



Titill:	Geymsluþol á ófrystum og þíddum karfa í ís
Höfundar:	Emilía Martinsdóttir og Hannes Magnússon
Rit Rf númer:	38
Útgáfudagur:	Júlí 1993
Verknúmer:	92.401
Blaðsíðufjöldi:	40
Styrktaraðilar:	Rannsóknasjóður Rannsóknaráðs ríkisins, Sölumiðstöð hraðfrystihúsanna og Íslenskar sjávarafurðir hf.
Ágrip á íslensku:	Megintilgangur tilraunanna var að rannsaka mismunandi meðferð hráefnis og áhrif frystingar og frystigeymslu á skemmdarferli og geymsluþol karfa með örverutalningum, skynmati og mælingum á trimetylamíni (TMA). Gerðar voru rannsóknir á ófrystum og þíddum karfa sem meðhöndlaður var á mismunandi hátt fyrir frystingu. Karfinn var heilfrystur, blóðgaður, hauseður og slægður og flakaður fyrir frystingu. Helstu niðurstöður voru þær að heill, ófrystur karfi geymdist í allt að 17 daga í ís en geymsluþol ófrystra flaka var 12 til 13 dagar. Niðurstöður skynmats á ófrysta karfanum voru í góðu samræmi við niðurstöður örverutalninga og TMA mælinga. Allan geymslutímann var heildarörverufjöldi og fjöldi H ₂ S-myndandi örvera mun meiri í flökum en í holdi heila karfans og TMA hækkaði hraðar í flökunum. Þíddur karfi, bæði heill og sem flök, fékk mun verri dóma í skynmati en sambærilegur ófrystur karfi. Geymsluþol á þíddum karfa og karfaflökum var 10 til 12 dagar í ís. Nánast ekkert TMA myndaðist í þíddum karfa á geymslutímanum. Notagildi TMA mælinga við mat á þíddum karfa er því ekkert. Örverufjöldi var að öllu jöfnu meiri í ófrystum en í þíddum karfa. Í sumum tilvikum drápu meira en 90% örvera yfir 30 vikna frystigeymslu. Niðurstöður bentu til þess að frystigeymsla hefði óæskileg áhrif á vaxtarmöguleika H ₂ S-myndandi örvera eftir þíðingu. Að lokum voru rannsökuð áhrif efnisins sodium erythorbate (erybat) á gæði karfa. Niðurstöður örverutalninga, skynmats og TMA mælinga bentu allar til þess að böðun á heilum karfa í 1% lausn af erybati hafi rotverjandi áhrif auk þess að vernda rauða lit hans.
Lykilorð á íslensku:	Karfi, þíðing, geymsluþol, örverur, skynmat, TMA
Summary in English:	The main purpose of these experiments was to investigate the effect of different raw material treatment and the effect of freezing and freezer storage on the spoilage pattern of redfish (ocean perch) by using microbial counts, sensory evaluation and trimethylamine (TMA) measurements. Experiments were done on unfrozen and thawed redfish treated in different ways prior to freezing. The redfish was whole-frozen, bled, headed and gutted and filleted prior to freezing. Main results were that whole unfrozen redfish kept up to 17 days in ice but fillets up to 12 to 13 days. Results from sensory evaluation on unfrozen redfish was in good agreement with the results from microbial counts and TMA measurements. During the whole storage period total counts and counts of H ₂ S producing bacteria were much higher in fillets than in the flesh of whole redfish and TMA increased more rapidly in the fillets. Thawed redfish, both whole and as fillets, got much lower scores when judged by sensory evaluation than unfrozen redfish. The keeping quality of thawed whole redfish and fillets was 10 to 12 days in ice. Increase in TMA was hardly noticed in thawed redfish during storage. Therefore TMA measurements in evaluating the keeping quality of thawed redfish are useless. Number of microbes were generally higher in unfrozen redfish than in thawed. In some cases more than 90% of the microbes were killed during a freezer storage for 30 weeks. The results indicated that freezer storage had undesirable effect on growth possibilities of H ₂ S producing bacteria after thawing. Finally the effect of sodium erythorbate was investigated. All results indicated that dipping whole redfish in 1% solution had a preservative effect in addition to retaining the red colour.
English keywords:	Redfish, thawing, keeping quality, microbes, sensory evaluation, TMA

1. INNGANGUR

Almennt fæst mun hærra verð fyrir sölu á ferskum karfa en frystum t.d. í Þýskalandi. Mikill áhugi er hjá Sölumiðstöð hraðfrystihúsanna og Íslenskum sjávarafurðum hf. að geta selt þídd karfaflök sem "ferska vöru" beint til neytenda. Til að efla slíka markaði þarf þíddi karfinn að uppfylla þær kröfur sem neytendur gera til ófrystrar vöru. Upplýsingar þurfa að liggja fyrir um áhrif hráefnismeðhöndlunar á gæði karfa eftir þíðingu. Hér er átt við þætti eins og ferskleika hráefnis og meðhöndlun þess eins og hausun og slægingu. Almenn meðhöndlun á karfa í dag er sú að hann er geymdur heill, óblóðgaður og óslægður í ís fram að vinnslu. Karfinn er heilfrystur eða hausskorinn og slægður fyrir frystingu (Japanskarfi) bæði um borð í frystitogurum og í frystihúsum. Karfi sem fer á Japansmarkað er almennt meðhöndlaður á þann hátt að honum er dýft í 1% lausn af efninu sodium erythorbate (sodium isoascorbate) til þess að vernda rauða lit karfans. Efnið sodium erythorbate (hér eftir nefnt erybat) er selt sem þrávarnarefni og sem efni til að verja litarefnin gegn efnahvörfum við súrefni og viðhalda þar með lit (antioxidant). Þetta efni er leyft til notkunar í matvæli víða um heim m.a. í Japan og Bandaríkjunum. Sem stendur er notkun þess ekki leyfð í löndum Efnahagsbandalags Evrópu (Pfizer data sheets-sjá heimildir). Einn þáttur sem ekki hefur verið kannaður hér á landi er áhrif blóðgunar á gæði karfaflaka. Þó að þetta virðist óraunhæf meðferð í dag er óvíst hvað framtíðin ber í skauti sínu. Í nýútkominni færeyskri skýrslu er lýst blóðgun á karfa (Bjarkhamar o.fl., 1992). Höfundar töldu að blóðgun bætti lit flaka. Þeir töldu einfaldast að höggva sporðinn af en einnig var prófað að fjarlægja tálknin en sú aðferð gaf ljósari flök. Að sjálfsögðu þarf að veita og meta hvort slík aukameðhöndlun muni einhvern tíma svara kostnaði.

Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hafa verið gerðar viðamiklar rannsóknir á skemmdarferli og geymsluþoli þídds fisks. Þessum rannsóknum er lýst í Ritum Rf nr. 26 og 30 (Hannes Magnússon o.fl. 1990, Emilía Martinsdóttir o.fl. 1991). Í inngangi og ályktunum þessara Rita Rf er ítarleg umfjöllun um áhrif frystingar, frystigeymslu og geymslu eftir þíðingu á þætti eins og örverur, efnabreytingar og mat á gæðum fisks með skynmati. Í tilraununum var lögð áhersla á heilan þorsk og þorskflök en einnig voru rannsökuð karfaflök og ýsuflok. Notuð voru roðlaus flök í þessum rannsóknum. Í tilraununum kom í ljós að trímetylamín (TMA) myndaðist mun hægar í þíddum flökum en sambærilegum ófrystum. Einnig kom í ljós að mun meira myndaðist af TMA í ófrystum, heilum þorski en í sambærilegum ófrystum flökum. Í þorskrannsóknunum kom í ljós að langvarandi frystigeymsla hafði töluverð áhrif á frumudauða. Niðurstöður heildarörverutalninga á karfa- og ýsuflokum sýndu

að frysting og frystigeymsla í allt að 25 vikur hafði ekki marktæk áhrif til lækkunar á örverufjölda. Þetta átti einnig við um H₂S-myndandi örverur. Í rannsóknunum kom á óvart hversu lágt hlutfall H₂S-myndandi örverur voru af heildarörverufjölda. Niðurstöður örverurannsókna á flökum gáfu ekki tilefni til þess að álykta að rekja mætti minni TMA myndun í þíddum flökum en í ófrystum til breytinga á örverufjölda. Niðurstöður skynmats sýndu að þídd flök fengu lakari dóma mestan hluta geymslutímans í ís. Seinni hluta geymslutímans minnkaði þessi munur og náðu bæði ófryst og þídd flök mörkum neysluhæfi á svipuðum tíma.

Megintilgangur þeirra tilrauna sem hér verður lýst var að rannsaka mismunandi meðferð hráefnis og áhrif frystingar og frystigeymslu á gæði karfa geymdum í ís eftir þíðingu sem flök eða heill fiskur og að finna raunhæfar aðferðir við mat á gæðum slíkrar vöru.

2. FRAMKVÆMD

2.1. Þíðingartilraun

2.1.1. Tilhögun tilraunar. Tilhögun tilraunarinnar er sýnd á mynd 1. Tilraunin hófst um borð í frystitogaranum Höfrungi AK 70 í apríl 1992. Á þeim tíma sem tilraunin var gerð var Höfrungur eini togarinn sem aðstaða var til flökunar, ísunar og frystingar á karfa um borð. Karfi í tilraunina var veiddur í sama hali á Jökuldjúpi á síðasta veiðidegi skipsins. Tilraunahópar um borð voru fimm. Í hópi eitt var notaður ísaður, heill karfi meðhöndlaður á hefðbundinn hátt. Í hópi tvö var karfinn handflakaður (ekki roðflettur). Hluti flakanna var lagður með roðhliðina upp á ís (hópur 2A). Ísað var á milli laga. Hinn hluti flakanna var plötufrystur í 15 punda öskjum (hópur 2B). Í hópi þrjú var karfinn heilfrystur (án íshúðunar). Í hópi fjögur var karfinn blóðgaður á sama hátt og þorskur en þó var ekki látið blæða út í þvottakari. Karfinn var þá heilfrystur í 15 punda öskjur. Í hópi fimm var karfinn hausaður og slægður á sams konar hátt og Japanskarfi er venjulega meðhöndlaður og síðan frystur. Ekki voru notuð nein aukefni í þessari tilraun. Ísaður karfi var geymdur um borð í kældri lest skipsins. Innan við sólarhring frá veiði komu sýnin til Rf. Ísuð sýni voru eftir það geymd við 0 - 2°C og frystu sýnin við -25°C. Hluti karfans úr hópi eitt var geymdur heill í ís (hópur 1A) en hluti var flakaður eftir 5 daga geymslu og flökin síðan fryst (hópur 1B). Ísaður, ófrystur karfi úr hópum 1A og 2A var geymdur í allt að 19 daga í kæli. Frystur karfi var geymdur í að meðaltali 30 vikur í frysti. Frystur karfinn var þíddur við herbergishita og ísaður um leið og

hitastig hans mældist 0°C. Eftir frystigeymslu var hluti karfans úr hópi 3 flakaður og ísaður (hópur 3B) en afgangurinn var geymdur heill í ís (hópur 3A). Karfi úr hópum fjögur og fimm var flakaður að lokinni þíðingu og flökin síðan ísuð. Þíddi karfinn var geymdur ísaður í allt að 18 daga. Í öllum tilraunahópum voru tekin sýni 6 sinnum yfir geymslutíma í ís.

Alls voru 9 fiskar eða flök (3 fiskar eða flök sem 1 sýni) notuð í örveru- og efnamælingar en 12 flök (4 flök sem 1 sýni) voru notuð í skynmat.

2.1.2. Örverutalningar. Örverutalningar voru gerðar á hold- og roðsýnum á heila karfanum. Tvö roðsýni, 7.5 cm² hvert, voru tekin af þremur fiskum og þau sett í 100 ml af buffervatni. Blöndun var gerð í maga (stomacher) í 1 mín. Hold- og flakasýni voru hökkuð og 25 g af hakki sett í 225 ml af Butterfield's buffer þynningarvatni. Blöndun var gerð í maga í 1 mínútu. Ræktað var á járnagar (Iron Agar frá Oxoid) við 22°C í 3 daga. Áhellingaraðferð með yfirlagi var notuð við sáningu. Eftir ræktun voru allar kóloníur taldar til að fá heildarörverufjölda. Einnig voru svartar kóloníur taldar sérstaklega. Örverur sem mynda svartar kóloníur á ætinu framleiða H₂S úr thiosúlfati og/eða cysteini sem hvarfast við járn með þeirri afleiðingu að FeS fellur út (Gram o.fl., 1987). Þrjú sýni voru rannsökuð á hverjum sýnatökudegi. Geometrískt meðaltal var notað við samantekt á öllum niðurstöðum örverutalninga.

2.1.3. Skynmat. Karfinn var metinn hrár með tilliti til litarbreytinga á holdi. Tveir til þrír starfsmenn tóku þátt í matinu. Einkunnaskali fyrir litarmatið er tekinn úr lýsingu fyrir mat á ísuðum karfa með gæðastuðulsáðferð. Skynmat var gert á soðnum karfaflökum. Flökin voru soðin í Convostar gufuofni (Convotherm, Þýskalandi) við 100°C. Í matinu tóku þátt átta til tíu manns úr skynmatshópi Rf. Einkunnaskalar fyrir alla þætti skynmats eru sýndir í viðauka 1. Á hverjum sýnatökudegi voru þrjú sýni metin sitt í hvoru lagi. Við mat á soðnum flökum var notað ferskleikamat, þar sem ferskleiki fisks er metinn eftir ákveðnum ferskleikaskala. Í ferskleikaskala þessum er einkennum fisks lýst eftir því sem hann geymist. Þíddu sýnin voru einnig metin samkvæmt geðjunarprófi. Þíddu karfaflökin voru metin með tilliti til þráa og var notaður styrkleikaskali, þar sem metið er hvort þrái sé til staðar og þá hversu mikill. Að lokum var áferð sýnanna metin. Við frystigeymslu getur orðið breyting á áferð fisks háð geymsluhita og geymslutíma einkum á þann hátt að hann verður þurr og seigur við langvarandi geymslu. Áferðarþættirnir þurr til safaríkur og seigur til meyr voru metnir á skala frá -5 til +5 og var þá miðað við að ófryst flök fengu 0 á báðum skölum. Þessir áferðarþættir lýsa áferð þegar sýni er tuggið. Allir einkunnaskalar, nema litarmatsskalar á hráum fiski, eru taldir samfelldir. Við

útreikninga á niðurstöðum voru tekin meðaltöl allra dómanna fyrir hvert sýni. Meðaltöl voru síðan reiknuð fyrir hverja sýnatöku. Fervikagreining var notuð þar sem við átti til að kanna hvort marktækur munur ($p \leq 0.05$) væri á milli meðaltala. Einnig var reiknaður fylgnistuðull og fundin jafna bestu línu ásamt útskýrðum breytileika þar sem við átti. Einnig var athugað hvort fylgni, fastar og hallatölur línanna væru marktæk með t-prófunum.

Ljósmyndir voru teknar af karfanum yfir geymslutíma í ís. Notuð var Kodacolor 100 asa filma og blár filter (80A) notaður á 50 mm linsu Canon vélar Rf.

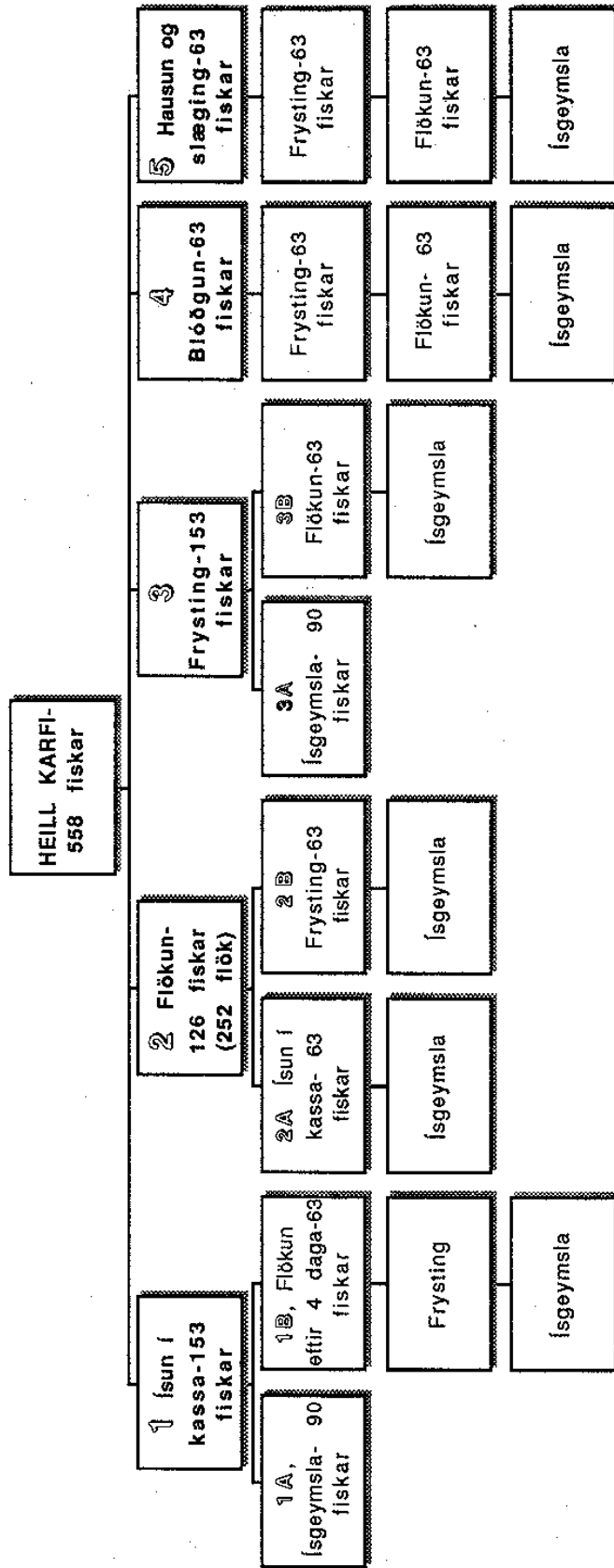
2.1.4. Efnamælingar. Trímetylamín (TMA) var mælt með gasgreini-aðferð samkvæmt Perez Martin o.fl.,1987.

2.2. Böðunartilraun

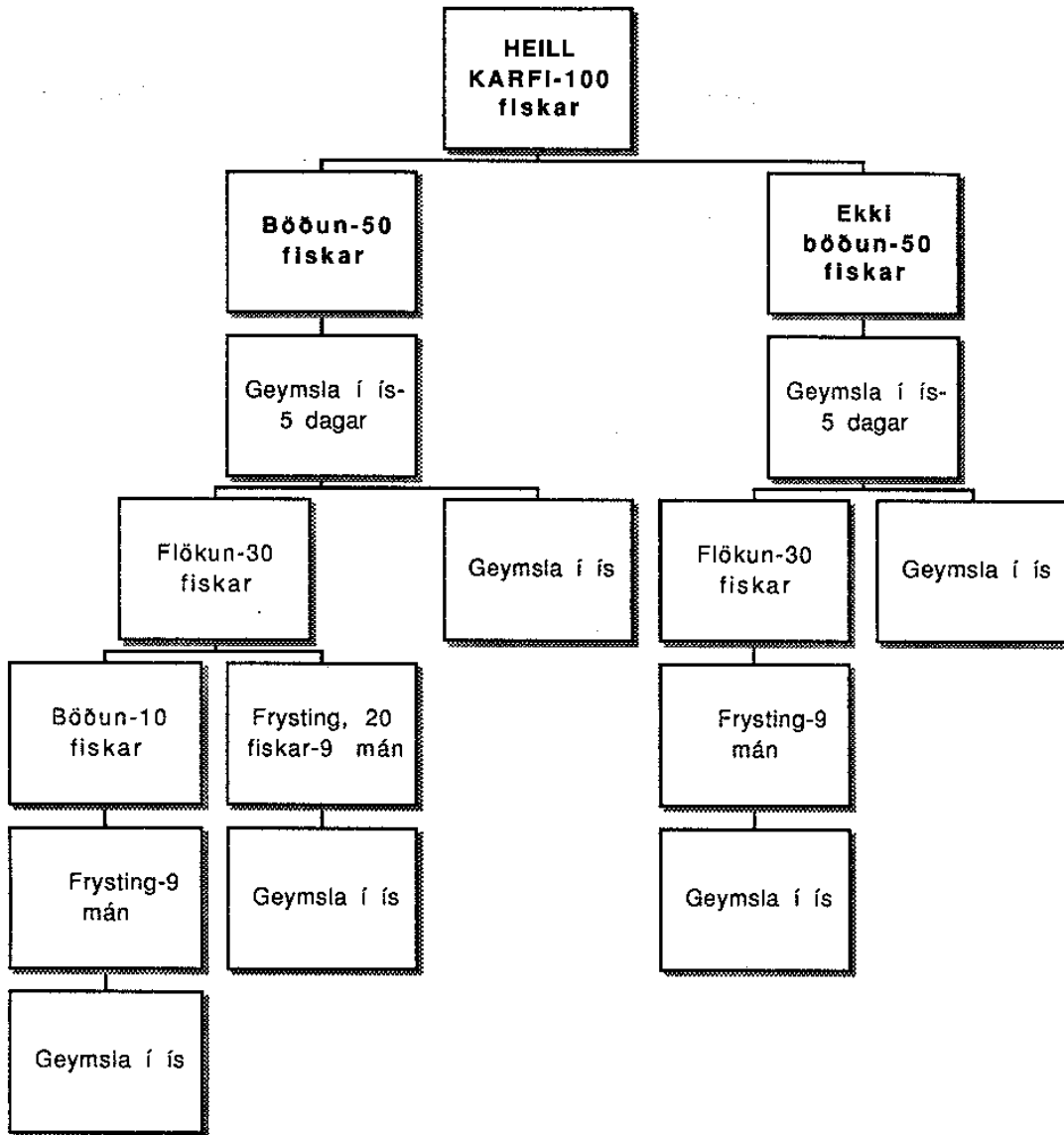
2.2.1. Tilraun 1. Fyrri böðunartilraunin var gerð í mars 1992. Tilhögun tilraunarinnar er sýnd á mynd 2. Fengnir voru tveir kassar af nýveiddum (1 dagur frá veiði) karfa úr togaranum Ottó N. Þorlákssyni frá Bakkaskemmu Granda hf. Karfinn var greinilega í dauðastirnun og vel ísaður. Á Rf var karfi úr öðrum kassanum vigtaður án íss og voru 60 kg böðuð í plastkari með 100 l af vatni og 1 kg af eribati sem svarar til 1% lausnar. Karfanum var sturtað í karið og látinn liggja þar í 1 mín. Þá var botntappi tekinn úr og tók rúmlega 1 mín. að leka úr karinu. Síðan var karfinn ísaður. Báðir kassar voru síðan settir í kæli Rf (0 - 2°C). Eftir 5 daga frá veiði var hluti karfans flakaður og roðflettur. Hluti flaka af baðaða karfanum var baðaður í 0.1% lausn af erybati. Ætlunin var að baða flökin í 1% lausn eins og heila karfann en vegna mistaka var lausnin tífalt þynnri. Óböðuð flök voru skoluð með vatni á sama hátt. Flakaði karfinn var síðan allur lausfrystur hjá Rf og geymdur við -25°C í 9 mánuði. Þíddu flökin voru síðan geymd í ís í 14 daga. Afgangur ófrysta karfans var geymdur ísaður í allt að 20 daga.

Litarmat fór fram á holdi og flökum á sama hátt og lýst er í 2.1.3. Gert var litar- og lyktarmat á ófrystum karfaflökum eftir 20 daga geymslu í ís samkvæmt röðunarprófi. Sjö manns tóku þátt í matinu. Dómarar fengu fjóra hópa af flökum þar sem tveir hópar voru baðaðir og tveir voru óbaðaðir. Dómarar áttu síðan að raða hópunum í röð eftir því hvaða hópur væri ljósastur og síðan eftir því hver væri lyktarverstur. Einnig voru teknar myndir af fiskinum á sama hátt og lýst er í kafla 2.1.3.

2.2.2. Tilraun 2. Í síðari böðunartilrauninni sem gerð var í júní 1992 var notaður heill karfi sem geymdur var ísaður um borð þar til þremur dögum eftir veiði. Þá var hann fluttur í kæli Rf og hluti karfans baðaður á sama hátt og lýst er hér að ofan. Karfinn var síðan geymdur í kæli Rf í 17 daga til viðbótar. Sýni af karfanum voru tekin sex sinnum yfir geymslutímann. Gerðar voru mælingar á örverufjölda og TMA. Þá var karfinn ljósmyndaður og skynmetinn. Alls voru 9 fiskar (3 fiskar sem 1 sýni) notaðir í örveru- og efnamælingar en 8 fiskar voru notaðir í skynmat. Mælingar á örverufjölda voru gerðar á sama hátt og lýst er í kafla 2.1.2. og ljósmynduninni er lýst í kafla 2.1.3. TMA var mælt samkvæmt AOAC aðferð (Horowitz, 1980) með þeirri breytingu að í stað K_2CO_3 var notað KOH. Sex fiskar úr hvorum hópi voru metnir hráir af skynmatshópi Rf (6 til 7 manns) samkvæmt svonefndri gæðastuðulsáðferð (sjá viðauka 1). Þessi áðferð felur í sér að hver gæðapáttur er skráður sérstaklega og gefinn einkunn 0 til 2 eða 0 til 3 eftir vægi þáttarins. Þessar einkunnir eru síðan lagðar saman í eina heildareinkunn (gæðastuðull) sem fylgja á beinni línu eftir geymslutíma í ís. Gæðastuðullinn getur minnst verið 0 fyrir bláferskan karfa og mest 23 fyrir mjög skemmdan karfa. Skynmat á soðnum karfa var gert með ferskleikaprófi eins og lýst er í kafla 2.1.3. Í hvert skipti voru fjögur sýni metin sitt í hvoru lagi.



Mynd 1. Tilhögun þíðingartilraunar.



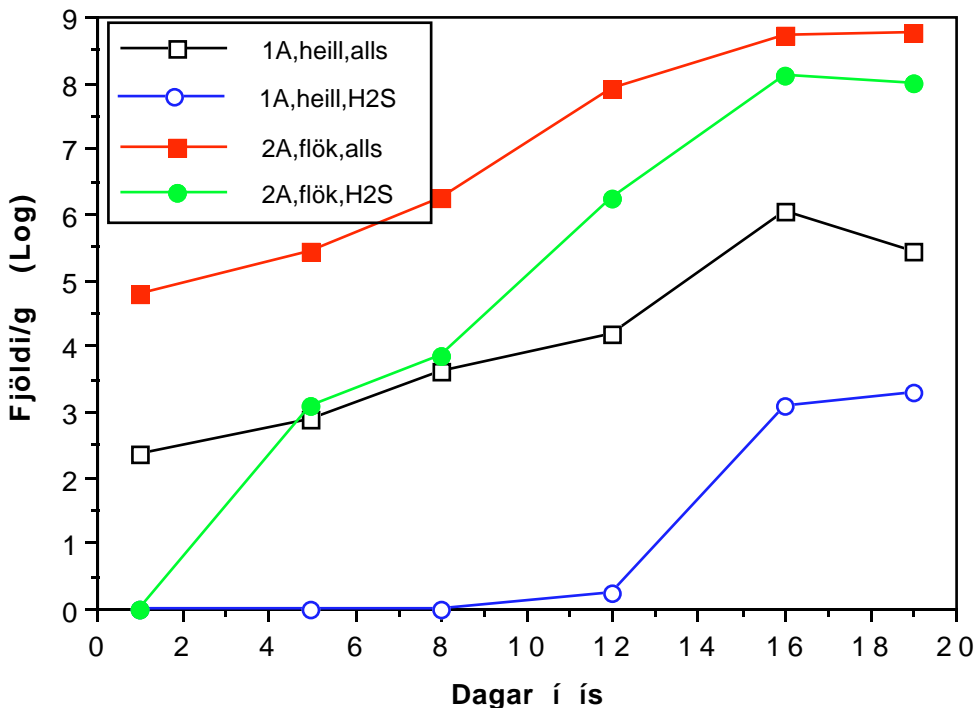
Mynd 2. Tilhögun böðunartilraunar 1.

3. NIÐURSTÖÐUR

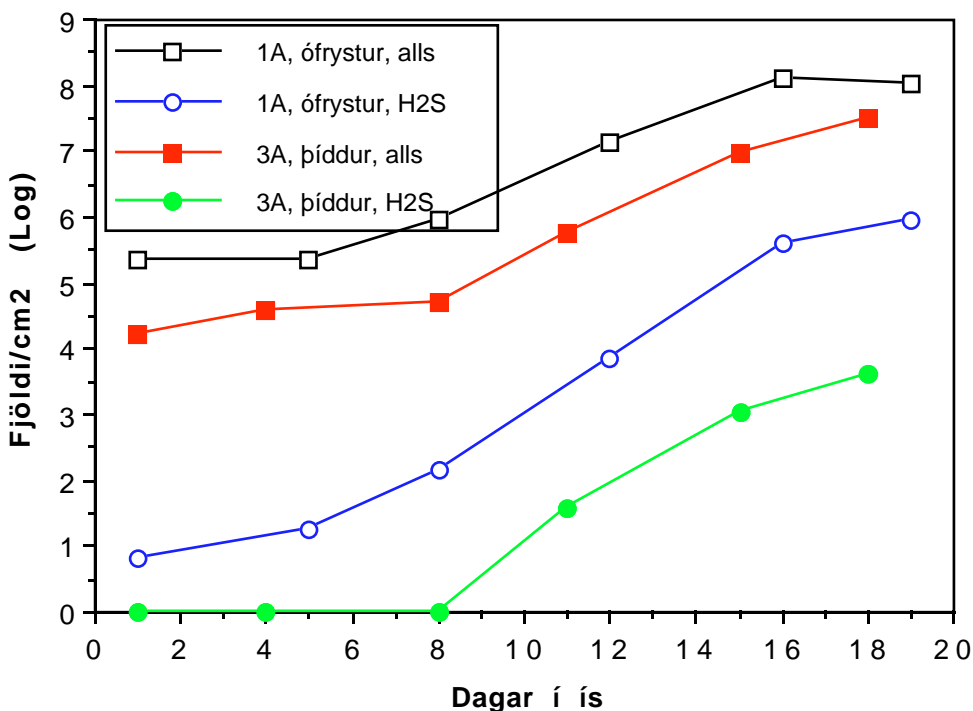
3.1. Þíðingartilraun

3.1.1. Örverutalningar. Niðurstöður örverutalninga eru sýndar á myndum 3 til 13. Á mynd 3 er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H_2S myndandi örvera í ófrystum, heilum karfa (hold) og ófrystum karfaflökum geymdum í ís. Heildarörverufjöldi var allan geymslutímunn mun meiri í flökum en í holdi heils, sambærilegs karfa. Í upphafi geymslu fundust engar H_2S -myndandi örverur, hvorki í holdi af heilum karfa né í flökum. Þessar örverur fundust ekki fyrr en á 12. degi í holdi og voru þá aðeins 0.01% af heildarfjölda. Í lok geymslutímans eftir 19 daga geymslu í ís var hlutfall þeirra einungis 0.7%. Hluttur H_2S -myndandi örvera var meiri í flökunum. Á 5. degi var fjöldi þeirra rúmlega $10^3/g$ og á 12. degi rúmlega $10^6/g$ og var hlutfall þeirra 2.2% af heildarfjölda. Í lok geymslutímans var hlutfall þeirra orðið 17.4%.

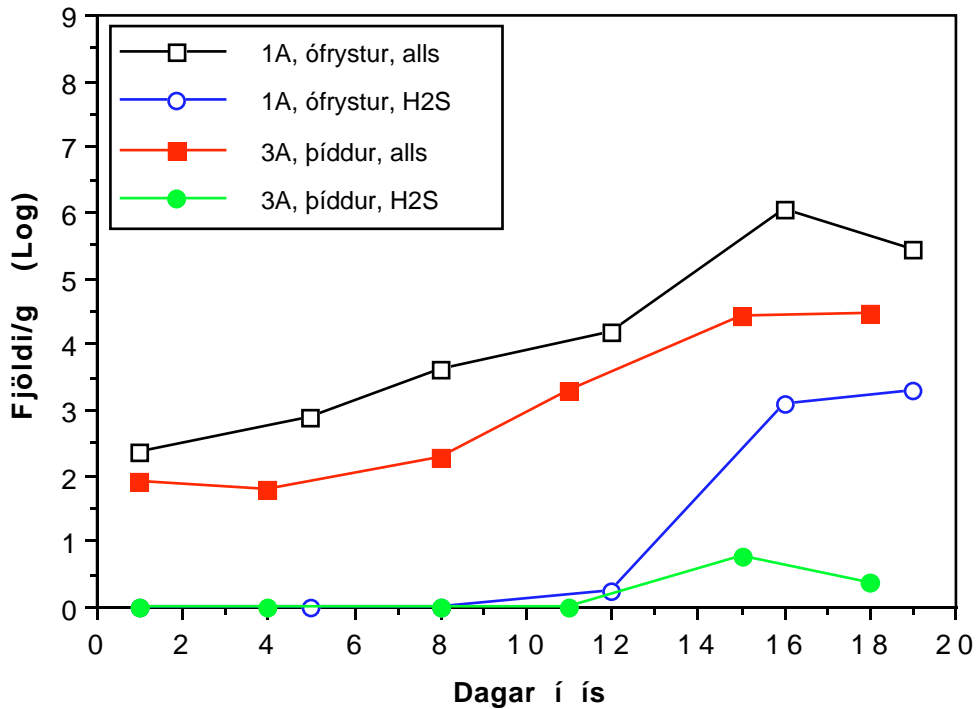
Á myndum 4 til 7 er gerður samanburður á örveruinnihaldi í heilum, ófrystum karfa og sambærilegum heilum, þíddum karfa. Á mynd 4 er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H_2S -myndandi örvera á roði. Að meðaltali var heildarörverufjöldi u.þ.b. tífalt lægri í þídda karfanum en í þeim ófrysta og átti þetta einnig við í upphafi geymslutímans. Það bendir til þess að yfir 90% af örverum á roði hafi drepist við 30 vikna geymslu í frosti. Geysilegur munur var á fjölda H_2S -myndandi örvera og heildarörverufjölda yfir geymslutímunn. Þannig var fjöldi H_2S -myndandi örvera um tíu þúsund sinnum lægri en heildarfjöldinn var bæði í ófrystum og þíddum karfa. Í þídda karfanum fundust þessar örverur ekki fyrr en á 11. degi meðan þær fundust allan geymslutímunn í ófrysta karfanum. Á mynd 5 er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H_2S -myndandi örvera í holdi. Heildarörverufjöldi var töluvert lægri í þídda karfanum en þeim ófrysta allan geymslutímunn. Athygli vekur að H_2S -myndandi örverur finnast ekki fyrr en á 12. til 15. degi og í lok geymslutímans var fjöldi þeirra u.þ.b. þúsund sinnum meiri í ófrysta karfanum en þeim þídda. Á myndum 6 og 7 er sýndur samanburður á roði og holdi bæði á heildarörverutalningum og talningu H_2S -myndandi örvera í ófrystum og þíddum heilum karfa. Eins og fram kemur á mynd 6 var heildarörverufjöldi í holdi hundrað til þúsund sinnum minni en á roði yfir geymslutímunn bæði á ófrystum og þíddum karfa. Á mynd 7 kemur fram að í lok geymslutímans var svipaður munur á H_2S -myndandi örverum á roði og holdi. Á mynd 8 er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H_2S -myndandi örvera í þíddum flökum sem annars vegar voru fryst sem flök og hins vegar í þíddum flökum af heilfrystum karfa.



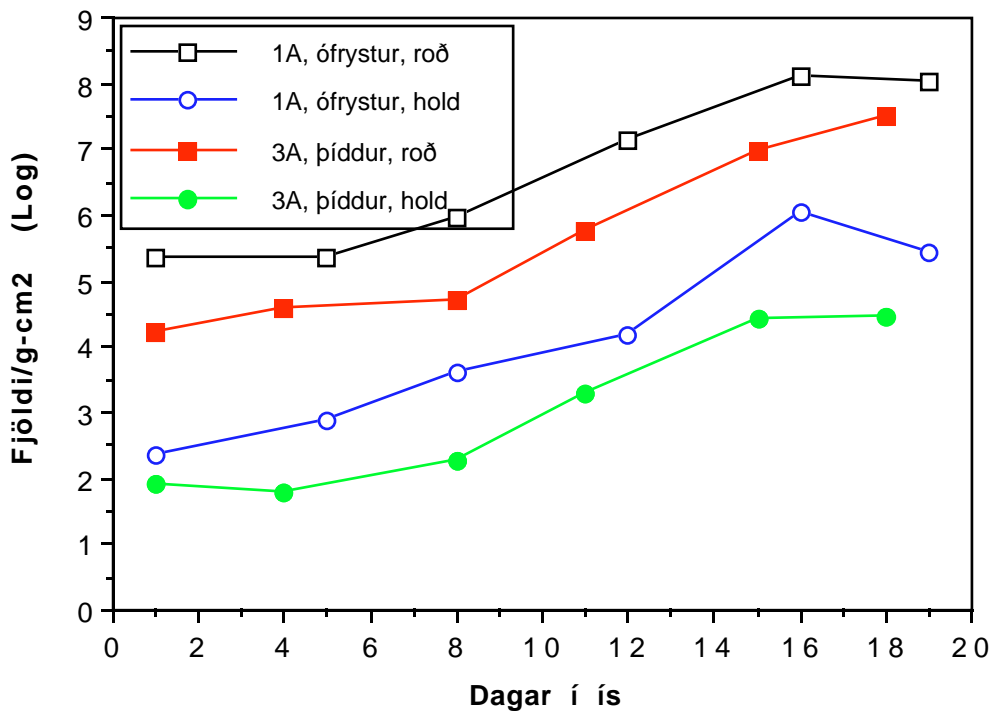
Mynd 3. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera í ófrystum, heilum karfa (hold) og karfaflökum.



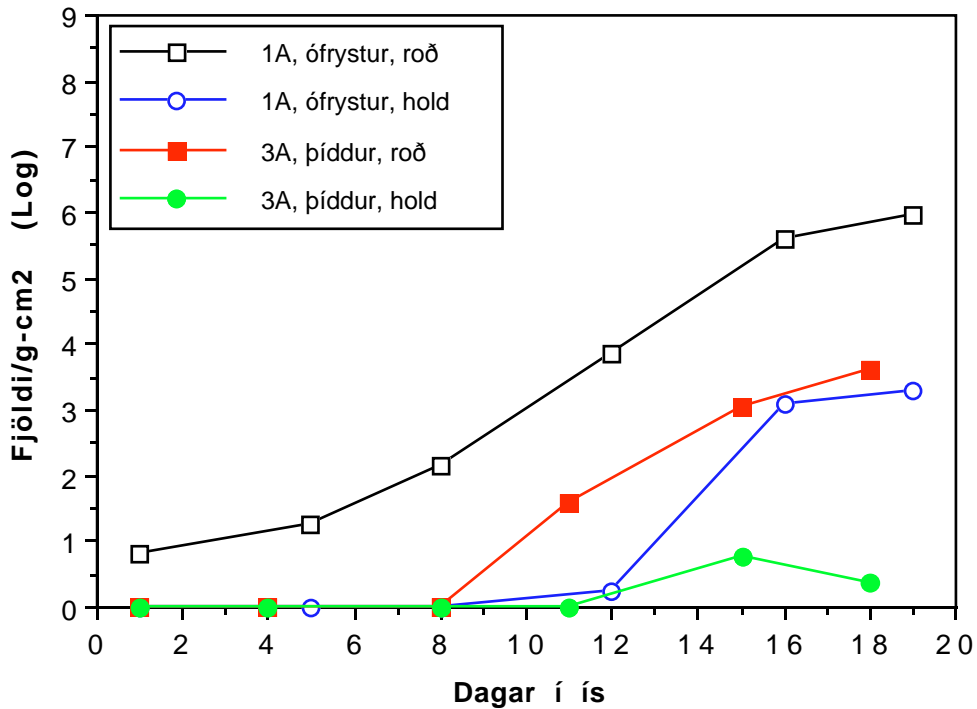
Mynd 4. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera á roði ófrysts og þídds karfa.



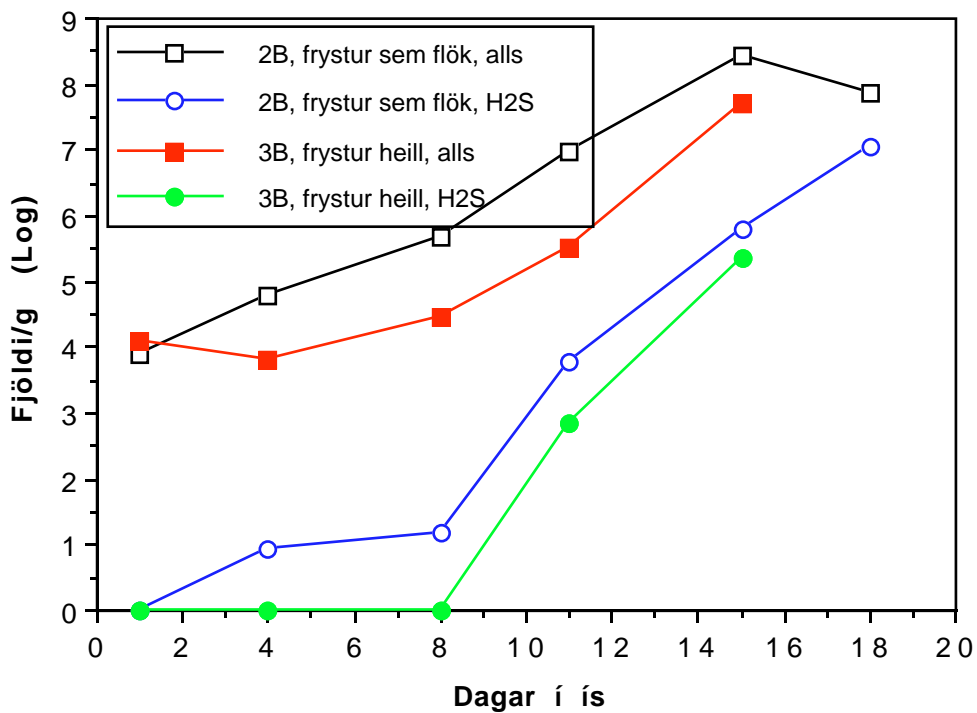
Mynd 5. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera í holdi ófrysts og þídds karfa.



Mynd 6. Heildarörverufjöldi (alls) á roði og í holdi ófrysts og þídds karfa.



Mynd 7. Fjöldi H₂S-myndandi örvera á roði og í holdi ófrysts og þídds karfa.



Mynd 8. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera í þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa.

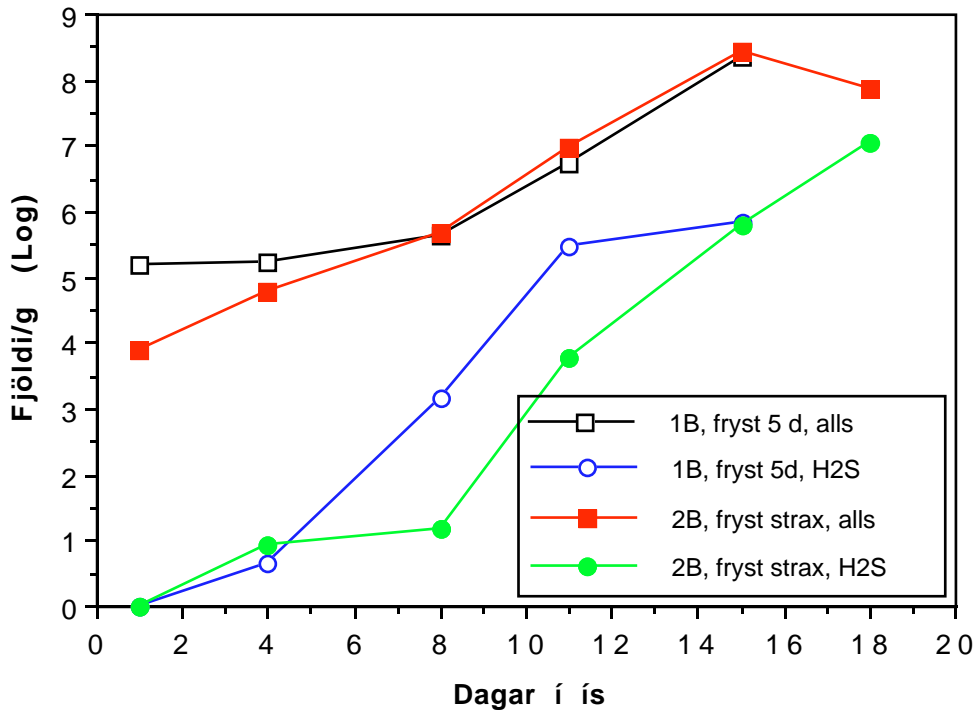
Niðurstöður sýna að fjöldi allra örvera var að öllu jöfnu u.þ.b. tífalt meiri í þeim flökum sem upphaflega voru fryst sem flök. Þar sem fjöldi örvera var samt mjög svipaður í upphafi geymslutilraunar í ís er ekki ljóst hvað veldur þessum mun.

Á mynd 9 er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H₂S-myndandi örvera í þíddum karfaflökum sem annars vegar voru fryst strax eftir veiði og hins vegar í flökum af karfa sem geymdur var í ís fimm daga fyrir flökun. Eins og við mátti búast var upphafsörverufjöldi í flökum af karfa sem geymdur hafði verið fimm daga fyrir flökun og frystingu mun meiri (yfir tífoldur munur) en í þíddum flökum sem fryst voru strax eftir veiði. Þessi munur fór síðan minnkandi eftir því sem leið á geymslutímann. Fjöldi H₂S-myndandi örvera var yfirleitt meiri í eldra hráefninu.

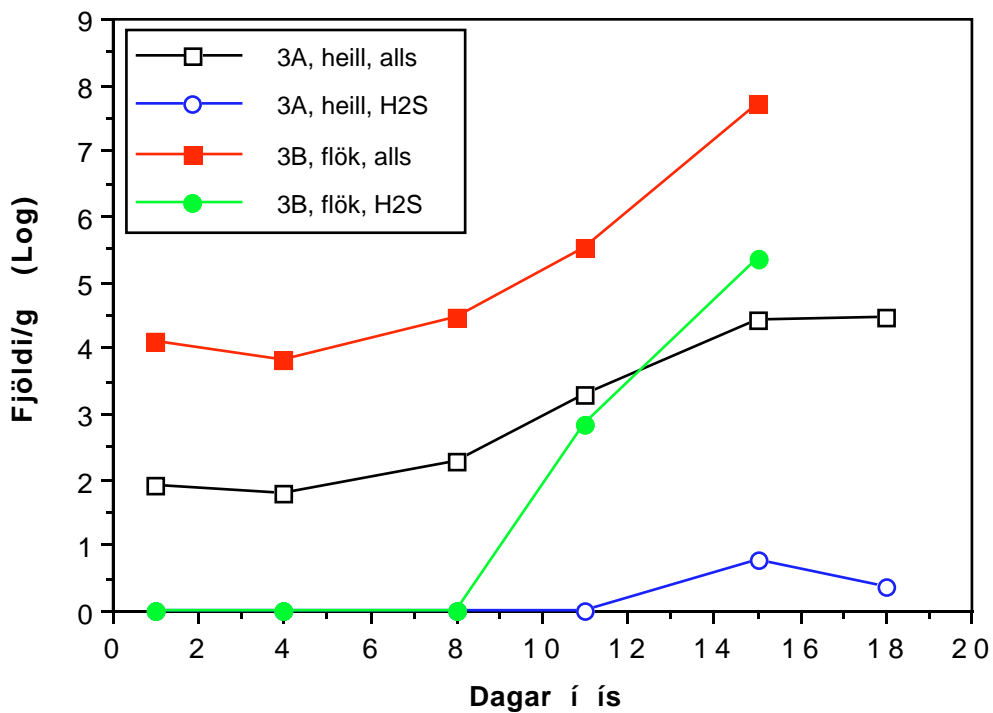
Á mynd 10 er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H₂S-myndandi örvera í þíddum, heilum karfa (hold) og þíddum karfaflökum geymdum í ís. Heildarörverufjöldi var allan geymslutímann mun hærrí í flökum en í holdi heils, sambærilegs karfa. Í upphafi geymslu fundust engar H₂S-myndandi örverur, hvorki í holdi af heilum karfa né í flökum. Þessar örverur fundust ekki fyrr en á 15. degi í holdi og voru þá aðeins 0.02% af heildarfjölda. Í lok geymslutímans eftir 18 daga geymslu í ís var hlutfall þeirra undir 0.01%. Hluttur H₂S-myndandi örvera var meiri í flökunum. Þeir mældust fyrst á 11. degi og á 15. degi geymslutímans var hlutfall þeirra 4.4% af heildarfjölda.

Á mynd 11 er sýndur samanburður á heildarörverufjölda og fjölda H₂S-myndandi örvera í ófrystum og þíddum flökum. Heildarörverufjöldi var allt að tífalt lægri í þíddu flökunum en í þeim ófrystu og átti þetta einnig við í upphafi geymslutímans. Það bendir til þess að allt að 90% af örverum í flökunum hafi drepist við 30 vikna geymslu í frosti. Mikill munur var á fjölda H₂S-myndandi örvera og heildarörverufjölda yfir geymslutímann. Þessi munur var hlutfallslega miklu meiri í þíddu flökunum en þeim ófrystu. Það bendir til þess að frystigeymsla hafi óæskileg áhrif á vaxtarmöguleika H₂S-myndandi örvera eftir þíðingu.

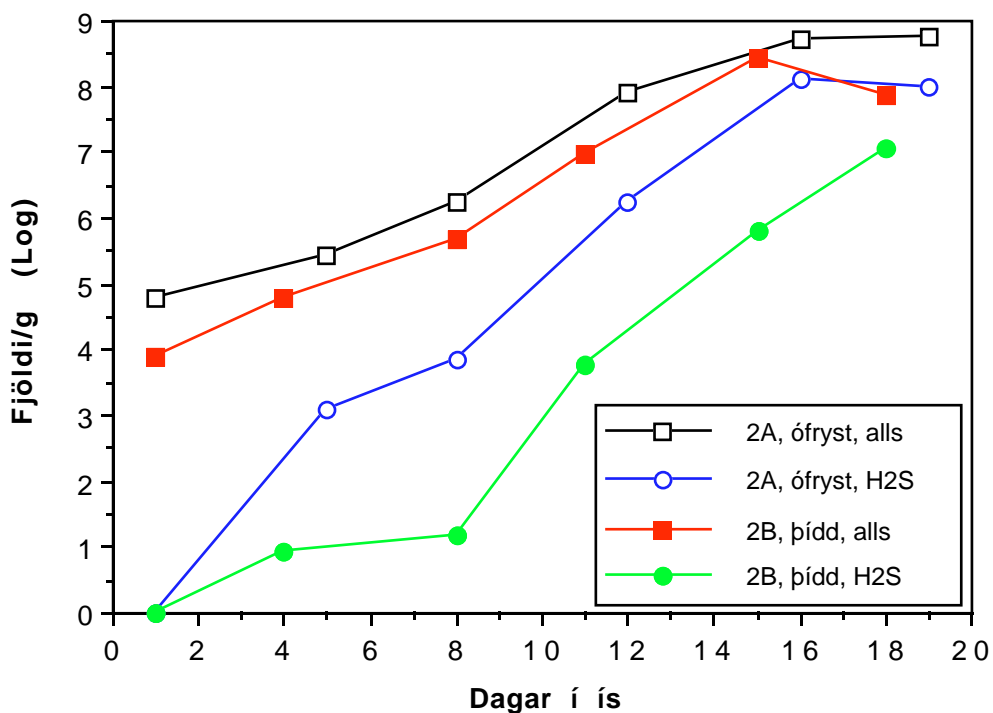
Á mynd 12 eru sýndar niðurstöður talninga á heildarörverufjölda í ófrystum og þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa. Ófrystu flökin skera sig mjög úr en örverufjöldinn í þessum flökum var mun meiri en í þíddu flökunum. Ekki var áberandi munur á fjölda í þíddu hópunum þremur nema sá að í hausaða og slægða karfanum var fjöldinn mestur um miðbik geymslutímans.



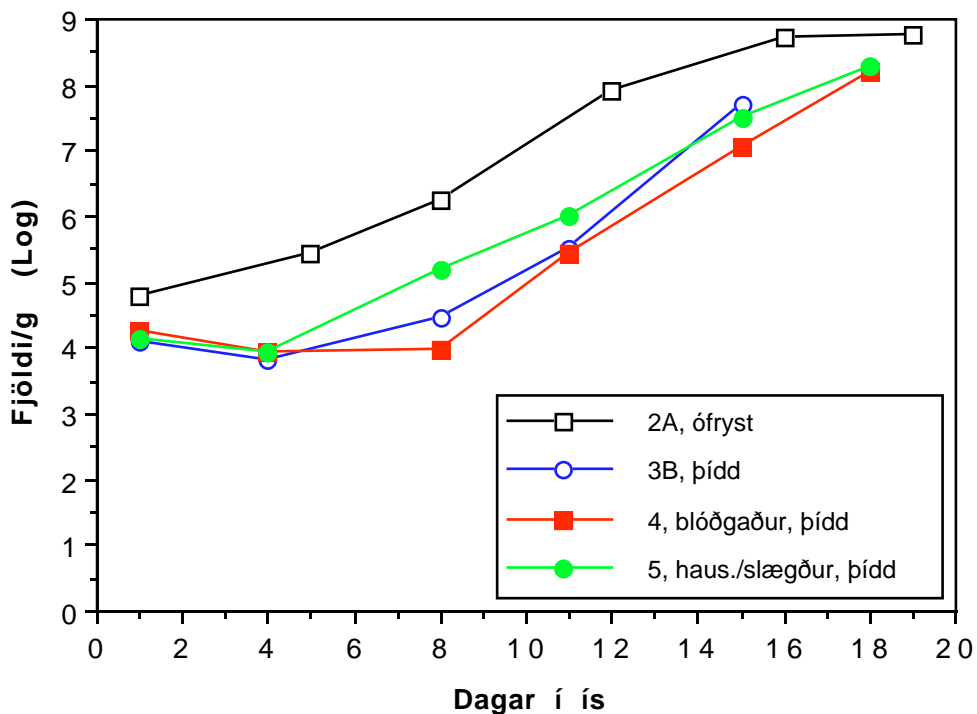
Mynd 9. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera í þíddum karfaflökum sem annars vegar voru fryst strax eftir veiði og hins vegar í flökum af karfa sem geymdur var í ís fimm daga fyrir flökun.



Mynd 10. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera í þíddum, heilum karfa (hold) og karfaflökum.

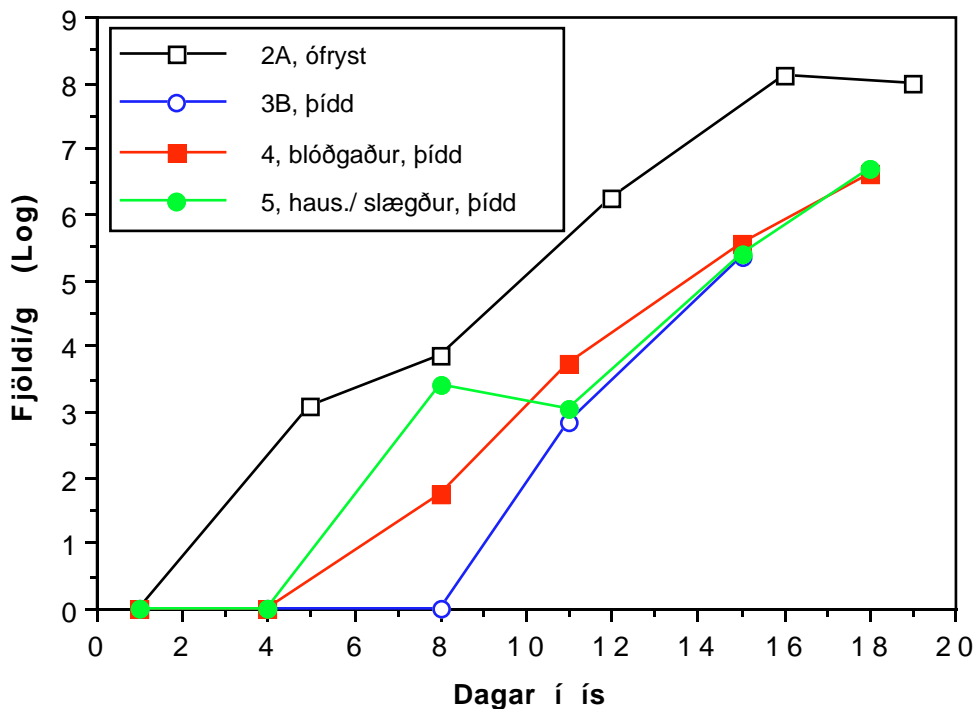


Mynd 11. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera í ófrystum og þíddum karfaflökum.



Mynd 12. Heildarörverufjöldi (alls) í ófrystum og þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa.

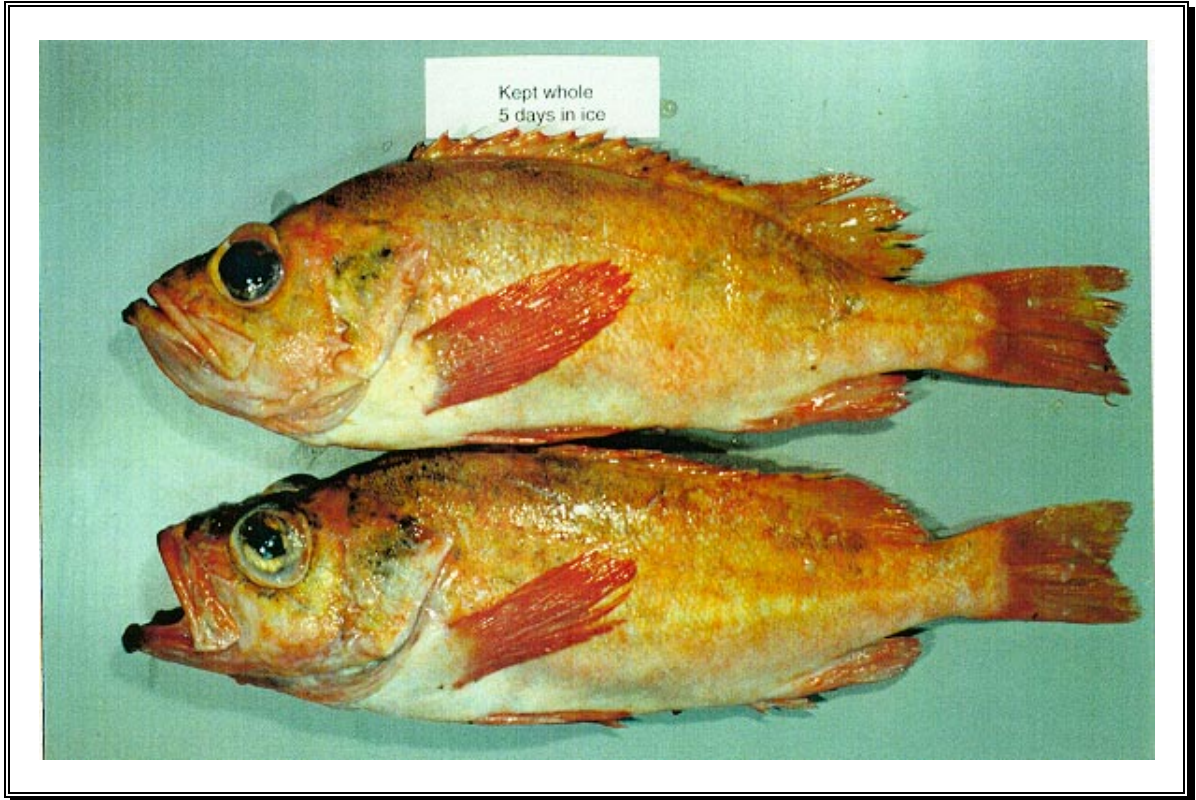
Á mynd 13 eru sýndar niðurstöður mælinga á fjölda H_2S -myndandi örvera í ófrystum og þíddum flökum af heilfrystum karfa, í blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa. Ófrystu flökin skera sig mjög úr en örverufjöldinn í þessum flökum var mun meiri en í þíddu flökunum. Í þíddu flökunum var fjöldi þessara örvera áberandi mestur í hausuða og slægða karfanum á 8. degi. Eftir þann tíma var munurinn hins vegar lítill.



Mynd 13. Fjöldi H_2S -myndandi örvera í ófrystum og þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa.

3.1.2. Skynmat. Helstu breytingar við geymslu á heilum karfa í ís (hópar 1A og 3A) eru þær að fiskurinn missir lit, einkum á uggum og sporði. Hjá þíddum karfa koma þessar breytingar mun fyrr en hjá ófrystum karfa. Þetta má glögglega sjá á ljósmyndum 1 til 4. Þar sést m.a. að þíddur karfi sem einungis hefur verið geymdur 3 daga í ís er orðinn mjög upplitaður og litdaufur.

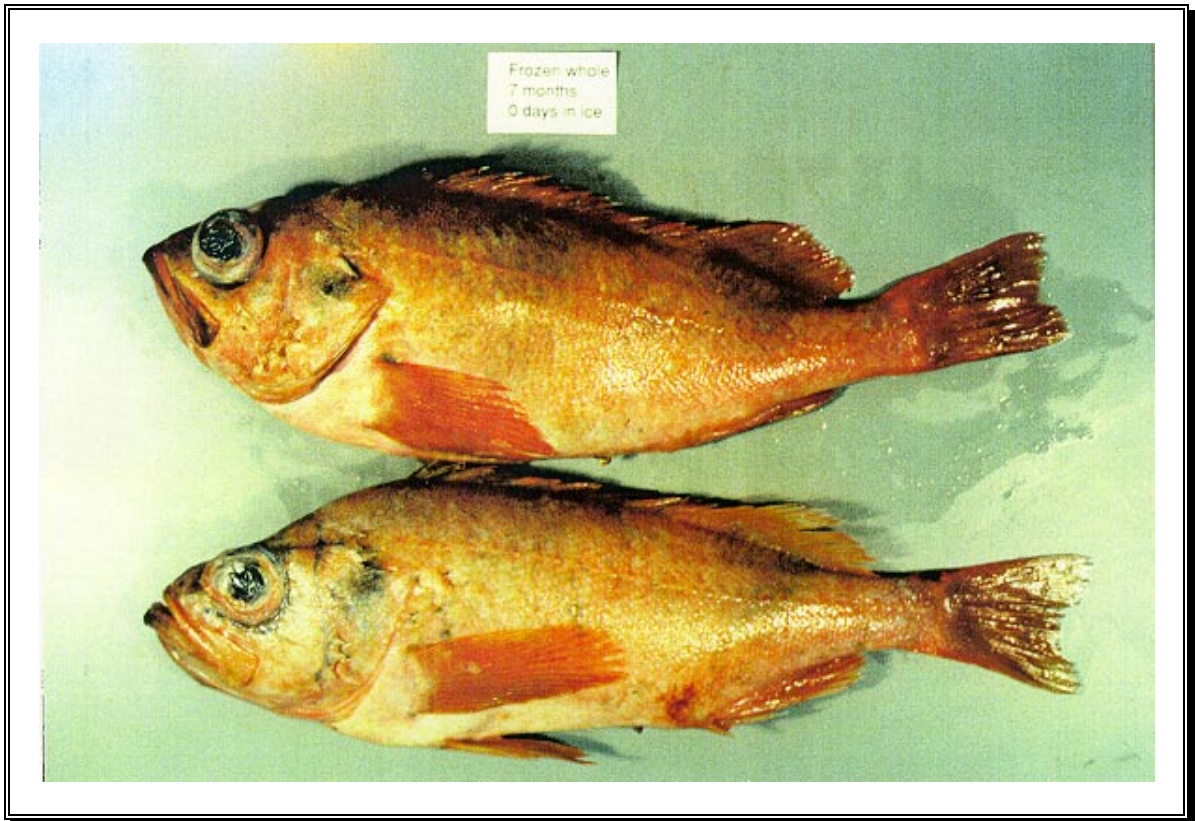
Niðurstöður litarmats á annars vegar flökum af ófrystum karfa sem geymdur var heill í ís og hins vegar af flökum (hópar 1A og 2A) voru þær að á 5. degi var greinilegur útlitsmunur á flökunum. Þá fengu flök af heila fiskinum ennþá einkunn 0 eða að holdið væri gagnsætt, bláleitur blær meðan litur flakanna var metinn sem 1 þ.e. litur þeirra var orðinn mjólkurlitaður. Á 8. degi var þessi munur enn meira áberandi (sjá ljósmynd 5).



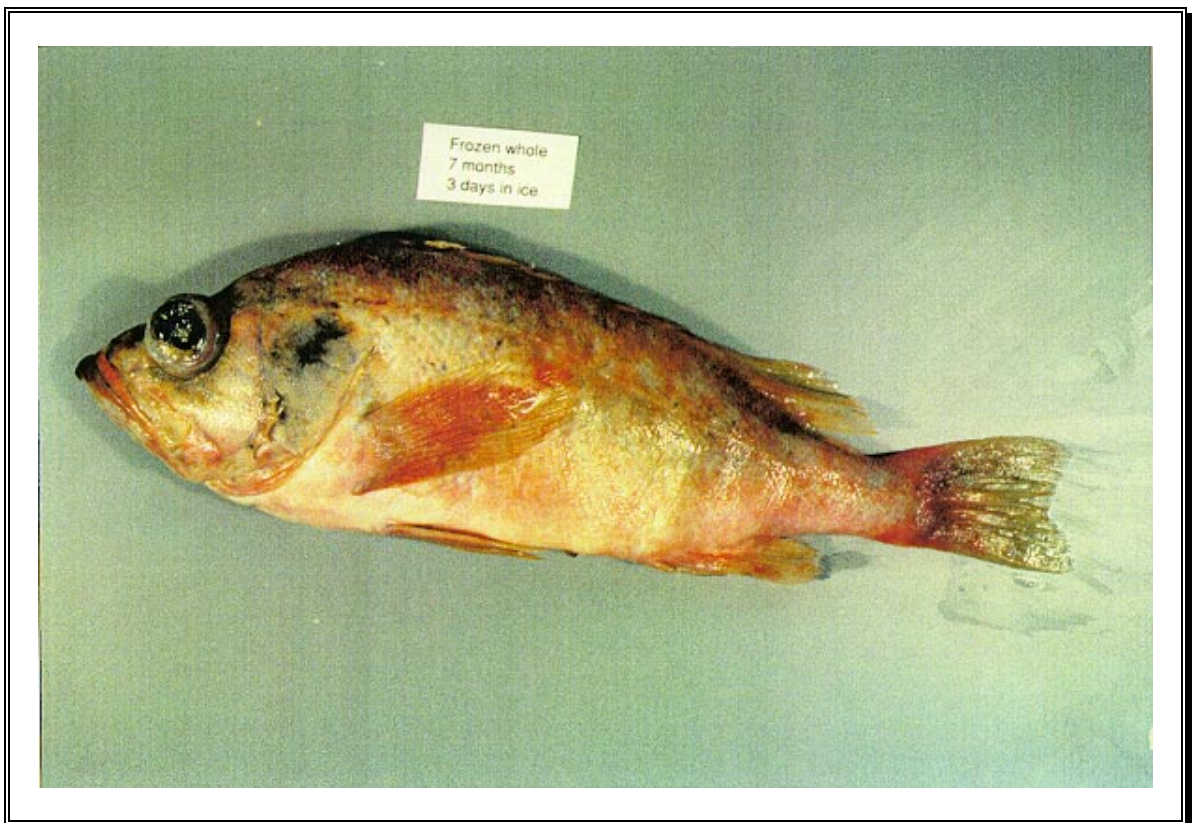
Ljósmynd 1. Ófrystur karfi eftir 5 daga geymslu í ís.



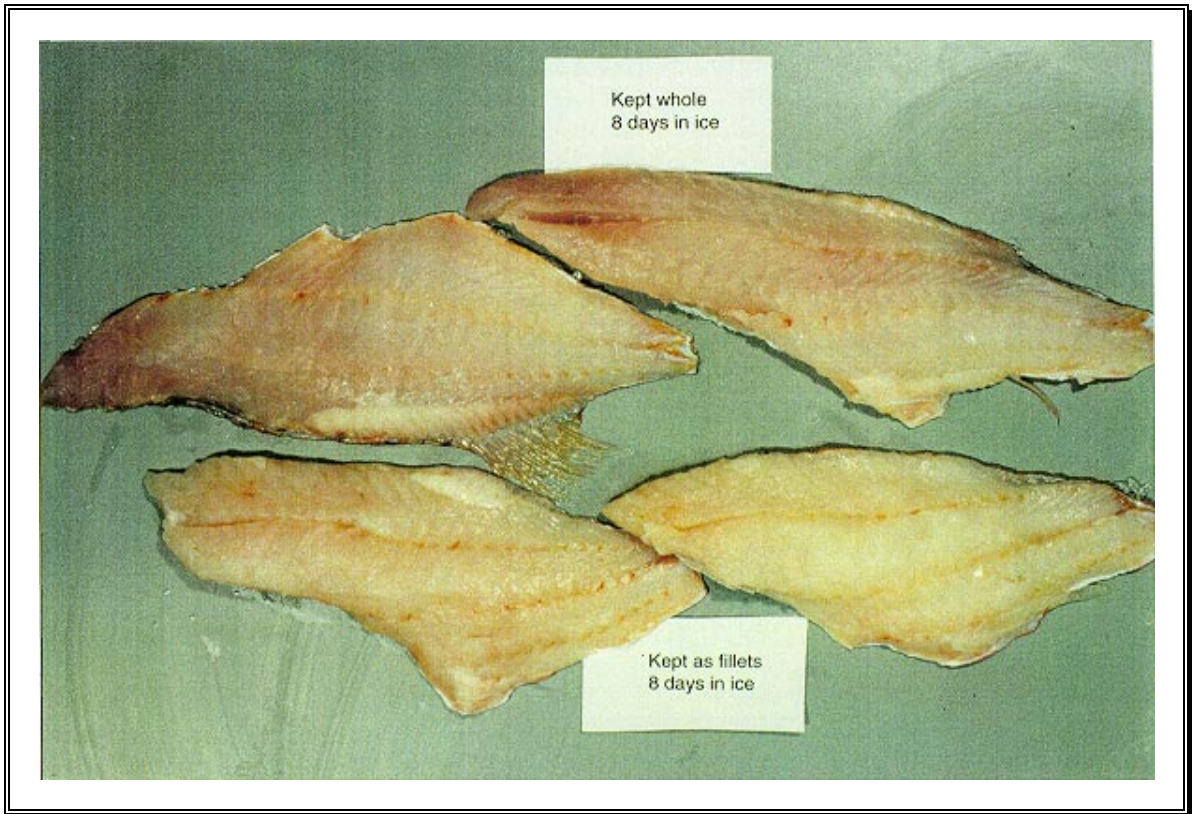
Ljósmynd 2. Ófrystur karfi eftir 20 daga geymslu í ís.



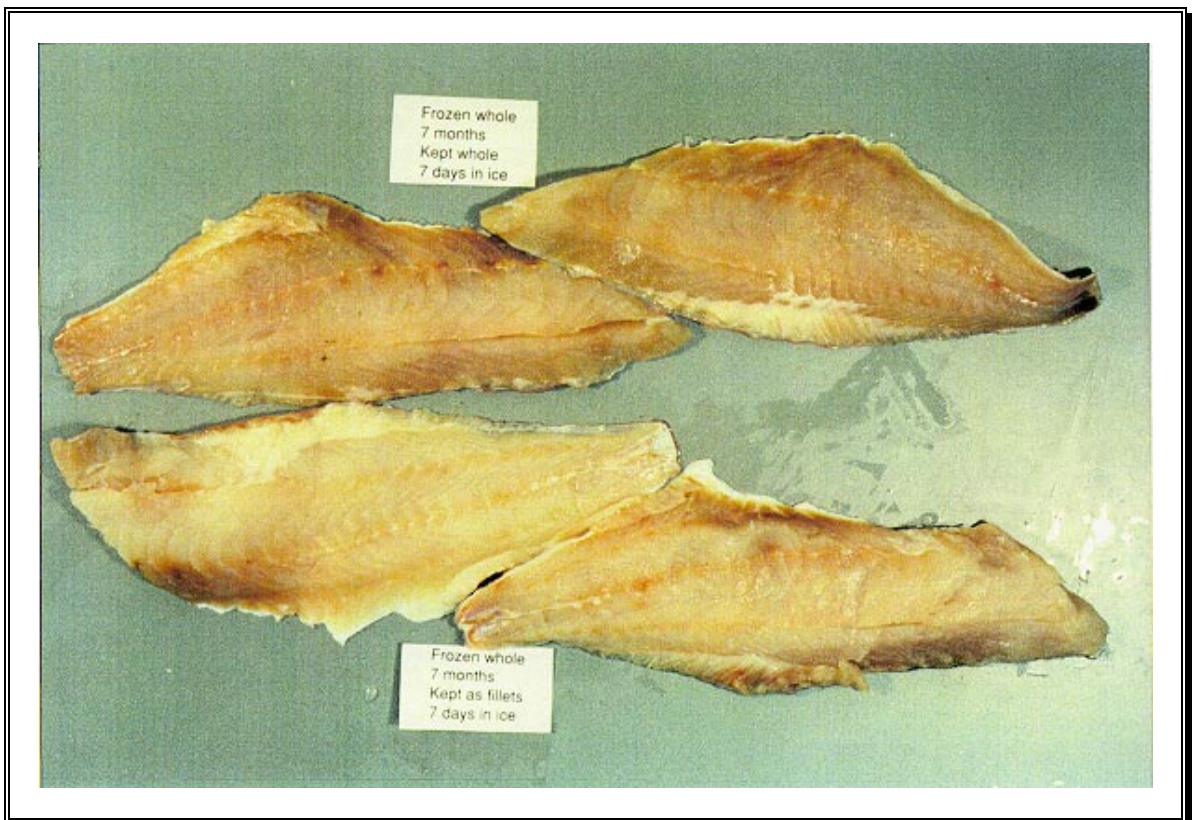
Ljósmynd 3. Nýþíddur karfi eftir 7 mánuði í frysti.



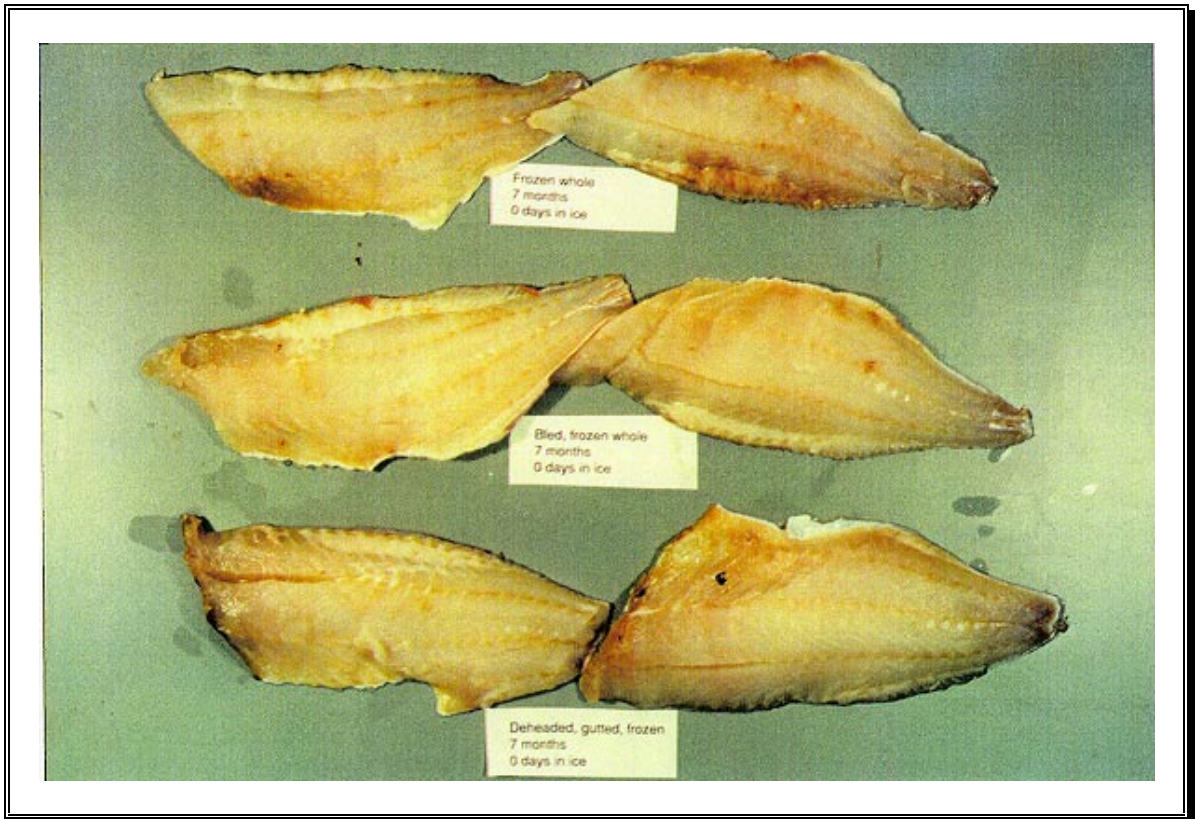
Ljósmynd 4. Þíddur karfi eftir 7 mánuði í frysti og 3 daga í ís.



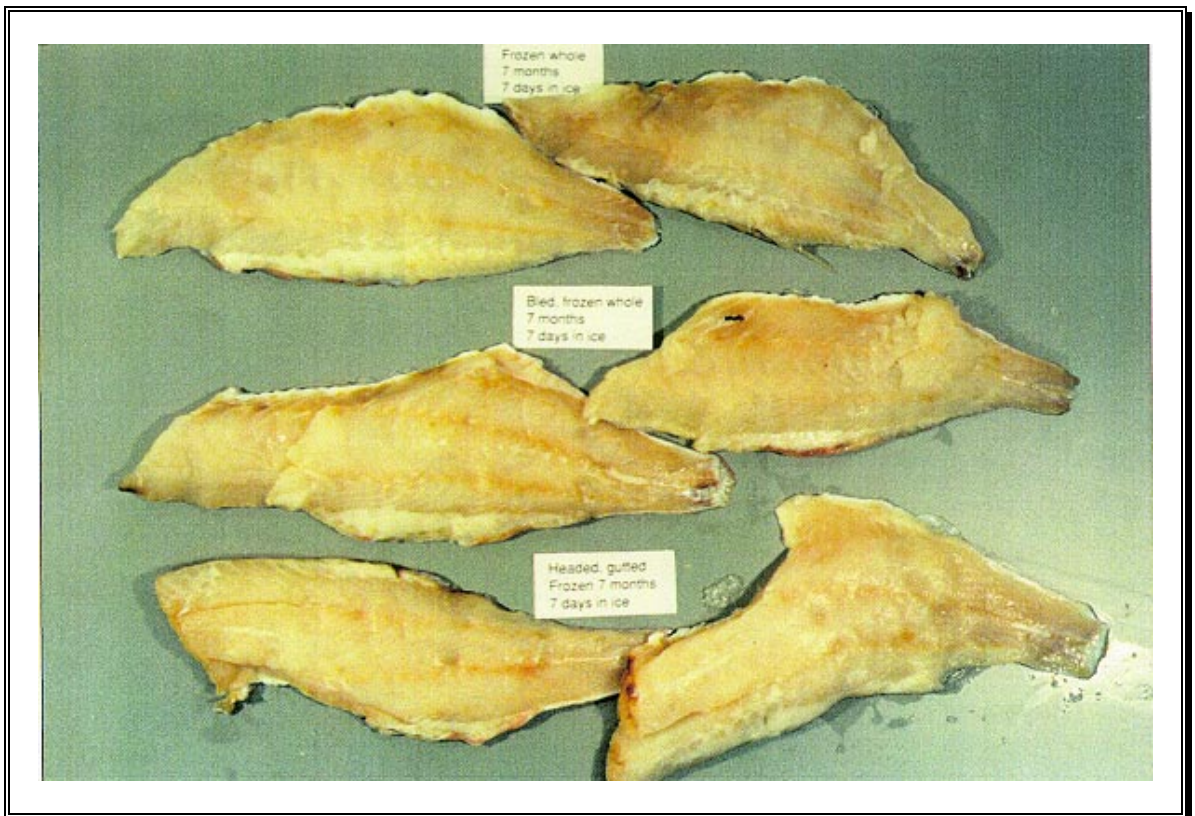
Ljósmynd 5. Ófrystur karfi geymdur heill og sem flök eftir 8 daga í ís.



Ljósmynd 6. Þíddur karfi geymdur heill og sem flök eftir 7 daga í ís.



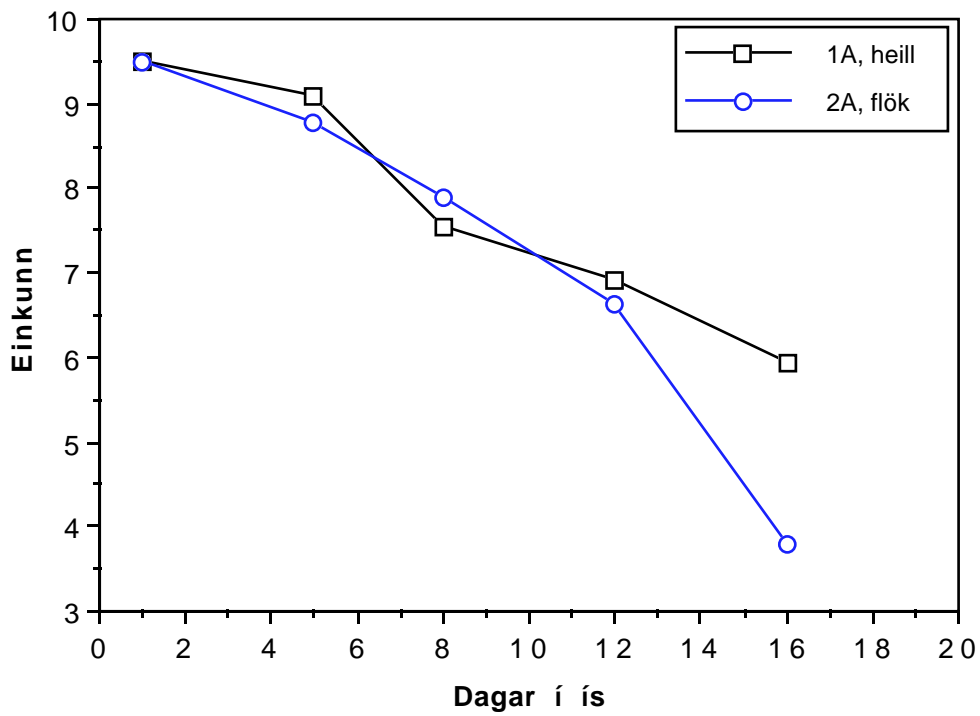
Ljósmynd 7. Nýþídd flök af mismunandi meðhöndluðum karfa.



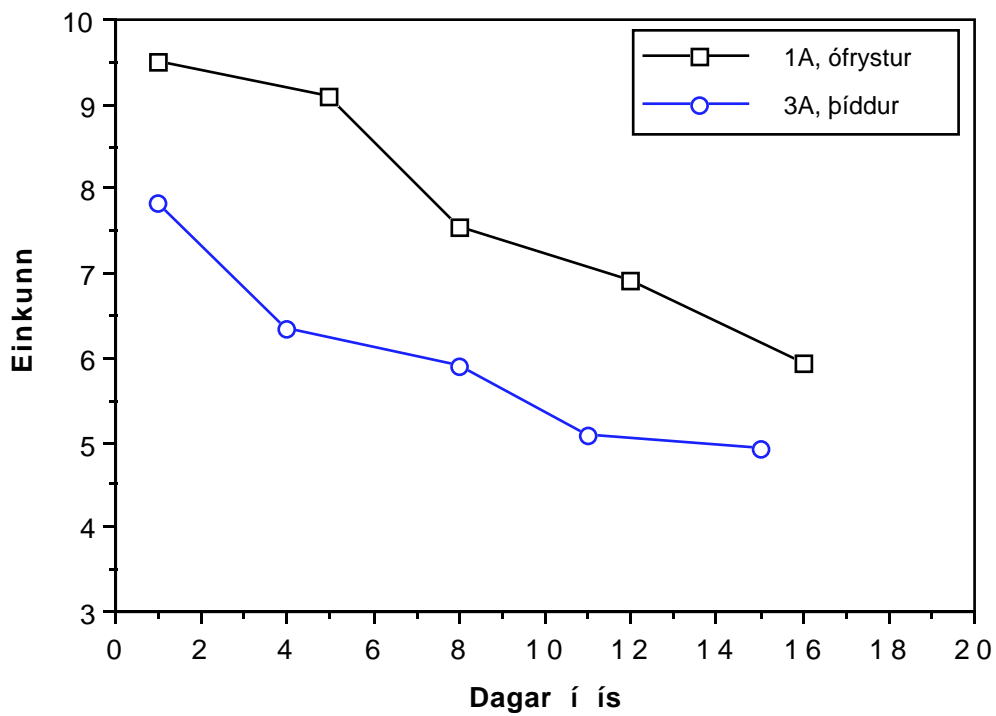
Ljósmynd 8. Þídd flök af mismunandi meðhöndluðum karfa -7 dagar í ís.

Á 16. degi fengu flök af heila fiskinum ennþá 0 til 1 í einkunn þar sem holdið virkaði enn eins og gagnsætt að hluta til meðan flökin fengu einkunn 2 sem þýðir að þau voru mislit með gullitum blæ og jafnvel gulleitum og brúnleitum blettum. Frystu flökin 1B og 2B fengu einungis einkunn 0 strax eftir þíðingu en þremur dögum síðar fengu flök af fiski sem frystur var strax eftir veiði einkunn 1 en flök af fiski sem geymdur var 5 daga áður en hann var flakaður og frystur fengu einkunn 2. Niðurstöður litarmats á þíddum karfa, þ.e. annars vegar af flökum af karfa sem geymdur var heill í ís og hins vegar af ísuðum flökum (hópar 3A og 3B) voru þær að á 3. degi í ís var útlitsmunur á hópunum þar sem flök af heila karfanum voru enn gegnsæ að hluta til (einkunn 0 til 1) en flökin voru orðin mjólkurlituð og fengu einkunn 1. Á 7. degi var enn munur á hópunum (ljósmynd 6) en á 10. degi voru báðir hópar svipaðir, öll flökin orðin mjólkurlituð og blettótt, einkum við þunnildi. Við samanburð á ljósmyndum 5 og 6 má sjá að þíddu hóparnir litu mun verr út en sambærilegir ófrystir hópar. Niðurstöður litarmats á flökum úr hópum 3B, 4 og 5, þar sem 3B var heilfrystur karfi, 4 var karfi sem var blóðgaður fyrir frystingu og 5 var hausaður og slægður fyrir frystingu (Japanskarfi), eru sýndar á ljósmyndum 7 og 8. Skurðsár Japanskarfans var mjög ljótt strax eftir þíðingu, dökkrautt að sjá. Strax eftir þíðingu og 3 dögum síðar var blóðgaði karfinn hvítastur og laus við blóðbletti. Á 7. degi virtist lítill munur á hópunum.

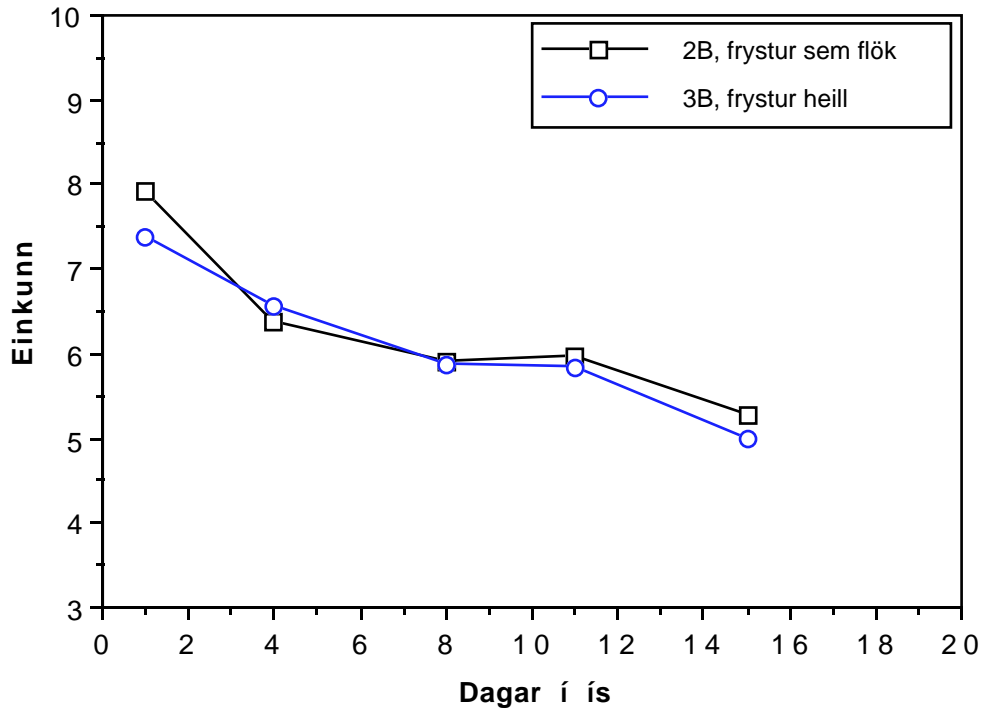
Niðurstöður skynmats á soðnum fiski eru sýndar á myndum 14 til 26. Á mynd 14 eru sýndar niðurstöður ferskleikamats á ófrystum heilum karfa og karfaflökum geymdum í ís. Ekki er marktækur munur á niðurstöðum þessara tveggja hópa fyrr en eftir 12 daga í ís. Á Rf er oft miðað við 5.5 á ferskleikaskalanum sem mörk vinnsluhæfni. Á 16. degi var heili karfinn ennþá hæfur til vinnslu með meðaleinkunn um 6 en flökin voru óneysluhæf á sama tíma. Á mynd 15 eru sýndar niðurstöður ferskleikamats á ófrystum og þíddum, heilum karfa. Ófrysti karfinn fékk mun hærri meðaleinkunn allan geymslutímans. Hann fékk 9.5 í upphafi en þíddi karfinn fékk 7.9 á sama tíma. Ekki var marktækur munur á á ferskleikamati á þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa (mynd 16). Geðjunarmat (mynd 17) á sömu hópum kom einnig mjög svipað út nema á 1. degi þá fengu flökin heldur hærri einkunn. Einnig var lítill munur á mati á þráa í þessum hópum mestan hluta geymslutímans en þeir dæmdust með þráeinkunn "á mörkum" eða "vottur af þráa" (mynd 18). Mynd 19 sýnir ferskleikamat á þíddum karfaflökum sem annars vegar voru fryst strax eftir veiði og hins vegar á flökum af karfa sem geymdur hafði verið í ís 5 daga fyrir veiði. Ekki var munur á niðurstöðum hópanna fyrr en eftir 8 daga en þá lækkaði meðaleinkunn flaka af 5 daga karfanum hratt og fór niður fyrir mörk vinnsluhæfni.



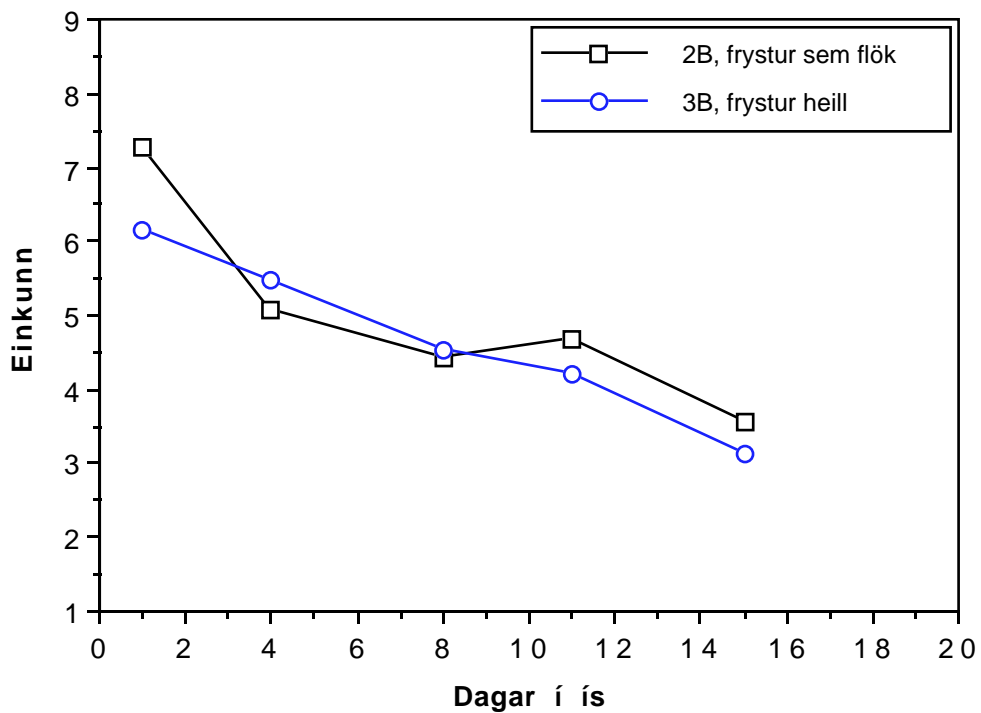
Mynd 14. Ferskleikamat á ófrystum, heilum karfa og karfaflökum.



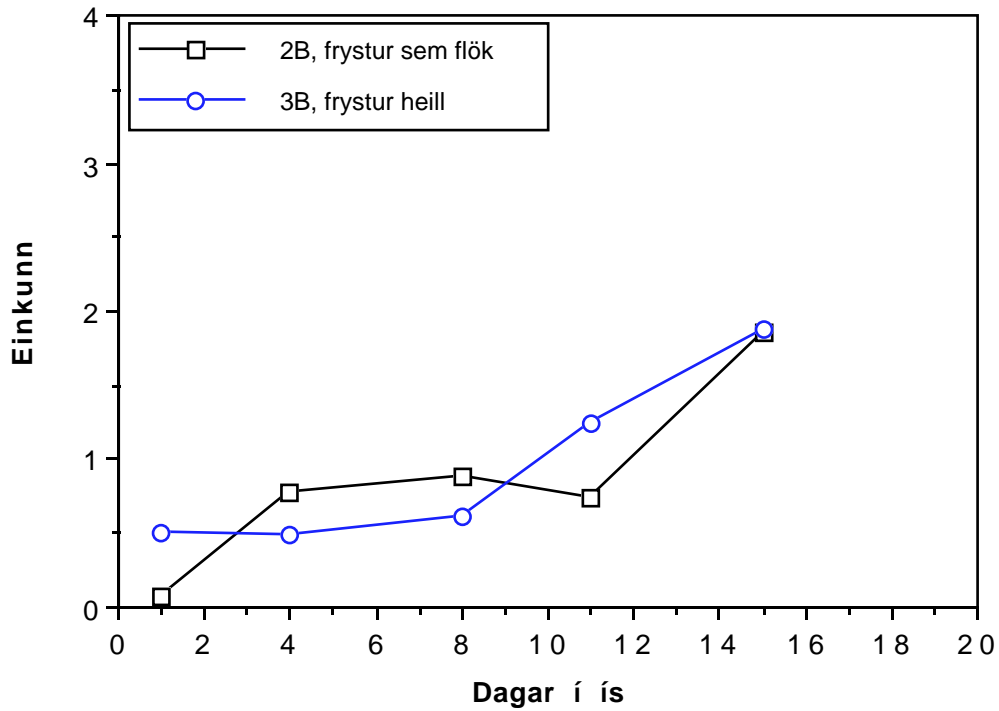
Mynd 15. Ferskleikamat á heilum, ófrystum og þíddum karfa.



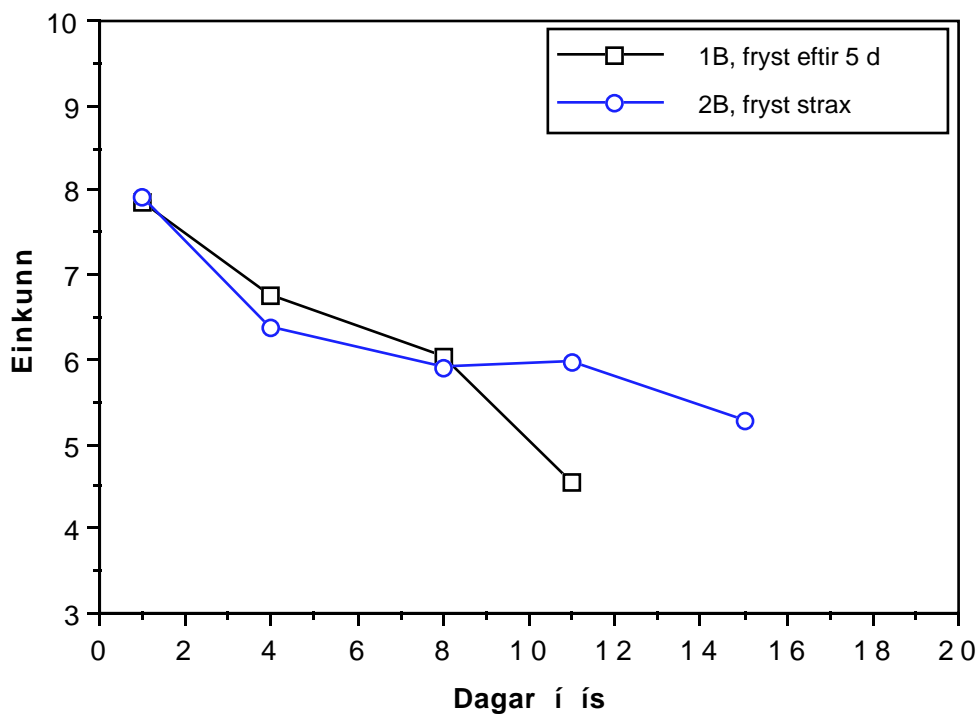
Mynd 16. Ferskleikamat á þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa.



Mynd 17. Geðjunarmat á þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa.

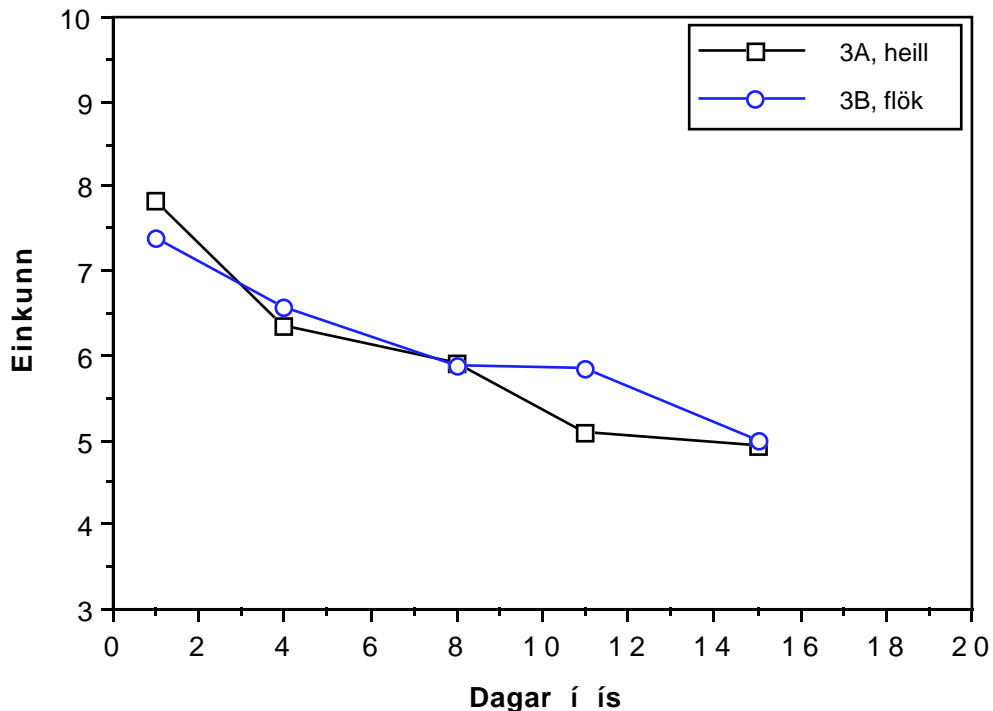


Mynd 18. Þráamat á þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa.



Mynd 19. Ferskleikamat á þíddum karfaflökum sem annars vegar voru fryst strax eftir veiði og hins vegar á flökum af karfa sem geymdur var í ís í fimm daga fyrir flökun.

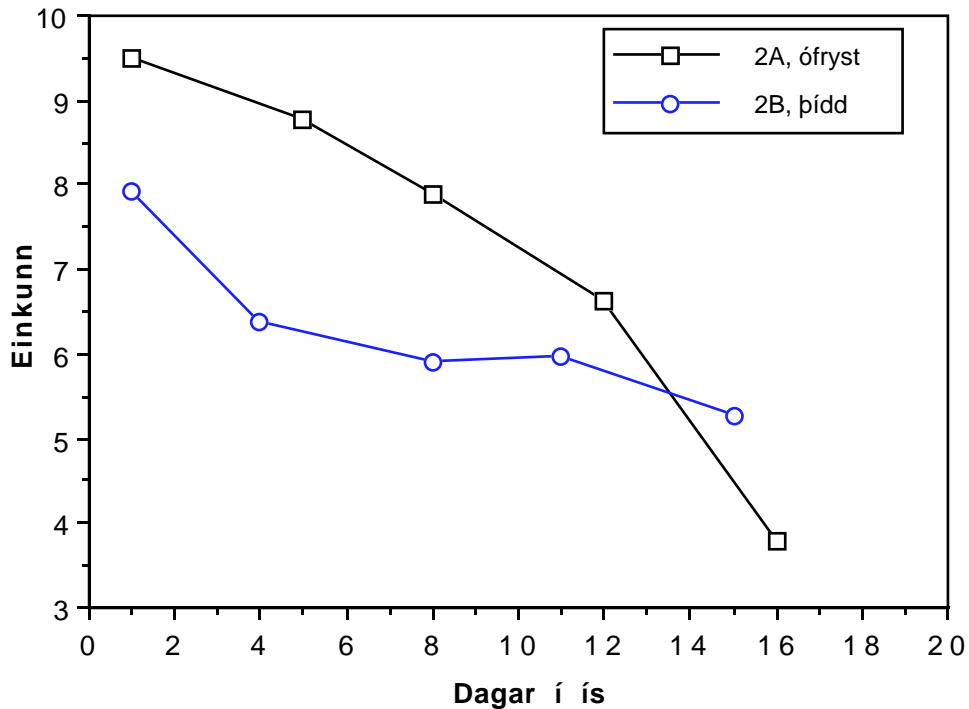
Á mynd 20 eru sýndar niðurstöður ferskleikamats á þíddum karfa sem geymdur var annars vegar heill og hins vegar sem flök. Ekki var marktækur munur á milli hópa nema á 11. degi en þá fengu flökin heldur betri einkunn en heili karfinn.



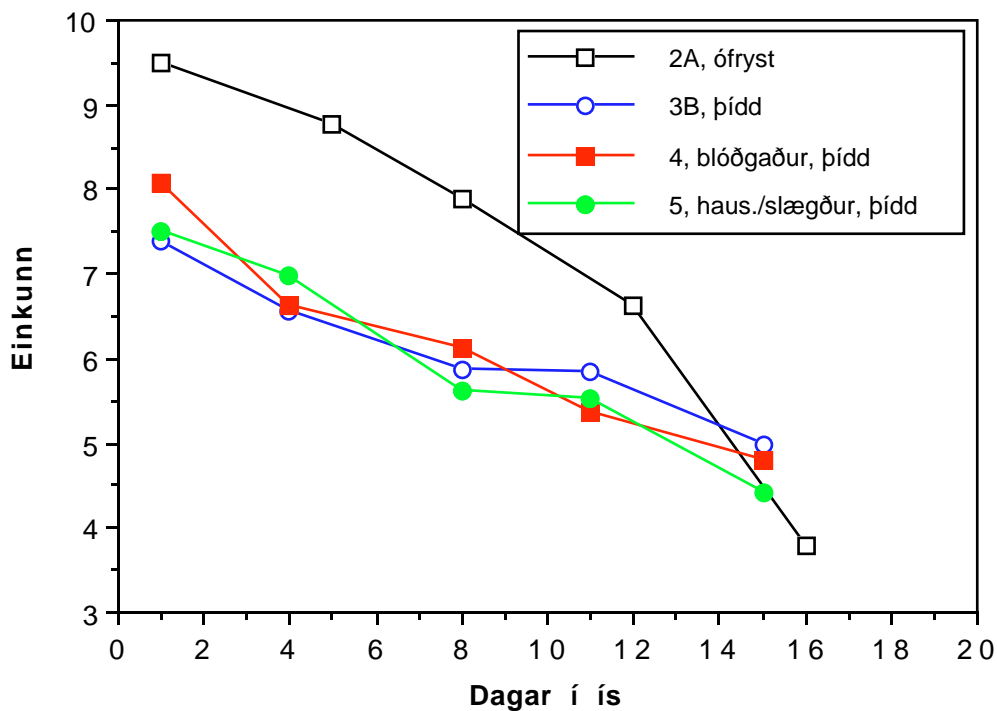
Mynd 20. Ferskleikamat á þíddum heilum karfa og karfaflökum.

Á mynd 21 er sýndur samanburður á ferskleikamati á ófrystum og þíddum karfaflökum í ís. Mjög mikill munur var á niðurstöðum ferskleikamats allan geymslutímann og fengu ófrystu flökin hærri meðaleinkunn þar til báðir hópar dæmdust óneysluhæfir. Þíddu flökin voru rétt fyrir ofan mörk neysluhæfni stóran hluta geymslutímans. Á mynd 22 eru sýndar niðurstöður ferskleikamats á ófrystum og þíddum karfaflökum. Þíddu karfaflökin voru af heilfrystum karfa sem meðhöndlaður var á mismunandi hátt eftir veiði, þ.e. hann var heilfrystur á hefðbundinn hátt, hausskorinn og slógdreginn eins og gert er fyrir Japansmarkað og blóðgaður áður en hann var frystur. Á niðurstöðum ferskleikamats á frystu hópunum var ekki marktækur munur allan geymslutímann en þeir fengu mun lægri einkunnir en ófrystu flökin. Á þíddu hópunum var gert geðjunarmat og þráamat en niðurstöðurnar eru sýndar í myndum 23 og 24. Heilfrysti hefðbundni karfinn fékk lægstu einkunn á 1. degi um 6 að meðaltali en hinir hóparnir um 7 og hann fékk þráamatið "á mörkum".

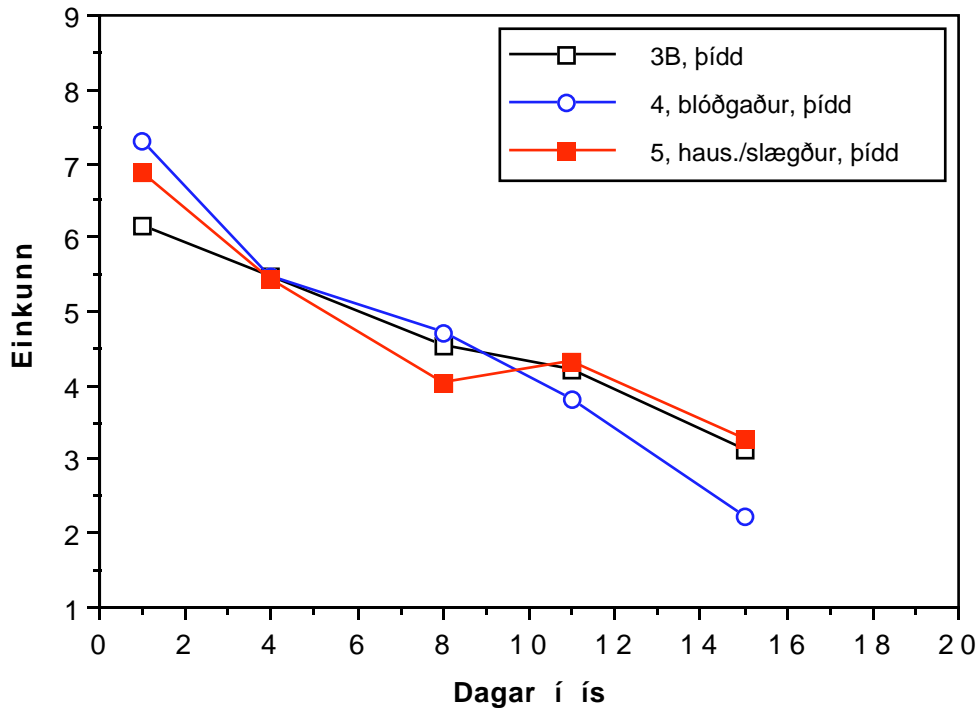
Seinni hluta geymslutímans er ekki marktækur munur á hópunum nema að hauseði/slægði karfinn dæmdist með vott af þráa aðeins á undan hinum eða á 8. degi.



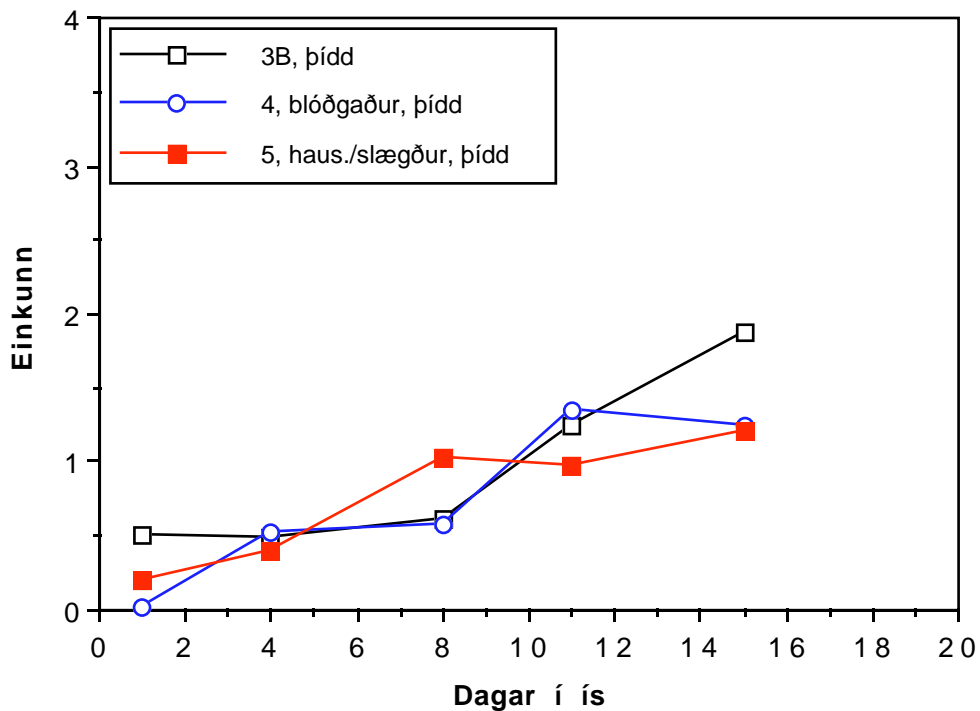
Mynd 21. Ferskleikamat á ófrystum og þíddum karfaflökum.



Mynd 22. Ferskleikamat á ófrystum og þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðgaðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa.

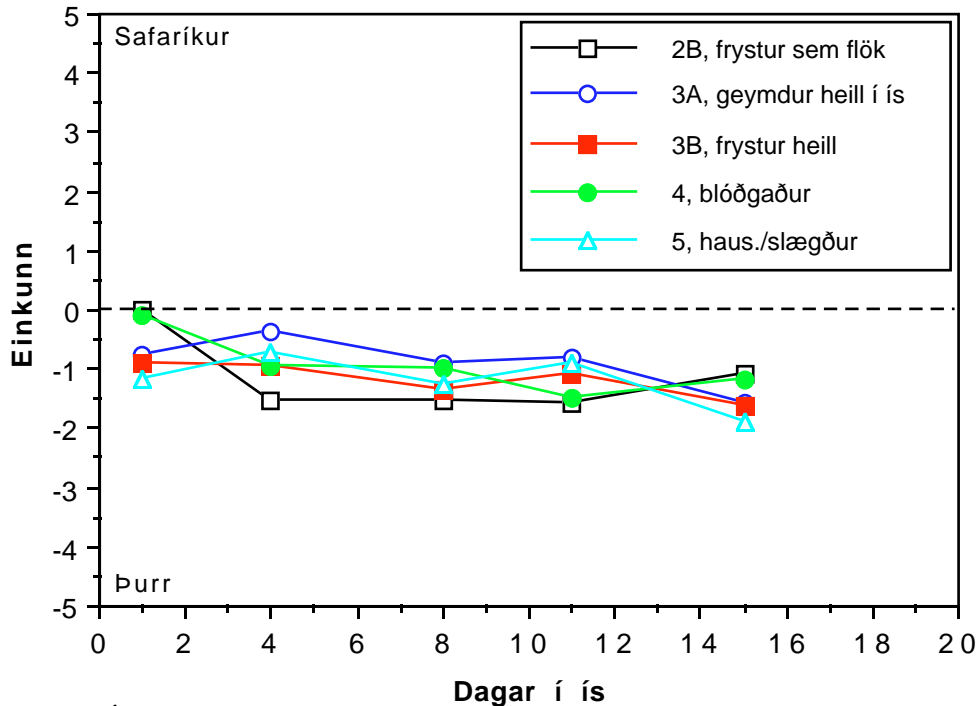


Mynd 23. Geðjunarmat á þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa.

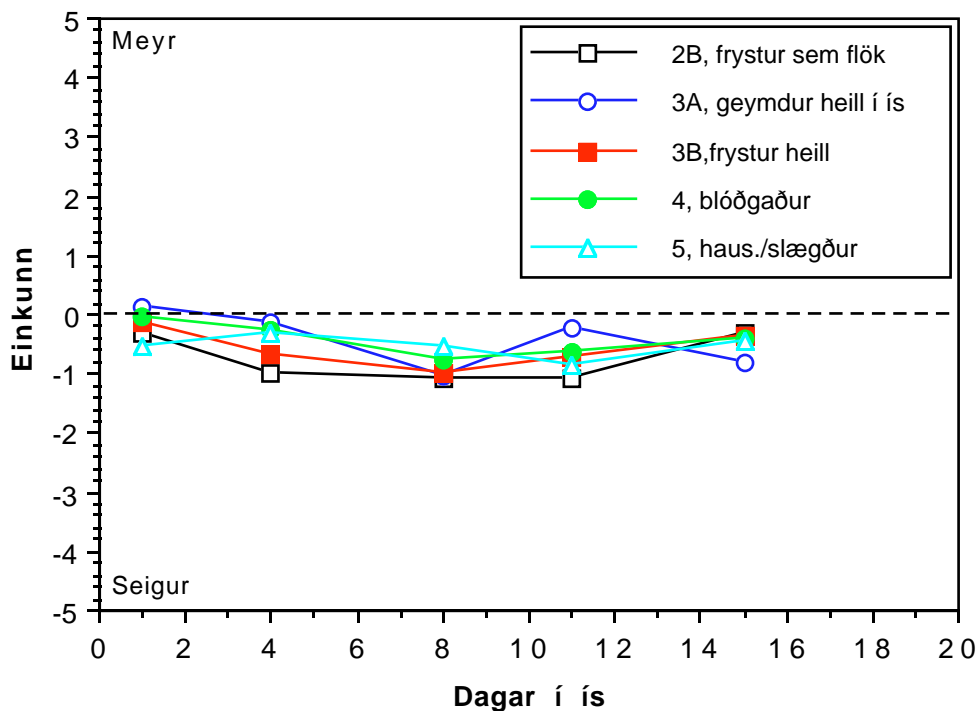


Mynd 24. Práamat á þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa.

Niðurstöður áferðarmats á frystu hópunum eru sýndar á myndum 25 og 26. Í áferðarmati er miðað við að ófryst flök fái um 0. Áferð allra hópanna dæmdist mjög svipuð allan geymslutímann eða rétt neðan við 0. Í lok geymslutímans dæmdust flestir hópanna heldur þurrari en í upphafi hans.



Mynd 25. Áferðarmat á þíddum heilum karfa, þíddum karfaflökum, flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðuðum karfa.



Mynd 26. Áferðarmat á þíddum heilum karfa, þíddum karfaflökum, flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðuðum karfa.

Í töflu 1 eru sýndir fylgnistuðlar meðaltals ferskleikamats við daga í ís fyrir hina ýmsu hópa. Einnig eru sýndar hallatölur, fastar og útskýrður breytileiki í líkingum fyrir línuleg sambönd milli daga í ís og ferskleikamats.

Tafla 1. Línuleg sambönd ferskleikamats og geymslutíma í ís fyrir mismunandi tilraunahópa.

$$y \text{ (meðaleinkunn)} = a + b * \text{dagar í ís}$$

	a	b	r	R²
1A heill, ófrystur	10.29	-0.29	0.97	94.3
1B flök, fryst 5 daga	8.10	-0.29	0.93	85.7
2A flök, ófryst	11.49	-0.47	0.95	90.5
2B flök, þídd	7.61	-0.18	0.87	77.0
3A heill, þíddur	7.60	-0.21	0.92	84.9
3B flök, heilfrystur	7.36	-0.16	0.93	85.9
4 blóðgaður	7.95	-0.23	0.95	90.0
5 hausaður/slægður	7.71	-0.22	0.96	91.7

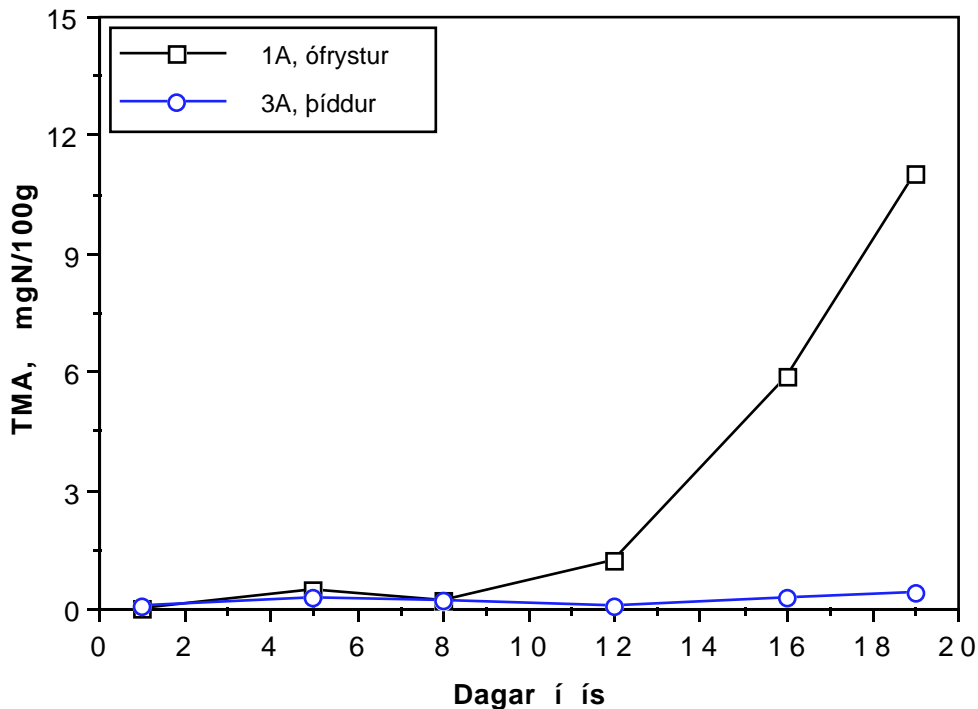
Fylgnistuðlar voru mjög háir eða yfir 0.92 nema í hópi 2B sem er þídd flök. Með því að setja einkunn 5.5 sem mörk neysluhæfni inn í líkingarnar í töflunni fæst útreiknaður geymslutími karfa í hverjum tilraunahópi sem sýndur er í töflu 2.

Tafla 2. Útreiknað geymsluþol karfa samkvæmt ferskleikamati.

Hópur	Dagar í ís
1A heill, ófrystur	16.5
1B flök, fryst eftir 5 daga	9.0
2A flök, ófryst	12.7
2B flök, þídd	11.7
3A heill, þíddur	10.0
3B flök, heilfrystur	11.6
4 blóðgaður	10.7
5 hausaður/slægður	10.0

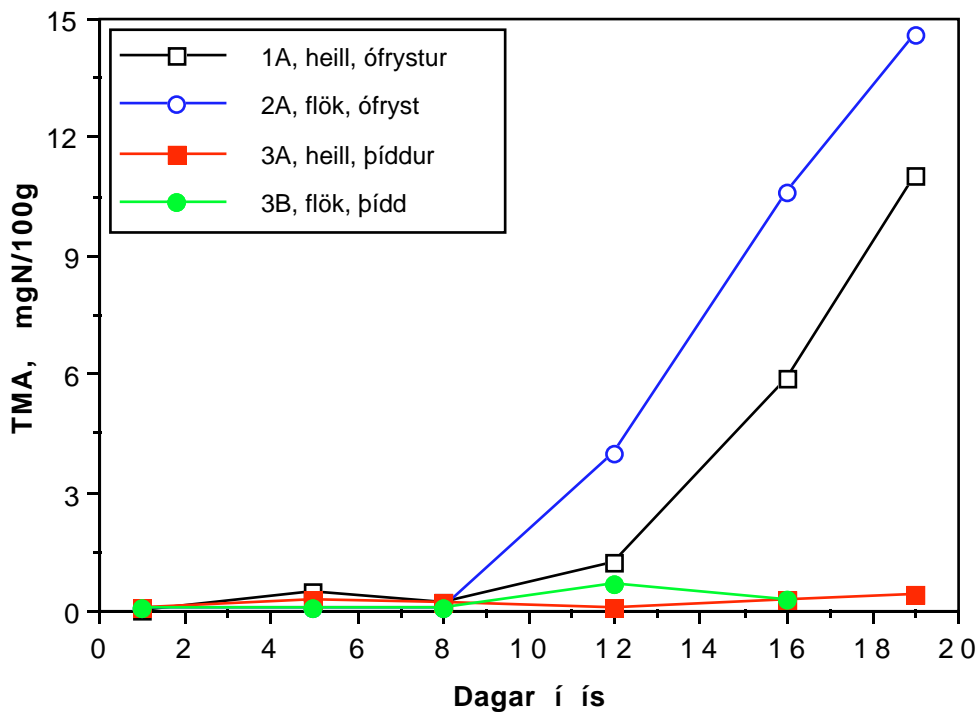
Heill ófrystur karfi í ís geymdist lengst 16 til 17 daga en geymsluþol ófrystra flaka var 12 til 13 dagar. Geymsluþol þídds karfa og karfaflaka var á bilinu 10 til 12 dagar í ís.

3.1.3. TMA mælingar. Niðurstöður TMAmælinga eru sýndar á myndum 27 til 31. Á mynd 27 er sýndur munur á magni TMA í ófrystum, heilum karfa og sambærilegum þíddum karfa. TMA í ófrysta karfanum var 11 mgN/100g á 19. degi geymslutímans en á sama tíma mældist TMA aðeins 0.4 í þídda karfanum.

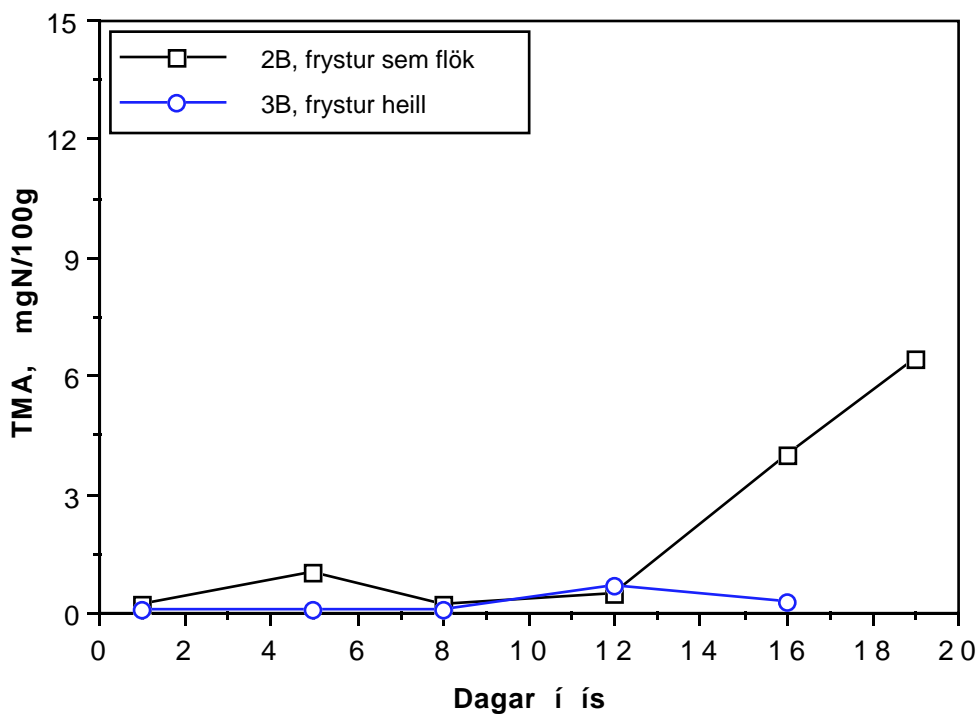


Mynd 27. Magn TMA í heilum, ófrystum og þíddum karfa.

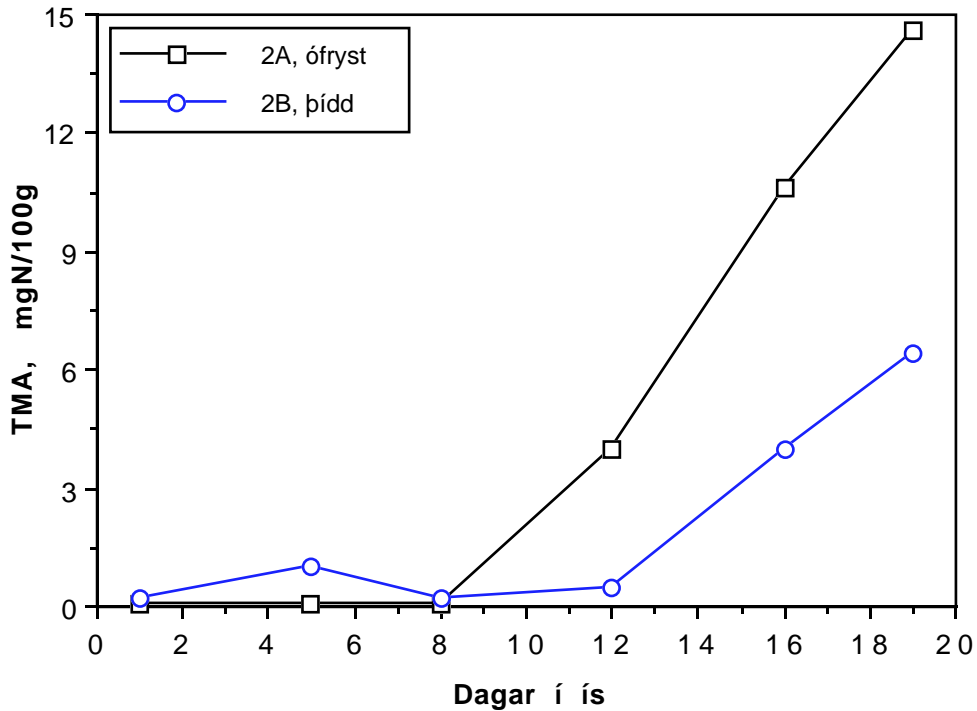
Á mynd 28 er sýnt magn TMA í ófrystum og þíddum heilum karfa og karfaflökum. Í ljós kom að TMA í ófrystum flökum mældist heldur hærra en í heilum karfa á síðari hluta geymslutímans og var 14.6 á 19. degi. Í þídda karfanum mældist TMA ætíð undir 0.5 hvort sem hann var geymdur heill eða sem flök. Á mynd 29 eru niðurstöður TMA mælinga á þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa. Það er ekki fyrr en á 16. degi geymslutímans sem munur kemur fram á þessum hópum en þá mældist TMA 4.0 í karfaflökum sem fryst voru sem flök en í flökum af heilfrystum karfa var TMA á sama tíma 0.4. Mynd 30 sýnir mun á TMA magni í ófrystum og þíddum flökum. TMA mældist mun meira í ófrystu flökunum. Á mynd 31 eru TMA mælingar á ófrystum og þíddum karfaflökum af heilfrystum karfa, á blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa. Sem fyrr var TMA langhæst í ófrystu flökunum. Á 16. degi geymslutímans var TMA í þíddu flökunum undir 1 en í lok geymslutímans (19 dagar) kom fram nokkur hækkun á TMA í hausaða, slægða karfanum.



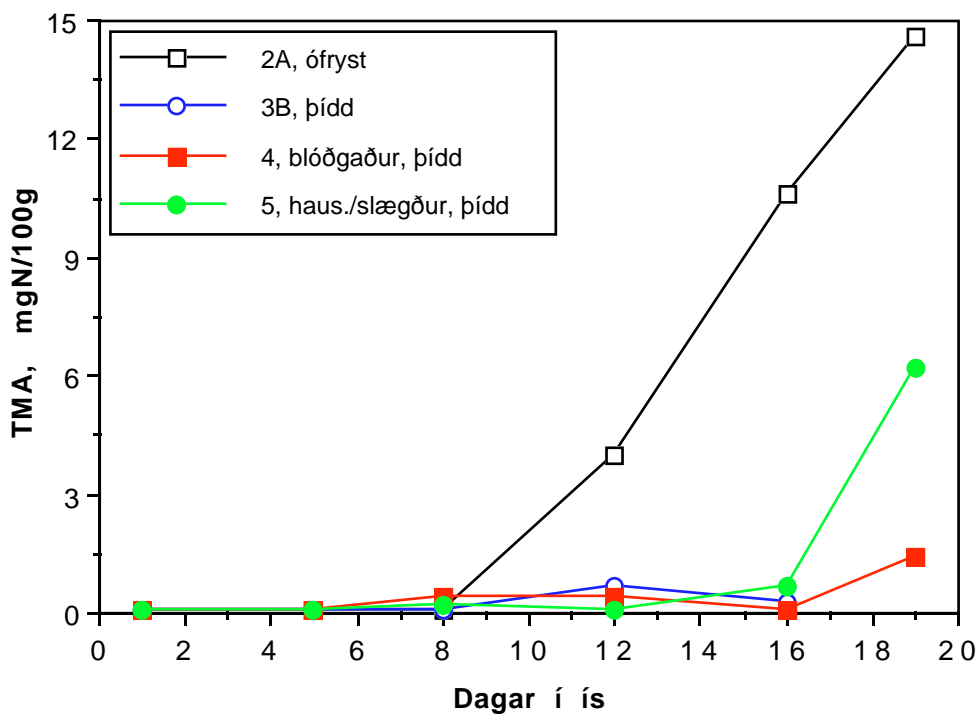
Mynd 28. Magn TMA í ófrystum og þíddum heilum karfa og karfaflökum.



Mynd 29. Magn TMA í þíddum karfaflökum sem fryst voru sem flök og þíddum flökum af heilfrystum karfa.



Mynd 30. Magn TMA í ófrystum og þíddum karfaflökum.

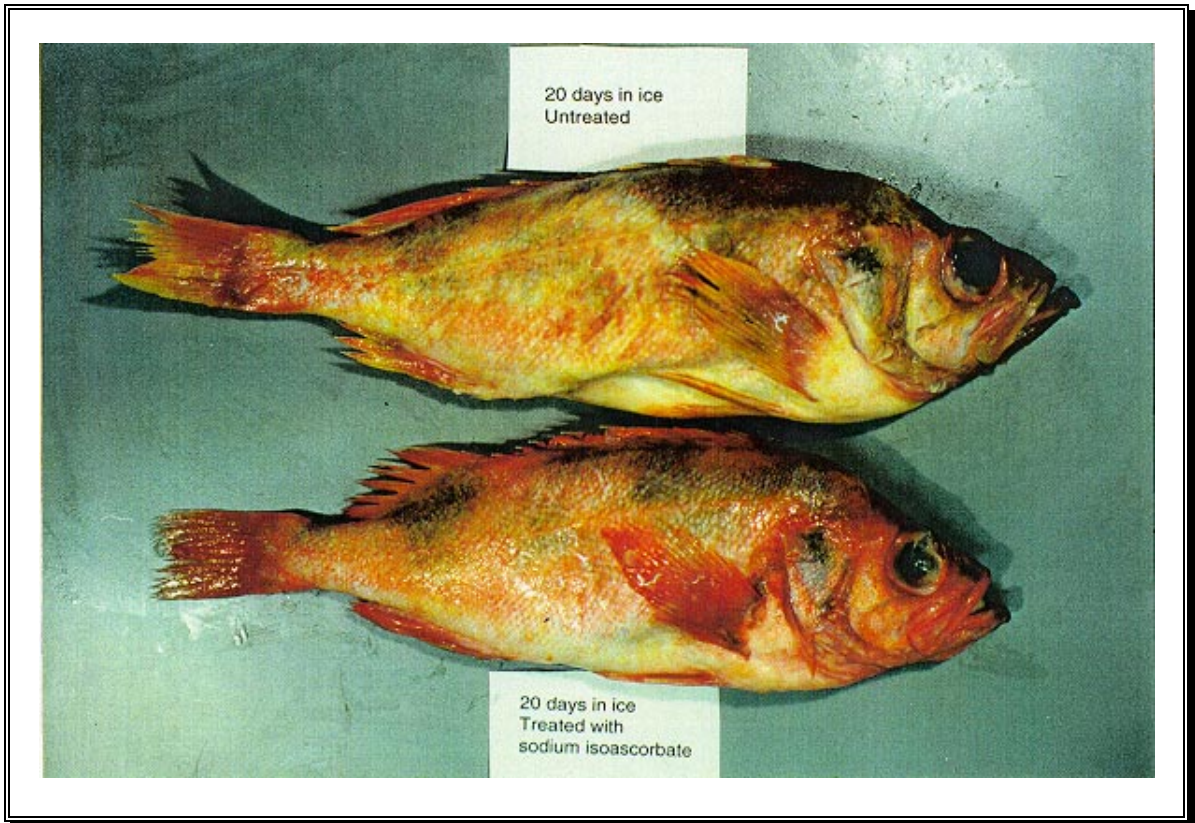


Mynd 31. Magn TMA í ófrystum og þíddum flökum af heilfrystum karfa, blóðguðum, heilfrystum karfa og hausuðum, slægðum karfa.

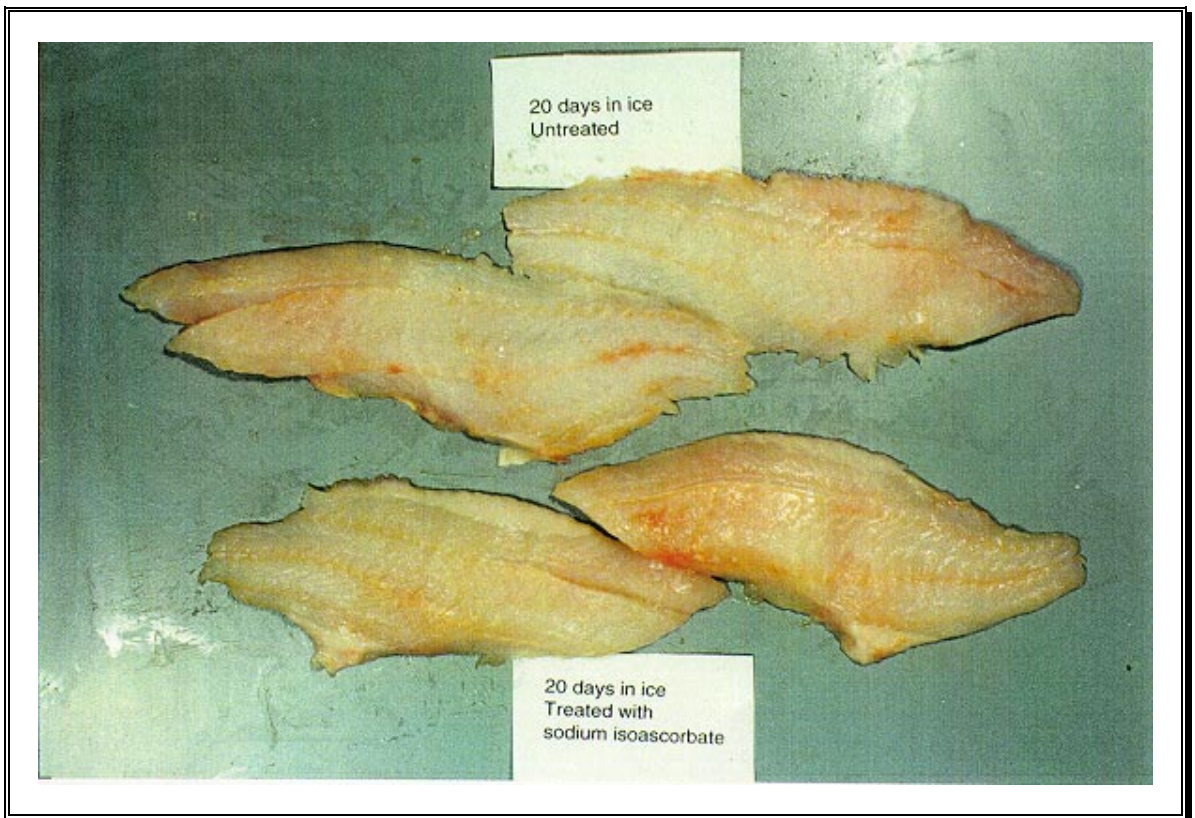
3.2. Böðunartilraun

3.2.1. Tilraun 1. Á 5. degi var ekki sjáanlegur munur á böðuðum karfa og óböðuðum. Á 13. degi var greinilegur munur á ytra útliti. Uggar, geislarnir og himnan á milli voru áberandi rauðari í baðaða karfanum, einnig var upplitun í uggum á óbaðaða karfanum. Á ljósmyndum 9 og 10 má sjá karfa sem geymdur hefur verið 20 daga í ís. Eins og sjá má á ljósmynd 9 var greinilegur munur á ytra útliti. Uggar og haus í kringum augu og munn voru áberandi rauðari í baðaða karfanum. Eins og sést er liturinn á baðaða karfanum enn ótrúlega rauður og frísklegur. Mikil upplitun var í uggum á óbaðaða karfanum. Einnig voru gulleitir blettir (slím) meira áberandi á óbaðaða karfanum. Ekki var að sjá að böðun á heilum karfa hefði áhrif á lit flaka (ljósmynd 10). Í röðunarprófi voru fjórir hópar flaka A,B,C og D þar sem A og C voru baðaðir en B og D óbaðaðir. Niðurstöður litar- og lyktarmats á flökum voru þær að hópur A var marktækt ljósari en hinir hóparnir en D var marktækt dekkri þannig að ekki er hægt að tala um ákveðinn litarmun á milli flaka af böðuðum og óböðuðum karfa. Hópar B og D dæmdust með verri lykt og D var marktækt verstur. Eftir 9 mánaða geymslu í frysti voru flök af óböðuðum og böðuðum karfa skoðuð. Þá voru einnig skoðuð flök, sem dýft hafði verið í 0.1 % lausn af erybati rétt fyrir frystingu. Ekki var útlitsmunur á flökum hvort sem um var að ræða óböðuð eða böðuð flök. Böðun á heilum karfa í 1% lausn hafði því engin áhrif á útlit flakanna og enn fremur hafði böðun flaka í 0.1% lausn engin áhrif eftir þíðingu.

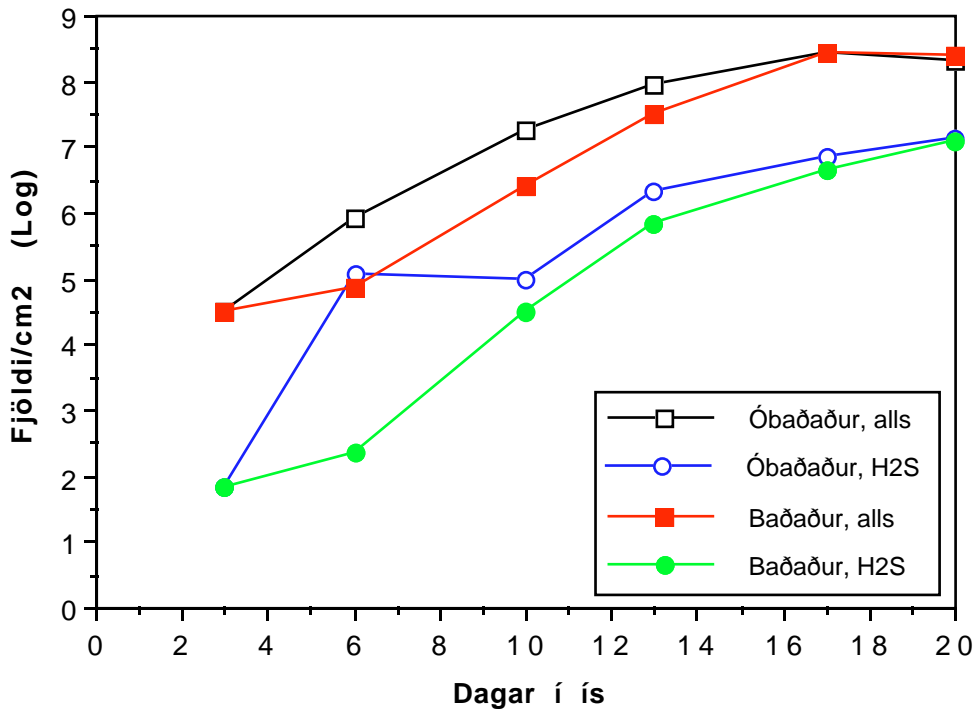
3.2.2. Tilraun 2. Niðurstöður örverutalninga eru sýndar á myndum 32 og 33. Á myndunum er sýndur heildarörverufjöldi og fjöldi H₂S-myndandi örvera á roði og í holdi óbaðaðs karfa og karfa sem baðaður var í erybati. Í ljós kom að bæði á roði og í holdi voru talningar yfirleitt hærri í óbaðaða karfanum. Þetta átti bæði við um heildarörverufjölda og fjölda. H₂S-myndandi örvera. Á myndum 34 og 35 eru sýndar niðurstöður skynmats á óböðuðum karfa og karfa sem baðaður var með erybati. Á mynd 34 eru sýndar niðurstöður hráefnismats samkvæmt gæðastuðulsaðferð. Gæðastuðullinn var að meðaltali hærri (lélegra hráefni) fyrir óbaðaða karfann yfir geymslutímans en munurinn var þó aðeins tölfræðilega marktækur eftir 14. dag. Niðurstöður mats á soðnum karfa eru sýndar á mynd 35. Óbaðaði karfinn fékk mun lakari dóma á 6. degi geymslutímans en eftir 10 daga var ekki marktækur munur á hópnum. Niðurstöður TMA mælinga eru sýndar á mynd 36. Fram að 13. degi voru niðurstöður svipaðar en þar á eftir mældist mun meira TMA í óbaðaða karfanum.



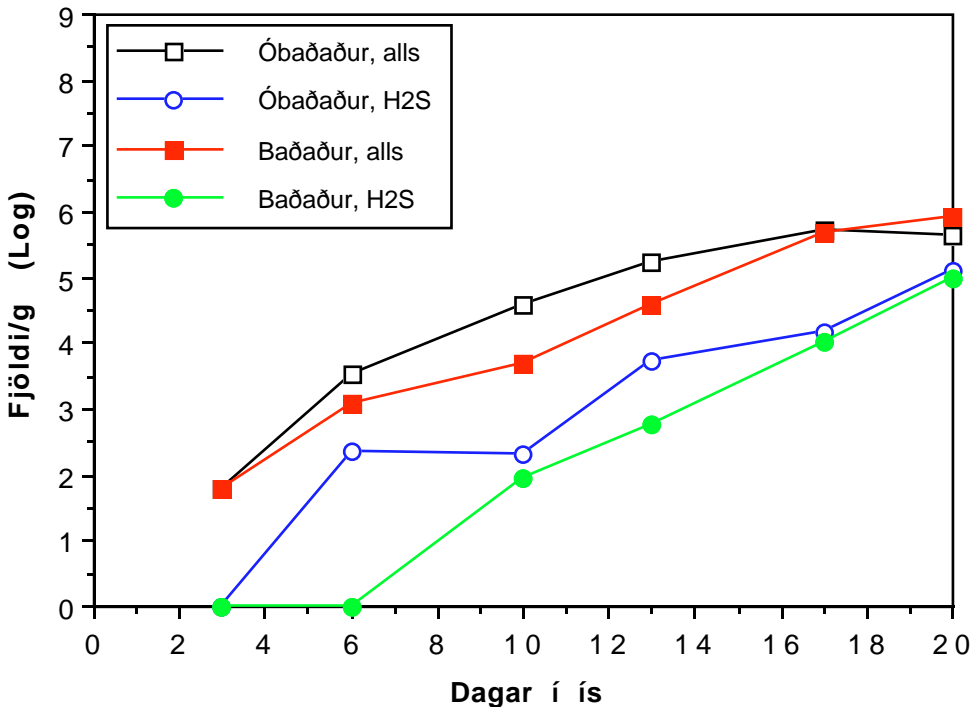
Ljósmynd 9. Óbaðaður karfi og karfi baðaður í erylí eftir 20 daga í ís.



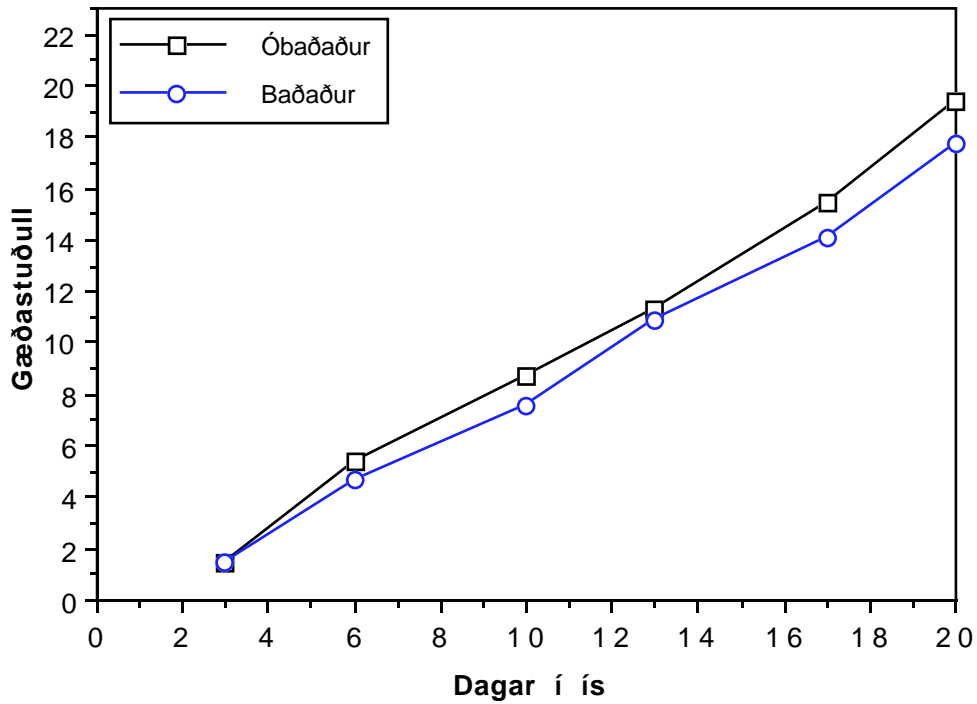
Ljósmynd 10. Óbaðaður karfi og karfi baðaður í erylí eftir 20 daga í ís.



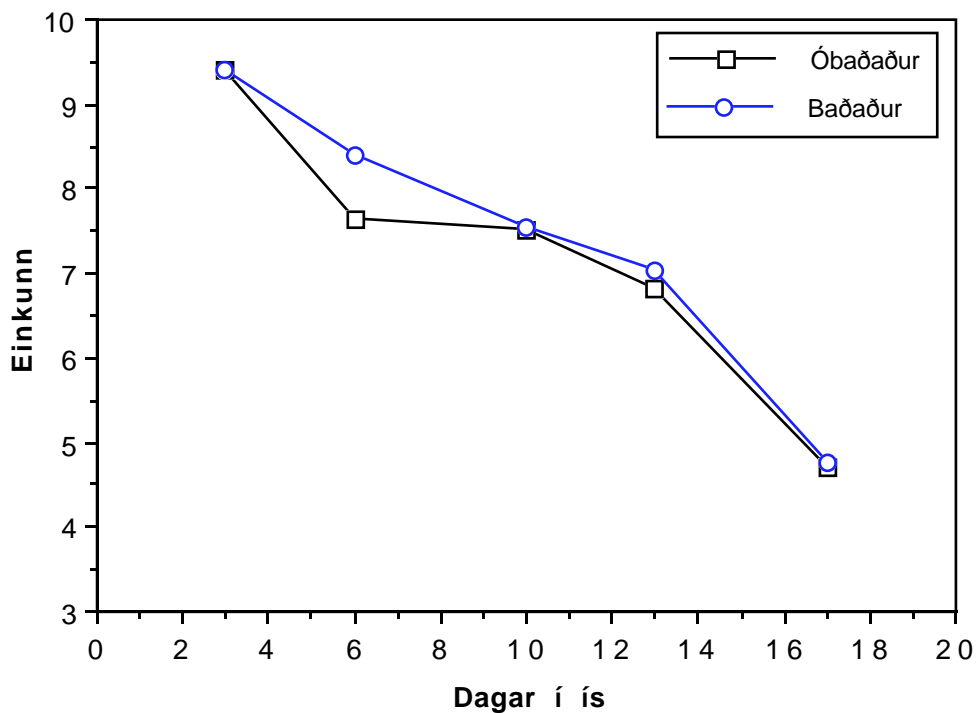
Mynd 32. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera á roði óbaðaðs karfa og karfa baðaður í erylbatí.



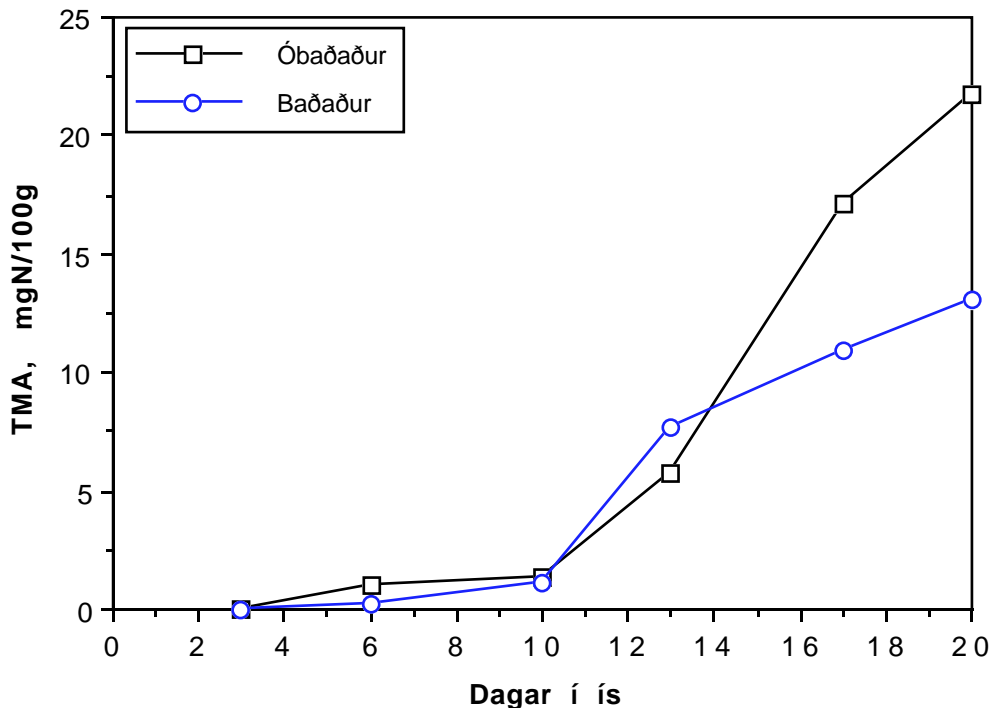
Mynd 33. Heildarörverufjöldi (alls) og fjöldi H₂S-myndandi örvera á holdi óbaðaðs karfa og karfa baðaður í erylbatí.



Mynd 34. Hrámat á óböðuðum karfa og karfa böðuðum í erylí eftir gæðastuðulsaðferð.



Mynd 35. Ferskleikamat á óböðuðum karfa og karfa böðuðum í erylí.



Mynd 36. Magn TMA í óböðuðum karfa og karfa böðuðum í erybati.

4. ÁLYKTANIR

4.1. Þíðingartilraun

Við samanburð á ófrystum, heilum karfa og ófrystum flökum geymdum í ís kom í ljós að heili karfinn geymdist í allt að 17 daga en flökin í 12 til 13 daga samkvæmt ferskleikamati á soðnum karfa. Niðurstöður litarmats á annars vegar flökum af ófrysta karfanum sem geymdur var heill í ís og hins vegar af ísuðum flökum voru þær að flök af heila karfanum varðveittu sinn ferska litblæ mun lengur meðan ísuðu flökin urðu mun fyrr mjólkurlituð. Niðurstöður ferskleikamatsins eru í góðu samræmi við niðurstöður örverutalninga og TMA-mælinga. Allan geymslutímenn var heildarörverufjöldi og fjöldi H_2S -myndandi mun meiri í flökunum en í holdi heila karfans. Þegar flökin dæmdust óhæf samkvæmt skynmati var heildarörverufjöldinn rétt undir $10^8/g$ og fjöldi H_2S -myndandi örvera var rúmlega $10^6/g$. Þegar heili karfinn dæmdist óneysluhæfur samkvæmt skynmati var heildarörverufjöldinn á bilinu 10^5 til $10^6/g$ og fjöldi H_2S -myndandi örvera var aðeins um $10^3/g$. Hins vegar var örverufjöldi á roði á þessum tíma geysimikill eða um $10^9/cm^2$. Þegar heili karfinn og flökin dæmdust óneysluhæf var TMA á bilinu 4 til 6 mgN/100g.

TMA hækkaði hraðar í flökunum en í holdi heila fisksins. Í fyrri rannsóknum á Rf (sjá Rit 26 og 30) hefur TMA í roðlausum flökum myndast mun hægar en í heilum fiski. Ástæður þessa hafa verið taldar þær m.a. að roð dragi úr útskolun efnisins. Einnig eru líkur á að TMA myndist hægar í roðlausum flökum þar sem súrefni hefur greiðari aðgang en í heilum fiski þar sem TMA myndun er háð súrefnismagni (meiri myndun við minna súrefni). Ekki er ljóst hvers vegna TMA myndaðist hraðar í karfaflökum en heilum karfa. Þó má benda á að í núverandi tilraunum voru aðeins notuð flök með roði en eins og áður sagði dregur roð úr útskolun. Ástæður á þessu ósamræmi á TMA magni í heilum fiski og flökum gætu legið í mjög flóknu samspili milli fjölda örvera og tegunda, virkni þeirra og súrefnismagni við geymsluaðstæður. Möguleiki er á að lækkað súrefni undir roði á flökum og geysimikill örverufjöldi hafi vegið þyngra varðandi TMA myndun í flökum en lítil örverufjöldi og lítið súrefnismagn í holdi á heilum karfa. Í upphafi geymslu fundust engar H₂S-myndandi örverur, hvorki í holdi af heilum karfa né í flökum. Þessar örverur fundust ekki fyrr en á 12. degi í holdi og voru þá aðeins 0.01% af heildarfjölda en á sama tíma var hlutfall þeirra 2.2% af heildarfjölda í flökunum. Samanburður á heilfrystum karfa sem geymdur var heill og sem flök eftir þíðingu sýndi að geymsluþol var mjög svipað og ekkert TMA myndaðist á geymslutímanum. Örverufjöldi var hins vegar mun meiri í flökunum.

Heili þíddi karfinn geymdist miklu skemur í ís en sá ófrysti og munaði 4 til 6 dögum á geymsluþoli. Þíddi fiskurinn upplitaðist mjög fljótt og var orðinn mjög litdaufur á aðeins 3. degi ísgeymslu. Niðurstöður allra örverutalninga sýndu að fjöldi örvera var yfirleitt mun meiri í ófrysta karfanum en í þeim þídda. Heildarörverufjöldi og fjöldi H₂S-myndandi örvera á roði var u.þ.b. tífalt lægri í ófrysta karfanum en þeim þídda í upphafi geymslutímans. Það bendir til þess að yfir 90% af örverum á roði hafi drepist við 30 vikna geymslu í frosti. Engin TMA-myndun átti sér stað í þídda karfanum á geymslutímanum. Þessi munur á örverufjölda getur hugsanlega verið skýring á að ekki myndaðist TMA í þídda fiskinum. Þíddur karfi dæmist samt óneysluhæfur mun fyrr en sá ófrysti þó að örverufjöldi hafi verið mun minni í honum og ekkert TMA til staðar. Benda má á að við geymslu á fiski í frysti myndast ákveðin bragð- og lyktarefni og er myndun þeirra háð geymsluhita og tíma í frysti. Þessi efni valda svonefndri frystigeymslulykt- og bragði. Í feitum fisktegundum eins og karfa má einnig búast við skemmdum vegna oxunar fitu í frystigeymslu og í ís sem ekki er hægt að rekja til örverustarfsemi.

Við samanburð á ófrystum og þíddum flökum kom fram sama mynstur og þegar ófrystur og þíddur heill karfi var skoðaður. Heildarörverufjöldi var nokkru meiri allan geymslutímann í ófrystu flökunum og fjöldi H₂S-myndandi örvera var

margfalt meiri enda var TMA myndun mun hraðari í ófrystu flökunum. Hins vegar fengu þíddu flökin mun lakari dóma í skynmati mestallan geymslutímann.

Þídd karfaflök sem fryst voru sem flök og þídd flök af heilfrystum karfa fengu mjög svipaða dóma í skynmati allan geymslutímann og nánast ekkert TMA hafði myndast þegar flökin úr báðum hópum dæmdust óneysluhæf. Hins vegar var örverufjöldinn yfirleitt meiri í þíddu karfaflökunum sem fryst voru sem flök. Þar sem upphafs fjöldi var mjög svipaður er ekki hægt að útskýra þennan mun á augljósan hátt.

Í þíddum flökum af karfa sem meðhöndlaður var á mismunandi hátt fyrir frystingu, þ.e. heilfrystur, blóðgaður, heilfrystur og hausaður og slægður fyrir frystingu myndaðist nánast ekkert TMA fyrstu 16 daga geymslutímans. Geymsluþol samkvæmt skynmati var um 10 til 12 dagar. Í sambærilegum ófrystum flökum mældist TMA 11mg/100g á 16. degi en geymsluþol þeirra samkvæmt skynmati var um 13 dagar. Sem fyrr var örverufjöldi mestur í ófrystu flökunum. Hins vegar er athyglisvert að fjöldi H₂S-myndandi örvera var um 10⁶/g í þíddu flökunum á 16. degi en TMA nánast ekkert eins og fyrr sagði. Í þídda heila karfanum var fjöldi H₂S-myndandi örvera nánast enginn allan geymslutímann og ekkert TMA myndaðist þá. Talið er að flestar H₂S-myndandi örverur tilheyri einni tegund, *Shewanella putrefaciens*, en þessi gerill afoxar TMAO í TMA en um þetta er fjallað nánar í Riti Rf 30 (Emilía Martinsdóttir o.fl., 1991). Búast hefði mátt við að um 1 milljón H₂S-myndandi örverur í flökunum hefðu átt að duga til þess að framleiða eitthvað af TMA. Ekki er vitað hvað veldur þessari óvirkni hjá gerlunum.

Þar sem ljóst er að skynmat er mjög mikilvægur mælikvarði á kröfur neytenda um gæði fisks verður ekki fram hjá því litið að heill ófrystur karfi og ófryst karfaflök fengu í öllum tilvikum betri dóma í skynmati en þíddur karfi og karfaflök. Þíddi heili karfinn missti lit mjög fljótlega eftir þíðingu. Við athuganir á áhrifum mismunandi meðferðar hráefnis fyrir frystingu kom í ljós að blóðgaði karfinn kom best út í litarmati í upphafi geymslu eftir þíðingu, síðan hausaði og slægði karfinn og þá heilfrysti karfinn. Að vísu var skurður á hnakka mjög áberandi ljótur eftir þíðingu og yrði að fjarlægja hluta af hnakkastykki við frekari vinnslu, sem þýðir ákveðið nýtingartap. Þegar leið á geymslutímann í ís minnkaði munur á hópunum. Miklu máli skiptir að karfi sé sem ferskastur við frystingu. Góður frágangur á karfa í frysti sem hindrar aðgang súrefnis er nauðsynlegur til að minnka þann mun sem neytendur finna á ófrystum karfa og þíddum. Eins og í fyrri tilraunum á þessu sviði á Rf á heilum þorski, þorskflökum og ýsuflökum kom greinilega í ljós að mæling á TMA er ónothæfur mælikvarði á skemmdir í þíddum karfa. Örverufjöldi í ófrystum fiski

var að öllu jöfnu meiri í ófrystum fiski en þíddum. Í sumum tilvikum drápast meira en 90% örvera yfir 30 vikna frystigeymslu. Niðurstöður bentu til þess að frystigeymsla hefði óæskileg áhrif á vaxtarmöguleika H_2S -myndandi örvera eftir þíðingu.

4.2. Böðunartilraun

Böðun í 1% lausn af erybati hafði greinileg áhrif á ytra útlit karfans og hélst rauði litur hans allan geymslutímann. Böðun á heilum karfa hafði ekki áhrif á lit flaka. Í upplýsingum frá bandarískum framleiðenda efnisins um notagildi þess er mælt með að nota 3% lausn af erybati til þess að baða fiskflök í fyrir frystingu til að koma í veg fyrir þráa og viðhalda lit (Pfizer-Chemical Division, 1986). Í þessum böðunartilraunum voru flökunum einungis dýft í 0,1% lausn sem greinilega hafði engin áhrif. Það gæti hugsanlega haft bætandi áhrif á lit flaka að nota sterkari lausn. Niðurstöður örverutalninga, skynmats og TMA-mælinga bentu allar til þess að erybat hafi rotverjandi áhrif. Í baðaða karfanum uxu örverur hægar, TMA myndaðist hraðar og ferskleikaeinkenni varðveittust lengur. Ekki hafa fundist í heimildum upplýsingar um þessa rotvarnarvirkni erybats.

Þessar upplýsingar gætu haft mjög hagnýtt gildi til lengingar á geymsluþoli karfa fyrir vinnslu. Full ástæða er til að rannsaka nánar áhrif þessa efnis á mögulega lengingu geymsluþols fisks og fiskafurða. Þó verður að hafa í huga að efnið er sem stendur ekki alls staðar leyft, m.a. í ríkjum Efnahagsbandalagsins.

5. ÞAKKARORÐ

Við viljum þakka Rannsóknasjóði Rannsóknaráðs ríkisins, Sölumiðstöð hraðfrystihúsanna og Íslenskum sjávarafurðum hf. fyrir veittan styrk í verkefnið. Sérstakar þakkir fá skipstjóri og áhöfnin á Höfrungi AK 70 fyrir vinnu við tilraunir um borð. Einnig viljum við þakka verkstjórum og starfsfólki Granda hf. fyrir aðstoðina. Að lokum þökkum við öllum þeim sem tóku þátt í verkefninu innan Rf.

6. HEIMILDIR

Bjarkhamar, Ó., Hentze, M., Joensen, M. og Johannessen, P. (1992). Viðgerð og virking av feskum kongafiskaflaki. Fiskivinnuskúlin í Vági, lokaverkefni.

Emilía Martinsdóttir, Hannes Magnússon og Páll Steinþórsson (1991). Geymsluþol á ófrystum og þíddum flökum í ís. 30. Rit Rf.

Gram, L., Trolle, G. og Huss, H.H. (1987). Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0°C) and high (20°C) temperatures. Int. J. Fd. Microbiol., 4, 65.

Hannes Magnússon, Emilía Martinsdóttir og Páll Steinþórsson (1990). Áhrif frystingar og frystigeymslu á geymsluþol þorsks eftir þíðingu. 26. Rit Rf.

Horowitz, W. (1980). Official Methods of Analysis of the AOAC. 13. útgáfa Washington D.C.: AOAC.

Perez Martin, R.I., Franco, J.M., Molist, P. og Gallardo, J.M. (1987). Gas chromatographic method for the determination of volatile amines in seafoods. Int. J. Fd. Sci. Technol., 22, 509.

Pfizer-Chemical Division (1986). Erythorbic acid and sodium erythorbate in foods. Data sheet nr. 692.

Pfizer-Chemical Division (útgáfuár ekki þekkt). Sodium erythorbate. Basic data sheet nr. 858.

Viðauki 1. Einkunnaskalar fyrir skynmat

Einkunnaskali fyrir mat á ferskleika

- SOÐINN KARFI -		
EINKUNN	LYKT	BRAGÐ
10	Dauf lykt af sætri, soðinni mjólk, sterkju Ný soðin lifur	Vatnskennt, málmkennt. Ekki sætt en en kjötkennt munnhrif (flavour), e.t.v. örlítil sæta.
9	Skelfisk-, þörungalykt. Soðið kjöt. Lifrar-	Sætt, kjötkennt, einkennandi fyrir teg. Lifra-, fitubragð
8	Mínkandi, hlutlaus lykt. Lifrar- lykt dofna	Sætt, einkennandi en daufara. Lifrar- bragð dofna
7	Sag, timbur, vanilla.	Hlutlaust.
6	Niðursoðin mjólk, vottur af súr, Vottur af fiskilykt (TMA)	Bragðlítið (í átt að óbragði, fiskibragði)
5	Soðnar kartöflur, fúkkalykt, Mjólkursýru lykt	Aðeins súrt, vottur af óbragði.
4	Súr mjólk, mjólkursýra, TMA-lykt.	Aðeins beiskt, súrt, vottur af TMA (sigið), óbragð.
3	Lykt af edikssýru, smjörkýru, ammoníak, sulfít (ýlda)	Sterkt beiskt, örlítið sulfít, óbragð

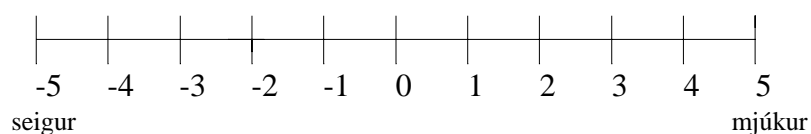
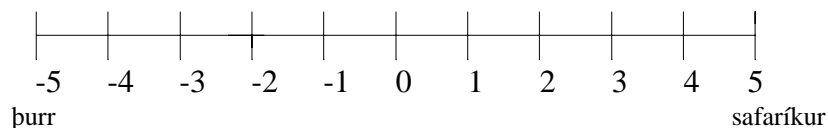
Einkunnaskali fyrir geðjunarpróf (heildarmat á bragð, lykt, áferð).

9	Afskaplega gott
8	Mjög gott
7	Gott
6	Sæmilega gott
5	Hvorki gott né vont
4	Heldur vont
3	Vont
2	Mjög vont
1	Hræðilega vont

Einkunnaskali fyrir mat á þráa (lykt og bragð).

0	Enginn
1/2	Á mörkum
1	Vottur
2	Lítill
3	Töluverður
4	Mikill

Einkunnaskali fyrir mat á áferð.



Viðauki 1. Einkunnaskali fyrir mat á ísuðum karfa eftir gæðastuðulsáferð

Gæðabáttur		Lýsing	Einkunn
Útlit, áferð	Roð	Skært, frísklegt	0
		Upplitaðir blettir einkum á uggum og tálknum	1
		Matt, upplitað og/eða gulleitir blettir	2
	Áferð	Í dauðastirðnun	0
		Hold réttir sig undan fingri	1
		Hold réttir sig hægt	2
		Hold réttir sig ekki	3
	Augu	Tærleiki	Tær, gagnsæ
Fremur mött			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
		Brún 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, úldið, brennisteinn	3
	Slím	Tært	0
		Mjólkurlitað	1
Mislitt, kekkjað		2	
Flök, skurðsár	Litur á holdi	Eins og gegnsætt, bláleitt	0
		Mjólkurlitaður, gráleitt	1
		Mislitt, gulir, brúnir blettir	2
Innyfli	Upplausn	Heil	0
		Byrjuð að leysast upp	1
		Innyfli uppleyst	2