækur munur væri á þeim. Einnig var gerð PCA fjölþáttgreining og aðhvarfsgreining (PLS)

3.6.1 Samanburður á blóðguðum og óblóðguðum fiski

3 blóðgaðir og 3 óblóðgaðir 10 daga gamlir fiskar voru metnir samkvæmt gæðastuðulsáferð. Ekki reyndist marktækur munur á hópnum samkvæmt gæðastuðulsáferð. Þetta er þó aðeins frumtilraun á þessum þáttum og þyrfti að hafa mun stærri hópa af fiskum sem geymdir hafa verið í mislangan tíma til að fá marktækar niðurstöður. Einnig þyrfti að gera mat á soðnum fiski og fá þannig mat á geymsluþoli samkvæmt Torry-einkunnastiganum. Teknar voru „digital” myndir af kviðarholi blóðgaðs og óblóðgaðs fisks og sýna þær þó sjáanlegan mun á innnyflum fiskanna en þó ekki þannig að gæðastuðulsáferðin gefi marktækan mun.



Mynd 18: Kviðarhol blóðgaðs barra eftir 10 daga geymslu í ísþykkni



Mynd 19: Kviðarhol óblóðgaðs barra eftir 10 daga geymslu í ísþykkni

3.6.2 Gæðastuðulsaðferð

Gæðastuðulstafla sem notuð var í skynmati (*viðauki 2*) byggir á 11 þáttum í útliti, lykt og áferð barrans. Hámarksgæðastuðull sem skemmdur fiskur ætti að fá er 24 en lágmarksgæðastuðull sem nýr, ferskur fiskur ætti að fá er 0.

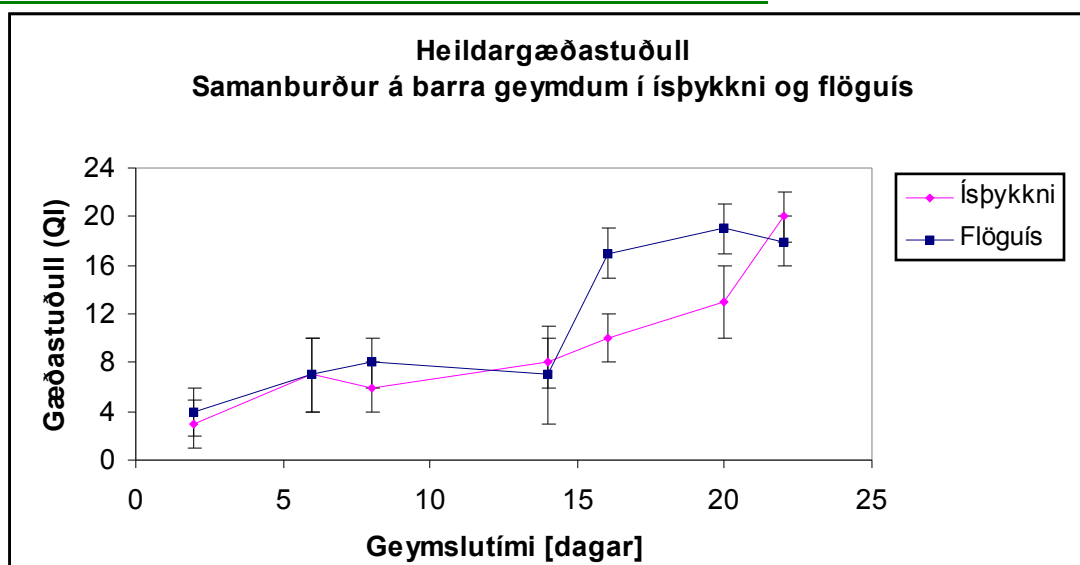
3.6.2.1 Heildargæðastuðull

Tafla 12: Gæðastuðull barra m.v. mislangan geymslutíma í ísþykkni

Dagar í ísþykkni	Gæðastuðull (QI)
2	3 ± 2
6	7 ± 3
8	6 ± 2
14	8 ± 2
16	10 ± 2
20	13 ± 3
22	20 ± 2

Tafla 13: Gæðastuðull barra m.v. mislangan geymslutíma í ís

Dagar í ís	Gæðastuðull (QI)
2	4 ± 2
6	7 ± 3
8	8 ± 2
14	7 ± 4
16	17 ± 2
20	19 ± 2
22	18 ± 2

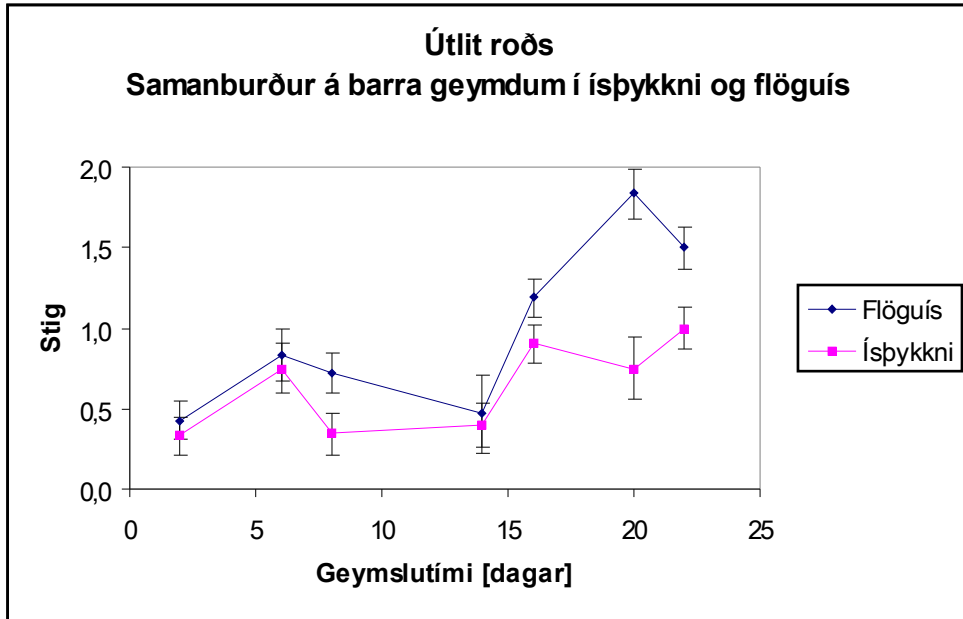


Mynd 20: Samanburður á gæðastuðli fyrir barra sem hefur verið geymdur í flöguís annars vegar og ísþykkni hins vegar. Staðalfrávik er sýnt í hverjum punkti.

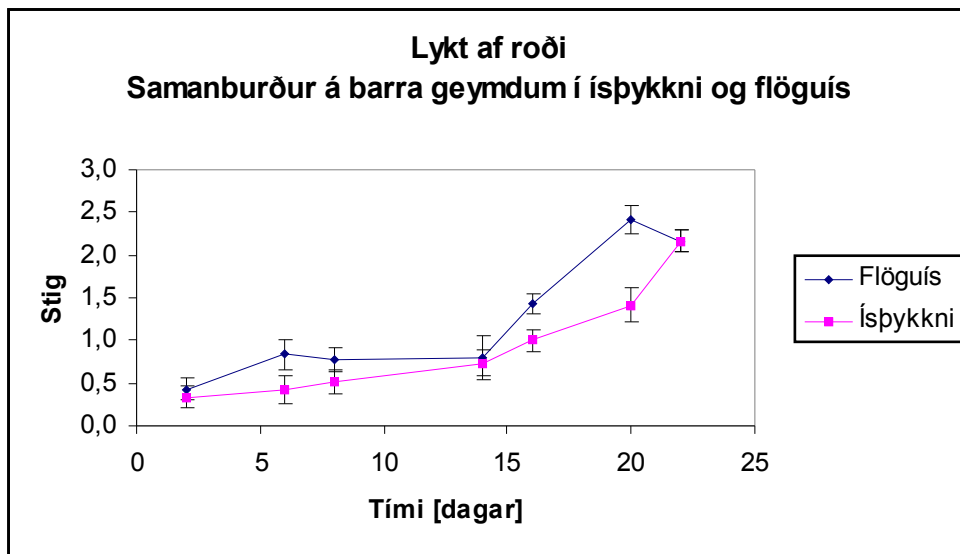
Ekki virðist mikill munur á gæðastuðli hópanna enda fæst með samanburðarprófinu (*Duncan's multiple-comparison test*) að ekki sé marktækur munur milli hópa sem geymdir hafa verið í jafnlangan tíma með sitthvorum kælimiðli. Ef staðalfrávikin eru skoðuð á myndinni má þó greina mun á hópunum eftir geymslu í 16 daga annars vegar og 20 daga hins vegar þar sem staðalfrávik hópanna skerast ekki í þeim punktum. Samkvæmt fræðunum ætti gæðastuðull að vera nokkuð línulegur með geymslutíma en það er alls ekki raunin hér. Til dæmis er gæðastuðull eftir 14 daga lægri en eftir 8 daga hjá barra geymdum í flöguís. Óvissuþættir eru margir. Dómarar eru fáir og þeim ber oft ekki vel saman eins og staðalfrávik gefa til kynna. Ef til vill hafa þeir ekki fengið næga þjálfun því þeir hafa ekki metið barrann áður. Einnig er mikill einstaklingsmunur á milli fiska en eins og áður sagði voru 3 fiskar metnir úr hverjum aldurshóp.

3.6.2.2. Áhrif einstakra þátta á gæðastuðul

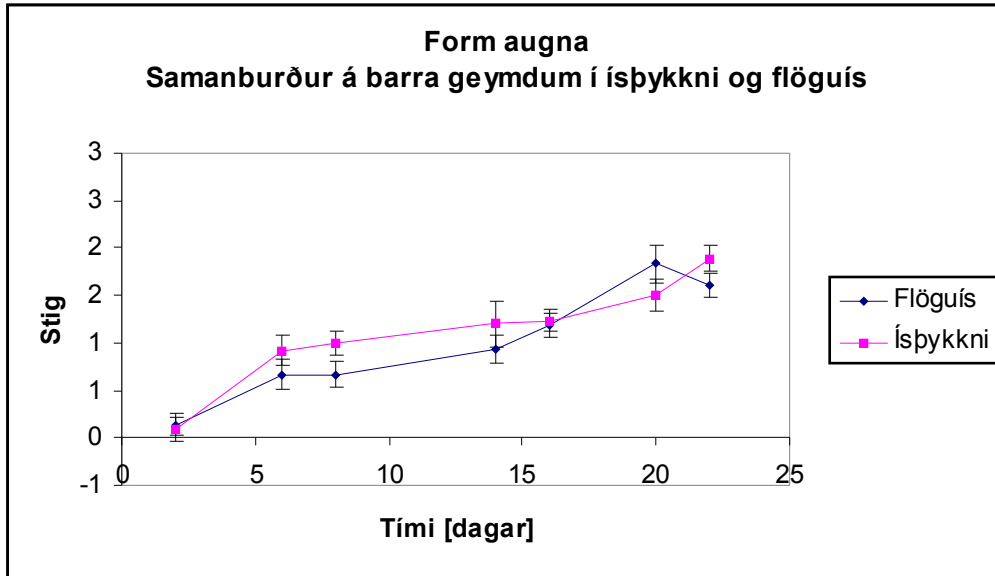
Hinir 11 þættir sem mynda gæðastuðulinn voru skoðaðir hver fyrir sig. Þetta var gert til að athuga hvort einn eða fleiri þættir hefðu meiri áhrif á gæðastuðulinn en annar eða hvort einn eða fleiri þættir sýndu marktækan mun á ísþykkni og flöguís. Á myndum 21 - 23 eru sýnd stig fyrir útlit roðs, lykt af roði og form augna sem fall af geymslutíma. Þetta eru þeir þættir sem gáfu mestan mun á kælimiðlum. (*Aðrir þættir koma fram í viðauka 6*). Fyrir alla þessa þætti var minnst hægt að gefa 0 stig og mest 2 eða 3 stig.



Mynd 21: Stig fyrir útlit roðs sem fall af geymslutíma, samanburður á ísþykkni og flöguís. Staðalfrávik einnig sýnd í hverjum punkti.



Mynd 22: Stig fyrir lykt af roði sem fall af geymslutíma, samanburður á ísþykkni og flöguís. Staðalfrávik einnig sýnd í hverjum punkti.

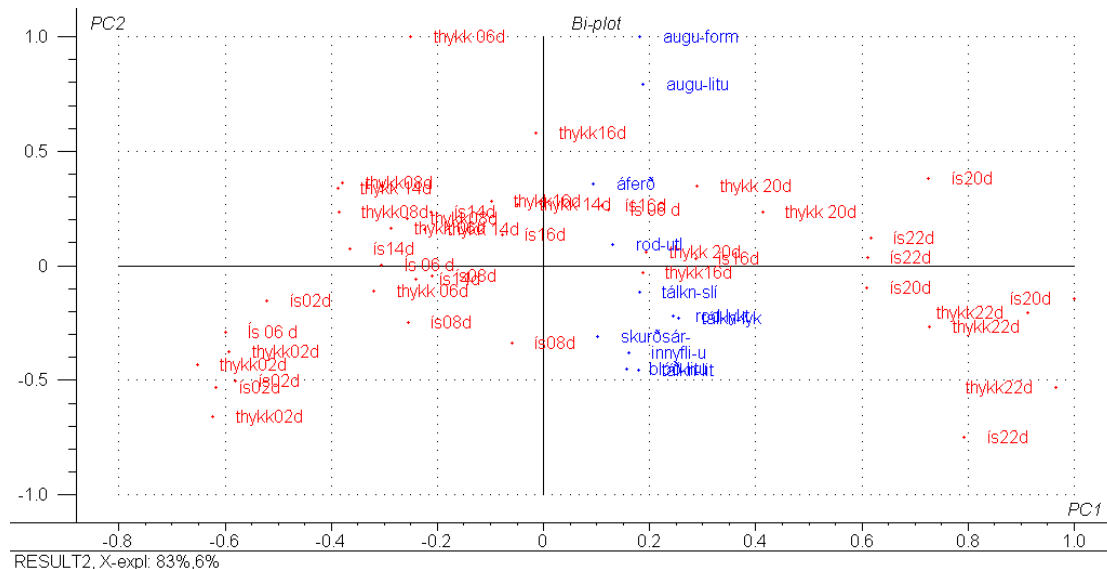


Mynd 23: Stig fyrir form augna sem fall af geymslutíma, samanburður á ísþykkni og flöguís. Staðalfrávik einnig sýnd í hverjum punkti.

Á þessu sést að helsti munur á geymslu í flöguís eða ísþykkni kemur fram í stigum fyrir útlit og lykt roðs eftir 20 daga og reyndist sá munur marktækur samkvæmt samanburðarprófinu. Augun eru sá þáttur sem ísþykknið virðist bíða lægri hlut. Þó er munur milli hópanna ekki marktækur samkvæmt samanburðarprófi.

3.6.2.3. Fjölþáttgreining og aðhvarfsgreining

Fjölþáttgreining var gerð á niðurstöðum gæðastuðulsáðferðar.

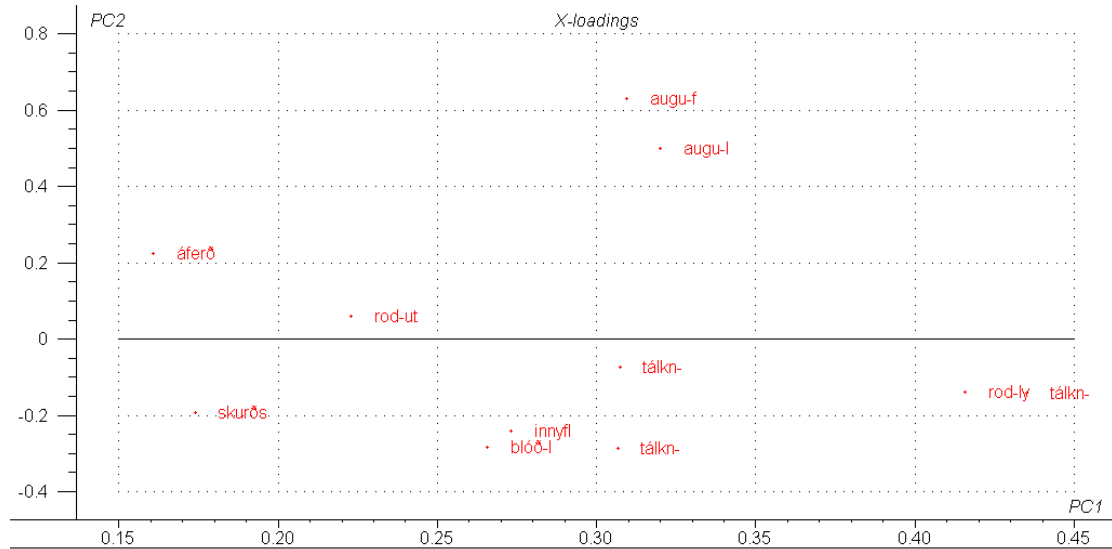


Mynd 24: Fjölþáttgreining á niðurstöðum gæðastuðulsáðferðar. Breytur eða þeir þættir sem mynda gæðastuðulinn sýndir með bláu letri og sýni með rauðu letri.

Mynd 24 sýnir að höfuðþátturinn (PC1) skýrir 83% af dreifingu þáttanna en annar höfuðþátturinn (PC2) skýrir 6% af dreifingunni. Ef myndin er skoðuð nánar eftir aldri sýna má sjá að því eldri sem sýnin eru því lengra til hægri raða þau sér eftir PC1-ás.

Á mynd 25 má sjá hvaða þættir mynda hvorn höfuðþátt fyrir sig. Sjá má að lykt af roði og tálknun hafa mest að segja um höfuðþáttinn en form og litur augna hafa mest að segja um annan höfuðþátt.

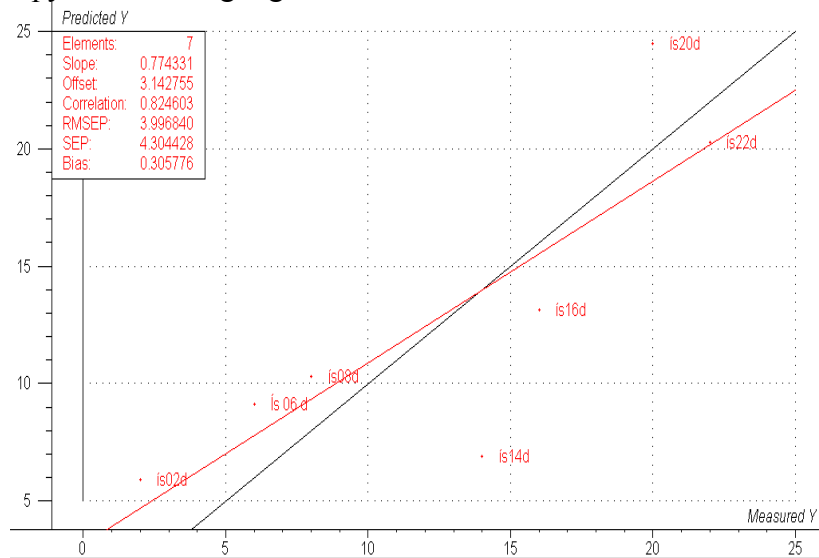
Ekkert í þessari greiningu bendir til þess að marktækur munur sé á ísþykkni og flöguís.



RESULT2, X-expl: 83%,6%

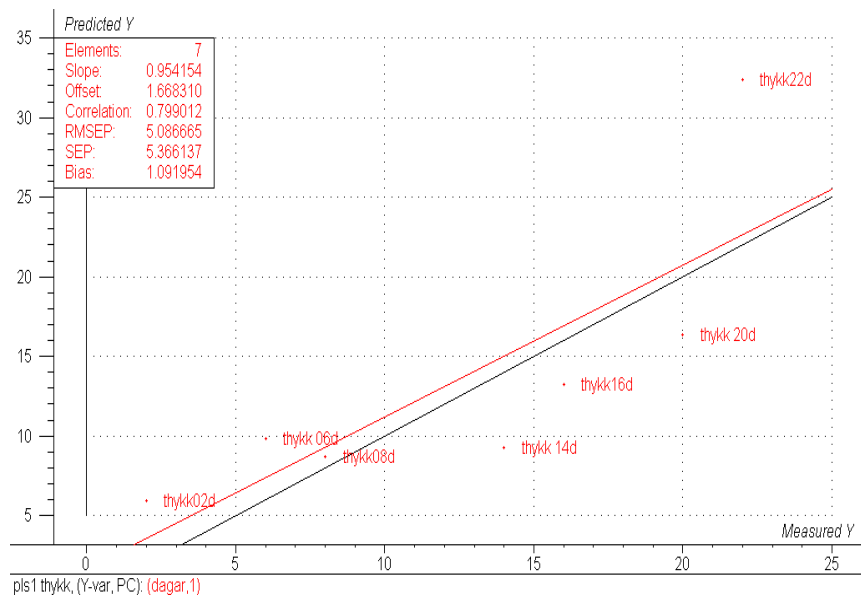
Mynd 25: Dreifing þátta eftir höfuðþáttum.

Aðhvarfsgreining á niðurstöðum gæðastuðulsáðferðar fyrir flöguís annars vegar og ísþykkni hins vegar gaf eftirfarandi niðurstöður.



pls1 is, (Y-var, PC): (dagar,1)

Mynd 26: Aðhvarfsgreining á niðurstöðum gæðastuðulsáðferðar fyrir flöguís.



Mynd 27: Aðhvarfsgreining á niðurstöðum gæðastuðulsáðferðar fyrir ísþykkni.

Aðhvarfsgreiningin er notuð sem mælikvarði á nákvæmni gæðastuðulsáðferðarinnar til að meta geymsluldur fiska.

Tafla 14: Niðurstöður aðhvarfsgreiningar: Fylgnistuðull og óvissa við að segja til um geymsluldur með gæðastuðulsáðferð fyrir flöguís og ísþykkni

	Flöguís	Ísþykkni
Fylgnistuðull, r	0,825	0,799
Óvissa við að segja til um geymsluldur í dögum	± 4,3 dagar	±5,3 dagar

Þessar tölur segja okkur að gæðastuðulsáðferðin er langt frá því nógu nákvæm til að meta geymsluldur.

3.6.3 Mat á soðnum barra - Torry-einkunnastiginn

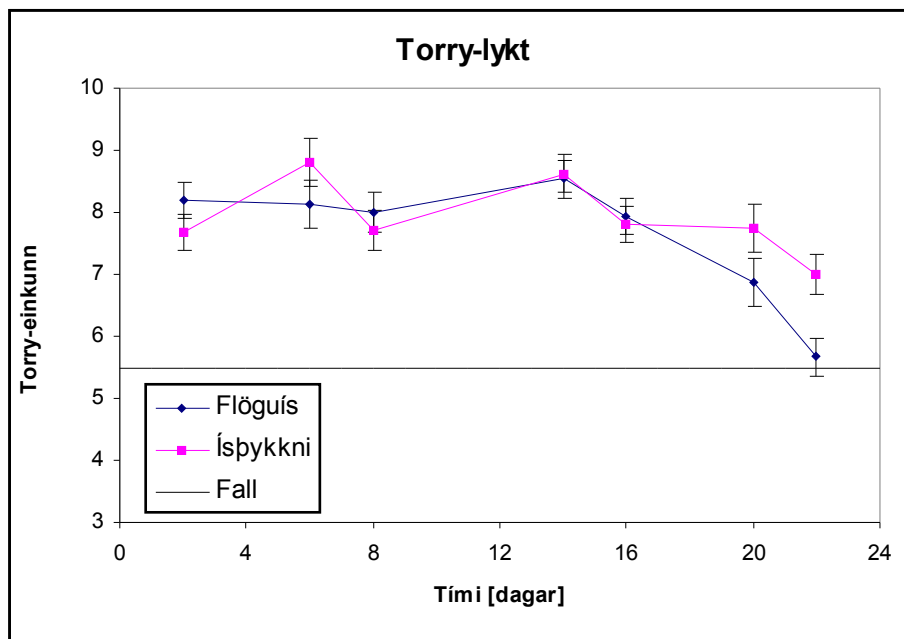
Við mat á soðnum barra var notaður Torry-einkunnastigi (*viðauki 4*) fyrir meðalfeitan fisk. Einkunnin 10 á að passa við nýjan, ferskan fisk og skalinn nær niður í einkunnina 3. Einkunnin 5,5 er falleinkunn, þ.e. fiskurinn er þá talinn óneysluhæfur. Við hann var bætt QDA-þáttum sem miða að því að staðsetja áferð og ákveðið bragð eða lykt á línu frá 0 upp í 100%. Dómararnir stungu upp á nokkrum þáttum í þjálfuninni en þeir voru moldarlykt, moldarbragð, myntubragð. Einnig var metið hve fiskurinn væri þurr eða safaríkur annars vegar og seigur eða meyr hins vegar.

Tafla 15: Torry-einkunn fyrir lykt af soðnum barra m.v. mislangan geymslutíma í ísþykkni

Dagar í ísþykkni	Torry-einkunn - lykt
2	7,7 ± 0,3
6	8,8± 0,4
8	7,7± 0,3
14	8,6 ± 0,3
16	7,8 ± 0,3
20	7,8± 0,4
22	7,0 ± 0,3

Tafla 16: Torry-einkunn fyrir lykt af soðnum barra m.v. mislangan geymslutíma í ís

Dagar í ís	Torry-einkunn - lykt
2	8,2 ± 0,3
6	8,1 ± 0,4
8	8,0 ± 0,3
14	8,5 ± 0,3
16	7,9 ± 0,3
20	6,9 ± 0,4
22	5,7 ± 0,3



Mynd 28: Lykt af soðnum barra metin skv. Torry-skala. Einkunn sýnd sem fall af geymslutíma fyrir geymslu í flöguís og ísþykkni. Falleinkunn er sýnd með svörtu striki við einkunnina 5,5 og staðalfrávik í hverjum punkti koma einnig fram.

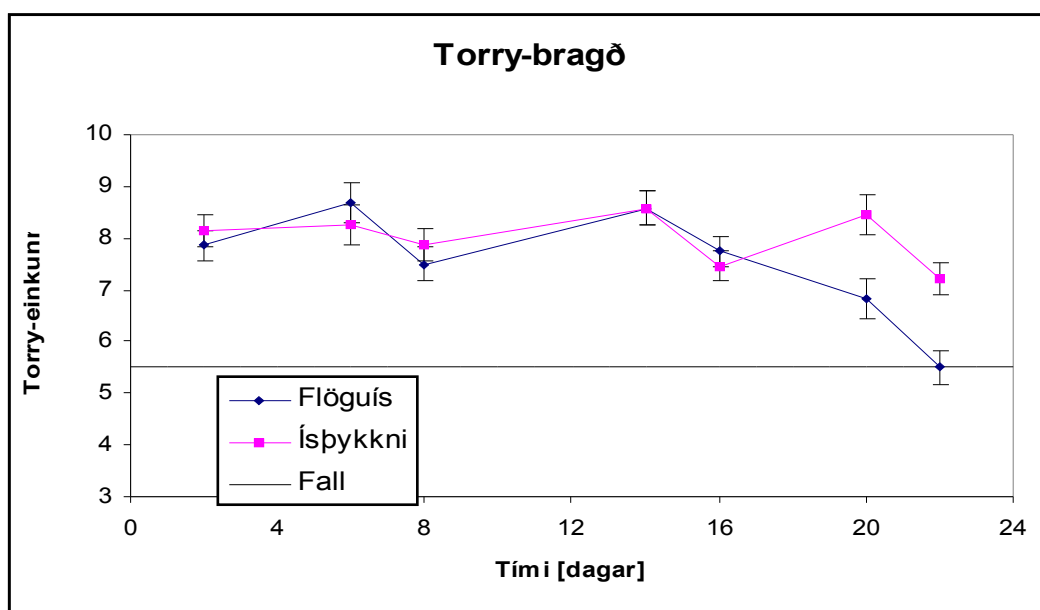
Af myndinni hér að ofan má dæma að Torry-einkunn fyrir lykt af barra er svipuð fyrir barra geymdan í ísþykkni og flöguís fyrstu 16 dagana. Eftir það má greina nokkurn mun því fiskurinn sem geymdur er í flöguís fellur fyrir í einkunn heldur en sá úr ísþykkninu. Samanburðarprófið sýndi þó að einungis væri marktækur munur milli hópa eftir geymslu í 22 daga. Niðurstöður fyrir mat á bragði soðins barra eru eftirfarandi:

Tafla 17: Torry-einkunn fyrir bragð af soðnum barra m.v. mislangan geymslutíma í ísþykkni

Dagar í ísþykkni	Torry-einkunn - bragð
2	8,1 ± 0,3
6	8,3 ± 0,4
8	7,9 ± 0,3
14	8,6 ± 0,3
16	7,5 ± 0,3
20	8,4 ± 0,4
22	7,2 ± 0,3

Tafla 18: Torry-einkunn fyrir bragð af soðnum barra m.v. mislangan geymslutíma í ís

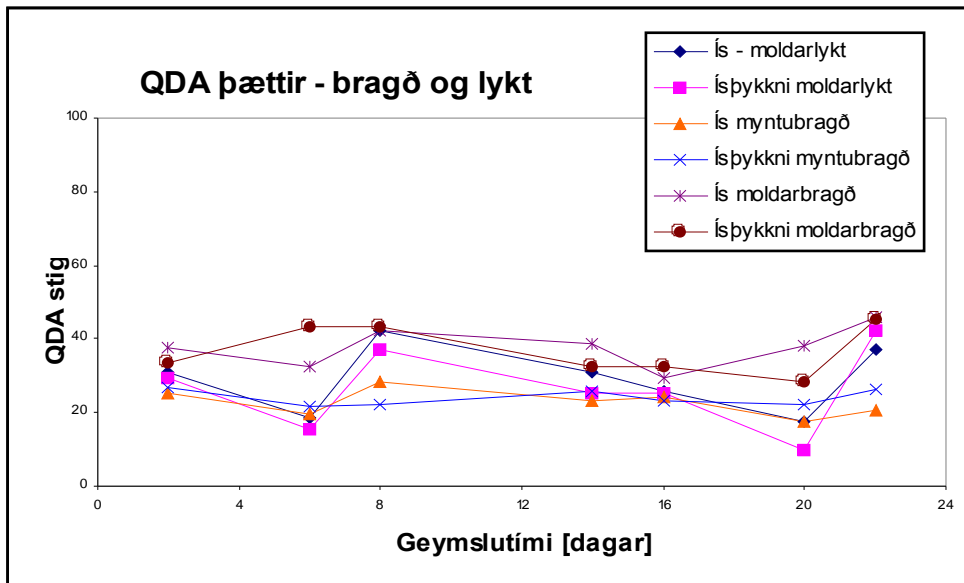
Dagar í ís	Torry-einkunn - bragð
2	7,9 ± 0,3
6	8,7 ± 0,4
8	7,5 ± 0,3
14	8,6 ± 0,3
16	7,8 ± 0,3
20	6,8 ± 0,4
22	5,5 ± 0,3



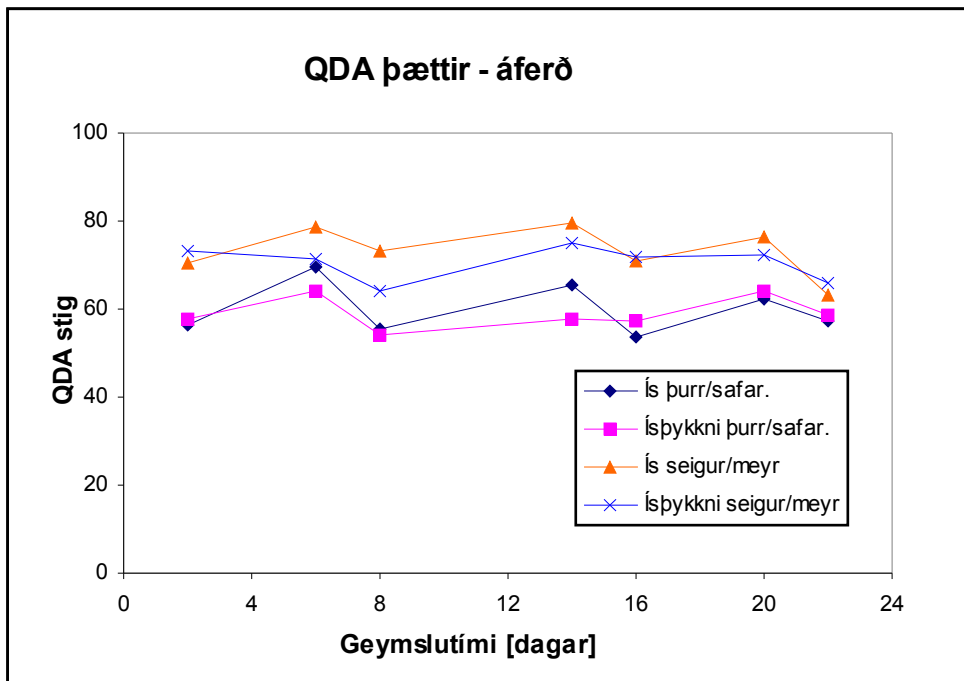
Mynd 29: Bragð af soðnum barra metið skv. Torry-skala. Einkunn sýnd sem fall af geymslutíma fyrir geymslu í flöguís og ísþykkni. Falleinkunn er sýnd með svörtu striki við einkunnina 5,5 og staðalfrávik í hverjum punkti koma einnig fram.

Einkunnir fyrir bragð koma svipað út og fyrir lykt, það er að hóparnir eru svipaðir fram á 20. dag. Eingungis reyndist marktækur munur á hópunum eftir geymslu í 20 daga annars vegar og 22 daga hins vegar. Mat á bragði og lykt soðins barra í heild gefur til kynna að geymsluþol barra sem geymdur er í ís er 22 dagar, en lengra fyrir barra geymdan í ísþykkni.

QDA-þættir gáfu litlar niðurstöður og ljóst er að annað hvort mætti hreinlega taka hluta af þeim eða alla út af skalanum eða að dómarrar þyrftu að fá meiri þjálfun til að greina þá og samræma mat sitt.



Mynd 30: QDA-þættir fyrir bragð og lykt, hlutfall bragðs og lyktar sem fall af geymslutíma.



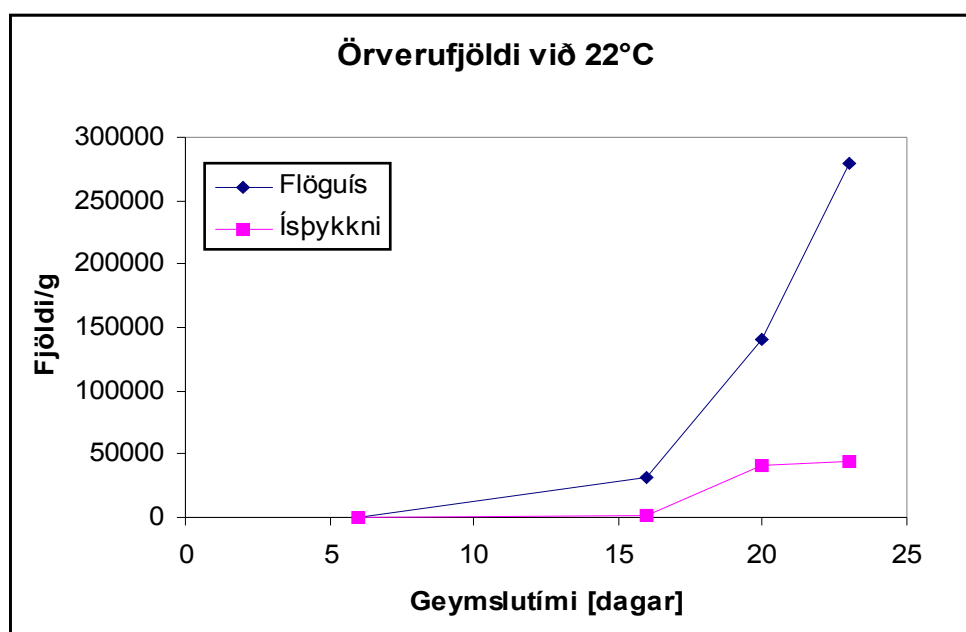
Mynd 31: QDA-þættir fyrir áferð, hlutfall meyrni og safu sem fall af geymslutíma.

3.6 Örverutalning

Örverutalning var gerð á 4 hópum sem geymdir höfðu verið mislengi í flöguís annars vegar og ísþykkni hins vegar. Hóparnir höfðu geymslutíma 6, 16, 20 og 23 daga. Örverur voru taldar í holdi fisksins við 22°C á "plate count agar" að viðbætti 0,5% saltlausn.

Tafla 17: Örverur í barra, geymsla í flöguís og ísþykkni

Dagar	Örverur [fjöldi/g] í flöguísbarra	Örverur [fjöldi/g] í ísþykknisbarra
6	0	0
16	31000	1500
20	140000	41000
23	280000	44000



Mynd 32: Örverufjöldi í holdi barra við 22°C - Samanburður á geymslu í ísþykkni og flöguís.

Eins og sjá má er munurinn á geymsluaðferðunum gífurlegur hvað varðar örverur. Sjá má að munurinn er rúmlega þrefaldur við 20 daga geymslutíma og rúmlega sexfaldur eftir 23 daga í geymslu. Þetta staðfestir matið á soðna barranum þar sem flöguísbarrinn féll mun fyrr í geymsluþoli en ísþykknibarrinn. Stór hluti skýringar á þessum mun er líklega að ísþykknið heldur fiskinum við lægra hitastig eða ca. -1°C meðan flöguísinn nær aðeins að halda fiskinum í rúmlega 0°C. Talað er um að fiskur sé ekki hæfur til manneldis þegar örverur eru orðnar fleiri en 10^6 til 10^7 svo að barrinn sjálfur virðist geymast mjög lengi því þó að munurinn eftir kælimiðli sé mikill hafa örverur í flöguísbarra ekki náð því marki eftir 23 daga. Samanborið við "íslenskan" fisk eins og þorsk og karfa hefur barrinn mjög hátt geymsluþol. Skýringin er líklega sú að hann er hlýsjávarfiskur, alinn í 23°C heitum sjó. Í honum eru því millihitakærar örverur sem vaxa ekki við geymslu í ís eða ísþykkni ríkjandi fremur en kuldaþolnar örverur sem aftur eru í meiri mæli í kaldsjávarfisk.

4. Samantekt og lokaorð

Helstu niðurstöður verkefnisins eru að ísþykkni kælir fisk mun hraðar niður heldur en flöguís og hlutfallið ísþykkni:fiskur = 2:1 ætti að gefa kælingu nálægt hámarks hraða. Flöguís endist lengur en ísþykkni en með því að nota nóg af ísþykkni, líklega í hlutföllunum ísþykkni:fiskur = 1:2 samkvæmt reiknilíkani helst fiskurinn kaldari og er þar með ferskari þegar hann kemur á markað heldur en sá í flöguísnum.

Óvissuþættir og það sem skoða mætti nánar er töluvert.

Mælingar á endingartíma voru gerðar á mjög smáum skala og er endingartími ísþykkni í litlum frauðplastkassa ekki sambærilegur við endingartíma í fiskikeri. Þó hefur verið sýnt fram á að reiknilíkanið passar sæmilega miðað við ákveðnar forsendur og ætti því að vera hægt að nota það til að spá fyrir um rétt hlutfall ísþykkni og fisks. Þó þyrfti að gera mælingar á stærri skala áður en ráðist er í flutninga. Einnig verður að athuga vel allar aðstæður við flutninga og reikna út frá þeim. Til dæmis er orkutap til umhverfis fimmfalt meira þegar umhverfishiti er 20°C heldur en þegar hann er 0°C. Því er mjög mikilvægt að hafa kerin í kældu umhverfi alla leið á áfangastað. Einnig er mikilvægt að láta vatnið leka úr kerjunum. Þá verður eftir fingerður ís sem heldur fiskinum í u.þ.b. -1°C en ef vatnið er látið vera í liggur fiskurinn í söltu vatni, slímmyndun eykst og fiskurinn gæti hugsanlega farið að taka upp salt.

Samband flæðis og ísprósentu er mikilvægt þegar verið er að reikna út magn flöguíss til samanburðar. Ef gera á tilraunir utan Ískerfa þyrfti því annað hvort að koma upp svipaðri tækni og þar er til að mæla prósentuna miðað við ákveðið flæði eða að skilgreina þetta samband betur með því að gera fleiri mælingar í Ískerfum.

Skynmatið sem framkvæmt var verður líklega að kallast fortítraun því óvissuþættir voru ótal margir. Gæðastuðulsáferðin reyndist alls ekki nógu nákvæm samkvæmt aðhvarfsgreiningu. Endurskoða þyrfti töfluna og reyna að finna betri lýsingar á sumum þáttum og ef til vill sleppa einhverjum þáttum hennar. Fjöldi fiska í gæðastuðulsáferð var líklega ekki nægur, sérstaklega þar sem einstaklingsmunur milli fiska var mjög mikill. Best væri að láta dómara meta 5 fiska úr hverjum hópi til að lágmarka þessi áhrif. Einnig þyrfti að hafa fleiri dómara, til dæmis 10-12 manns og þjálf þá betur, þ.e. fá meira samræmi í mati þeirra. Geyma þyrfti barrann í ísþykkninu lengur til að ákvarða geymsluþol hans því eftir 22 daga í geymslu hafði hann ekki enn fengið falleinkunn á Torry-skalanum. Við flökun kom í ljós að blæðingu fiskanna virðist ekki alltaf vera lokið, þeir voru mjög misjafnir og stundum voru flökin nokkuð blóðug. Þetta gæti haft áhrif á skynmatsþætti þó ekki hafi verið sýnt fram á það en þetta er hlutur sem þarf að skoða þegar annað skynmat fer fram. Torry-skalan fyrir mat á soðnum fiski þyrfti einnig að endurskoða því einkunnirnar eru ekki að lækka kerfisbundið og né standa í stað og falla svo heldur fara þær upp og niður og svo virðist sem dómara eigi erfitt með að ákveða einkunnir milli 7 og 9. Niðurstöður mats á soðnum fiski eru þó þær að barrinn geymdur í flöguís fellur fyrir í geymsluþoli en sá geymdur í ísþykkni. Líklega er þetta vegna þess að ísþykknið heldur hitastiginu mun neðar eða í um það bil -1°C meðan flöguísinn nær aðeins að halda fiskinum í rúmlega 0°C. Þetta er einnig líkleg ástæða fyrir þeim mikla mun á kælimiðilum sem var sjáanlegur í örverumælingu. Framhald á örverumælingum væri að framkvæma talningu við 30°C og ná þar með hugsanlega millihitakærum örverum inn í reikninginn.

Í þessu verkefni hefur verið komið víða við og heilmargir þættir í sambandi við ísþykkni og barra kannaðir en eins og fram hefur komið eru óvissuþættir margir og þarf því að skoða ýmislegt betur.

Reykjavík 30. ágúst 2001,

Umsjónarmenn:

Námsmaður

Guðmundur Örn Ingólfsson

Hildur Ólafsdóttir

Þorsteinn Víglundsson

Þyri Valdimarsdóttir
