



Titill / Title	Geymsla á ferskri rækju í skel		
Höfundar / Authors	Arnheiður Eyþórsdóttir, Helga R. Eyjólfsdóttir		
Skýrsla Rf / IFL report	13-97	Útgáfudagur / Date:	Maí 1997
Verknr. / project no.	1174		
Styrktaraðilar / funding:	RANNÍS, Samherji h.f., Fiskiðjusamlag Húsavíkur, Ísaga h.f.		
Ágrip á íslensku:	<p>Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður geymsluþolstilraunar sem framkvæmd var á Akureyri í júní 1996. Nýveidd rækja var geymd í kæligeymslu við fjórar mismunandi aðstæður: ísuð í kassa; ísuð í kar; í saltvatnsskrapa og í vatnsskrapa með koldíoxíðaástreymi. Fylgst var með eftirfarandi þáttum í rækjunni á geymslutímanum: örveruvexti; TVN myndun; skynmati; sýrustigs- og áferðarbreytingum. Auk þess var fylgst með hitastigi í geymsluflátum og kæligeymslu.</p> <p>Niðurstöður sýndu að geymsla í sjókrapa varðveitti gæði rækju best. Hitastig í sjókrapa getur einnig haldist neðan við 0°C.</p> <p>Hægt er að draga niðurstöður tilraunarinnar í eftirfarandi ályktanir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geymsluþol hrárrar rækju má lengja með geymslu í sjókrapa eða koldíoxíðnotkun.</li> <li>• Rækja geymist álíka lengi, hvort sem hún er ísuð í kassa eða kör.</li> <li>• Nærvera koldíoxíðs eykur geymsluþol rækjunnar verulega, en ekki er um hágæða vöru að ræða.</li> <li>• pH mælingar eru ekki einfaldur mælikvarði á gæði rækju, þar sem mælingar voru of flöktandi.</li> <li>• Magn vatns sem pressast úr rækju við þjöppun eykst við geymslu og er meira hjá rækju geymdri í sjókrapa og koldíoxíð en hjá rækju geymdri í ís.</li> </ul> <p>Forvitnilegt væri að gera frekari tilraunir með sjókrapa. Sú aðferð gæti nýst til að vinna eldri rækju en ella. Hins vegar þarfnast sú geymsluaðferð frekari rannsókna, ekki síst mælinga á vinnslunýtingu og vatnsinnihaldi.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>rækja, gæði, geymsluþol, sjókrapi, koldíoxíð, sýrustig</i>		
Summary in English:	<p>This report describes an experiment, performed in Akureyri in June 1996. Freshly caught shrimp was stored in different conditions: in boxes with ice, in tubs with ice, in chilled sea water (CSW) and in icewater with carbon dioxide inflow. The following parameters were measured in the shrimp during storage: Microbial growth; total volatile nitrogen (TVN); sensory evaluation; pH and texture. The results showed that the best way to store shrimp is in CSW, where the temperature can be kept below 0°C. The results can be summarized by the following conclusions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shelf life of raw shrimp can be extended by the use of carbon dioxide or storage in CSW</li> <li>• Shrimp stored in ice has similar shelf life, whether in tubs or boxes</li> <li>• Presence of carbon dioxide can extend the shelf life of shrimp significantly, although it is not a luxury product.</li> <li>• pH measurements can not be used as a direct quality indicator, as they differ too much.</li> <li>• Water pressed from shrimp, using compression test, increases with age and is more in CSW or carbon dioxide, than in shrimp stored in ice.</li> </ul> <p>CSW storing is an interesting alternative, as this could allow processing of older raw material. This method needs more research, including processing yield and water content measurements.</p>		
English keywords:	<i>shrimp, quality, shelf life, CSW, carbon dioxide, pH.</i>		

## EFNISYFIRLIT

1.	Inngangur.....	2
2.	Fræði.....	2
2.1.	Ágrip af líffræði og efnafræði rækju .....	2
2.2.	Skemmdarferli rækju.....	3
2.3.	Sýrustig sem gæðamælikvarði.....	5
2.4.	Geymsla á rækju fyrir vinnslu .....	6
2.4.1.	Sjókrapi .....	6
2.4.2.	Koldíoxíðnotkun .....	6
2.4.3.	Geymsluþolstilraun á rækju.....	7
3.	Efni og aðferðir .....	8
3.1.	Tilhögun tilraunar.....	8
3.2.	Mælingar, sýnatökur og meðhöndlun sýna.....	9
4.	Niðurstöður.....	11
4.1.	Skynmat.....	12
4.2.	TVB-N mælingar.....	13
4.3.	Örverutalningar .....	13
4.4.	Sýrustigsmælingar .....	15
4.5.	Mælingar á hitastigi.....	16
4.6.	Áferðarmælingar .....	17
4.6.1.	Vatnsheldni rækju við geymslu.....	18
5.	Umfjöllun og ályktanir .....	18
6.	Heimildir .....	21
7.	VIÐAUKI.....	23

## 1. INNGANGUR

Rækjuveiðar Íslendinga hafa aukist verulega á undanförunum árum og hefur heildarrækjuafli nær þrefaldast í tonnum talið síðastliðin sjö ár. Árið 1995 var verðmæti rækjuafllans 19% af heildaraflaverðmæti þjóðarinnar og var rækjan þá orðin næstmikilvægasta tegundin m.t.t. verðmætis, (Útvegur 1995). Það er því ljóst að rækja og rækjuvinnsla skipta verulegu máli í sjávarútvegi Íslendinga og ástæða er til að beina einnig sjónum að þeim þætti þegar um er að ræða rannsóknir í sjávarútvegi og fiskvinnslu.

Árið 1993 var stofnaður faghópur um rækju og skelfisk á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Hópurinn ræddi meðal annars ýmsar verkefnahugmyndir og kannaði áhuga á þeim innan rækjuíðnaðarins. Ein þeirra var athugun á nýjum geymsluaðferðum fyrir ferska rækju í skel. Í framhaldi af vinnu þessa hóps var svo ráðist í verkefnið. Rannsóknaráð Íslands styrkti verkefnið og þátttakendur voru auk Rf, Samherji h.f., Fiskiðjusamlag Húsavíkur, Ísaga h.f. og Félag rækju- og hörpudiskframleiðenda.

## 2. FRÆÐI

### 2.1. Ágrip af líffræði og efnafræði rækju

Rækjan *Pandalus borealis* (stóri kampalampi) er skeldýr sem tilheyrir liðdýrafylkingunni innan hryggleysingja. Heimkynni hennar eru í Norður-Íshafi, Barentshafi og Norður-Atlantshafi, þar sem hún er mikið veidd, m.a. við Ísland. Rækjan heldur sig mest í fullsöltum sjó og 0-8°C hita og kýs fremur mjúkan leirbotn. Rækjan er karldýr í upphafi, en skiptir um kyn þegar líður á ævina eða frá 1,5 til 5 ára aldurs, en það er breytilegt eftir stofnum sem lifa í mismunandi umhverfi og sjávarhita. Þegar rækjan hrygnir límast hrognin við halafætturna undir búknum og eru geymd þar fram að klaki. Hrygningartími og lengd eggburðartímans eru einnig mismunandi milli stofna. Skel rækjunnar er úr kítíni, kalki og próteini og er liðskipt í höfuðskjöld og sex halaliði. Innyflin eru undir höfuðskildinum, en halaliðirnir

umlykja halavöðvann sem er sá hluti rækjunnar sem nýttur er til átu. Skelin vex ekki með rækjunni, þannig að vöðvinn vex í skelskiptum sem fara fram u.þ.b. 25 - 30 sinnum á einni rækjuævi.

Efnasamsetning rækjuholds er svipuð og í mögrum fiski. Vatn er um 80% og prótein í kringum 18%. Fita, aska og kolvetni eru samtals um 2%. Vatnsinnihald er nokkuð breytilegt, þar eð rækjan tekur upp vatn við skelskipti og hefur því tími frá síðustu skelskiptum áhrif á vatnsinnihaldið, (Hallur Viggóson 1986). Einkennandi fyrir vöðva rækju og fleiri skeldýra er tiltölulega hátt hlutfall vatnsleysinna smásameinda, svo sem óbundinna amínósýra og rokgjarnra basa. Þessi efni hafa mikil áhrif á bragð rækjunnar, t.d. er hið einkennandi örlítið sæta bragð af ferskri rækju rakið sérstaklega til fjögurra amínósýra (Höegh 1989). Þar sem efnin eru vatnsleysin, skolast þau einnig mjög auðveldlega burtu eftir dauða rækjunnar, og tapast því bragðgæðin mjög fljótt.

Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar á áferðarbreytingum rækju við geymslu í ís, þó fyrst og fremst á heitsjávarrækju og ferskvatnsrækju, (*Macrobrachium rosenbergii*). Í ferskvatnsrækjunni eru áferðarbreytingar áberandi gæðavandamál, þ.e. svokallað "mushyness" í vöðvanum. Ekki ber mönnum saman um helstu orsakir þeirra, en flestir hallast að því að þær orsakist á einhvern hátt af ensímvirgni úr meltingarvegi. Rannsóknir benda til þess að viðnám í rækjuvöðva minnki vegna virkni próteinsundrandi ensíma úr meltingarvegi, (Nip o.fl. 1984) sem leiði til hægfara sundrunar á collageni í vöðvanum. Angel o.fl. (1985) benda á *cephalothorax* (höfuðskjöld og það sem undir og á honum er) sem orsök, þar eð breytingar komu fyrst og mest fram í halaliðunum næst hausnum. Engar rannsóknir á áferðarbreytingum kaldsjávarrækju hafa verið framkvæmdar og er því full ástæða til að rannsaka það til hlítar. Vatnsheldni er einnig þáttur sem er áhugavert að athuga í tengslum við niðurbrot, þar eð vatn sem bundið er í vöðvanum, losnar við aukna sundrun.

## 2.2. Skemmdarferli rækju

Strax eftir dauða rækjunnar hefst flókið efnaferli í rækjuvöðvanum. Dauðastirðnun, (*rigor mortis*) hefst og nær hámarki eftir 2-3 klst og er alveg lokið innan 5 klst. Rækjan byrjar einnig strax að tapa gæðum og þættir sem valda

skemmdum og eyðileggja að lokum rækjuvöðvann, fara að hafa áhrif. Óæskileg efni einkum ammoníak og önnur köfnunarefnissambönd myndast. Köfnunarefnissamböndin myndast fyrir tilstilli ensíma úr meltingarvegi og holdi rækjunnar svo og af völdum örvera. Ensímvirknin er mest fyrstu dagana en eftir því sem örverufjöldinn eykst verða skemmdaráhrif af þeirra völdum umfangsmeiri. Breytingum í rækjuvöðva og skemmdarferli í rækju við geymslu í ís má gróflega skipta í eftirfarandi 4 stig , (Höegh 1989, Emilía Martinsdóttir og Alda Möller 1983):

#### 1. Útskolun bragðefna, (0-2 dagar í ís)

Bragðið er sætt og ferskt sjávarbragð, lyktin samsvarandi. Litur rauður og áferð fremur stinn. Strax á þessu fyrsta stigi byrjar útskolun vatnsleysanlegra bragðefna við geymslu í ís.

#### 2. Sjálfsmelting af völdum ensíma, (2-3 dagar í ís)

Bragð hlutlaust eða daufsætt, lykt samsvarandi eða engin einkennandi lykt. Litur ljósbleikur, áferð lítið breytt, hrogn blágræn. Á þessu stigi gætir enn mikillar virkni ensíma, sérstaklega í meltingarveginum, (Finne 1982). Þessi ensím brjóta niður prótein og gera það stjórnlaut eftir að rækjan er dauð. Þar sem rækjugörnin liggur í gegnum endilangan halavöðvann, geta ensímin gert talsverðan usla.

#### 3. Sjálfsmelting og örveruskemmdir, (3-5 dagar í ís)

Dauft ammoníaksbragð og samsvarandi lykt. Litur bleikur, jafnvel gulleitur, áferð lin, hrogn upplituð, dökkir blettir (melanosis) að myndast í haus. Sjálfsmelting komin á fulla ferð. Örverur úr meltingarvegi og utan af rækjunni vaxa hratt og fara að hafa áhrif á niðurbrot próteina í vöðvanum. Hlutfall amínósýra er tiltölulega hátt í rækju, en það er örverunum hagstætt (Bjarnastein 1993, Aanesen 1986).

#### 4. Örveruskemmdir, (meira en 5 dagar í ís)

Ammoníakslykt og -bragð yfirgnæfandi, einnig súr og ýlda. Skemmdareinkenni greinileg, rækjan svört í haus, búklitur grágulur með grárri slikju, hrogn dökk, áferð lin og klístruð. Örveruskemmdir ganga hratt fyrir sig,

m.a. vegna þess að haus og innyfli menga út frá sér og mikið yfirborð skapar greiðari leið utan frá.

Meðferð á rækjunni hefur mikil áhrif á hraða þessa skemmdarferlis. Rannsóknir á Rf hafa sýnt að með vandaðri meðhöndlun, þ.e. góðum þvotti, hreinlæti, minnkun hnjasks og þrýstings á rækjuna, getur verið unnt að lengja geymsluþol í ís um allt að 2 daga. Norskar rannsóknir hafa einnig sýnt mikinn gæðamun á rækju milli einstakra togara, sem helgast þá af mismunandi meðferð og aðstæðum um borð, (Aanesen, 1986). Auk þessa er margt sem bendir til að ástand rækjunnar og umhverfisaðstæður skipti máli í þessu sambandi. Þá er átt við næringarástand, skelskiptafasa, stærð/aldur, veiðisvæði og árstíð.

### 2.3. Sýrustig sem gæðamælikvarði

Upp á síðkastið hefur sjónum verið beint í auknum mæli að sýrustigi (pH) sem beinum mælikvarða á gæði. Dæmi eru um að kaupendur á rækju geri kröfu um ákveðið sýrustig. Sýrustigið hækkar með auknu niðurbroti (skemmdum) og hefur Høegh (1989) sett fram gæðaskala sem byggir á pH mælingum. Þar er rækjunni skipað í 4 gæðaflokka þar sem "luxus" rækja hefur pH 7,0 - 7,4, en ónýt rækja herra en 8,0. Rannsóknir á geymsluþoli rækju í ís á R.f. 1983 gáfu niðurstöður sem falla að þessum skala, (Emilía Martinsdóttir og Alda Möller, 1983).

Barnett o.fl. (1978) mældu pH 7,4 í ferskri rækju (*Pandalus jordani*) og hækkaði það í 8,2 á 5 dögum í ís. pH mælingar í vöðva (yfirborði) ferskvatnsrækju (*Macrobrachium rosenbergii*) sýndu sýrustig breytast frá 6,87 +/- 0,06 upp í 7,31 +/- 0,33 við 7 daga geymslu í ís og getið er heimilda um hærri gildi fyrstu dagana fyrir sömu rækjutegund (Nip et.al. 1984). Athyglisvert er að staðalfrávik er tiltölulega hátt í þessum mælingum og gefa þær ekki tilefni til nákvæmrar gæðaflokkunar eftir sýrustigi. Þess ber einnig að gæta að pH í vöðva rækjunnar er milli 6 og 7, en í meltingarveginum er það herra eða um 7,5 (Unnur Steingrímisdóttir. 1996), þannig að mæliaðferðir gætu skipt máli.

## 2.4. Geymsla á rækju fyrir vinnslu

Alþekkt er að mjög fersk rækja hentar illa til vinnslu, þ.e. hún pillast illa og nýting verður léleg. Pillunin verður auðveldari með aldri hráefnis. Fersk rækja eða sjófryst er því "lageruð" í kæligeymslu til að auðvelda úrskeljun. Algengast er að setja hana í vatn með salti og fosfati. Við þessa geymslu þrútnar innsta lag skeljarinnar og verður gljúpt, þannig að skelin verður lausari frá vöðvahlutanum og einnig tekur rækjan upp vatn. Skellosunin, ("þroskunin") er í raun eðlilegur hluti af þeim breytingum sem verða við geymslu, en fosfatið bindur vatn. Af ofangreindum ástæðum þekkist varla að vinna rækju innan 2ja sólarhringa frá veiði, en á þeim tíma eru miklar gæðabreytingar farnar að eiga sér stað eins og fyrr var getið. Það er því áhugavert að skoða nánar þennan geymsluferil, með það að markmiði að lágmarka gæðatap en hámarka nýtingu.

### 2.4.1. Sjókrapi

Ýmsar tilraunir hafa verið gerðar erlendis með breyttar geymsluaðferðir til að reyna að hafa áhrif á geymsluþol og/eða nýtingu rækju. Hérlendis er vel þekkt að geyma humar í sjókrapa í tunnum og reynist það vel, (Grímur Valdimarsson 1982). Sjókrapi er einnig notaður um borð í sumum frystitogurum til að geyma bolfisk, sem ekki kemst beint í vinnslu. Kostir sjókrapakælingar eru undirkæling vegna saltsins, þ.e. hitastig getur verið allt niður í  $-2^{\circ}\text{C}$ ; kælimiðillinn leikur vel um allt yfirborð því varan pressast ekki saman og varmaleiðnin er góð. Auk þess er aðgangur súrefnis að einhverju leyti takmarkaður. Reynt hefur verið að nota sömu aðferð á rækju, en með misjöfnum árangri. Rannsóknir hafa þó bent til að geymsluaðferðin sé góð en lengi ekki geymsluþol umfram ís (Barnett o.fl. 1978). Þá eru til niðurstöður sem sýna að nýting virðist minnka þrátt fyrir aukna vatnsupptöku, en gæðin haldast betur fyrstu dagana, en heildargeymsluþol svipað og í ís (Aanesen, 1986). Auk þess getur rækjan tekið upp óæskilegt salt, (Barnett o.fl.1978).

### 2.4.2. Koldíoxíðnotkun

Koldíoxíð ( $\text{CO}_2$ ) verkar hamlandi á örveruvöxt, (Guðmundur Stefánsson og Grímur Valdimarsson 1982). Með því að dæla koldíoxíði í krapa eða ísvatn sem rækja er geymd í, fæst lengra geymsluþol og rauður rækjulitur helst lengur (Aanesen, 1986, Barnett o.fl. 1978), en kolsýran getur orsakað óæskilegt bragð í rækjunni

(Greve og Andersen 1995). Koldíoxíðið lækkar sýrustigið, en það hægir sennilega á ensímhvötuðum skemmdum frá meltingarvegi, (Unnur Steingrímisdóttir 1995). Tilraunir með fiskflök sýndu að hitastig hafði einnig mjög mikið að segja í þessu sambandi. Gaspökkuð ýsflök geymdust aðeins í 5 daga við 4°C, en í 16 daga við 0°C, (Guðmundur Stefánsson og Grímur Valdimarsson 1982). Barnett o.fl. (1978) töldu geymsluþol rækju, (*Pandalus jordani*) aukast úr 3-4 dögum í 6 daga með notkun sjókrapa og inndælingu á CO<sub>2</sub>. Gasblöndur hafa verið prófaðar á sjósoðna pakkaða rækju (Greve og Andersen 1995). Um er að ræða mismunandi hlutföll súrefnis, koldíoxíðs og köfnunarefnis. Niðurstöður sýndu aukið geymsluþol, þ.e. hægari gæðarýrnun, sérstaklega með háu koldíoxíðhlutfalli, en lágu súrefnishlutfalli. Ýmis hlutföll koldíoxíðs og súrefnis hafa verið prófuð á karfa- og ýsflökum (Guðmundur Stefánsson og Grímur Valdimarsson 1982).

#### **2.4.3. Geymsluþolstilraun á rækju**

Hér á landi hafa samsvarandi rannsóknir ekki verið gerðar á rækju. Í rækjuvinnslum er ísun í kassa sá ferill sem menn þekkja hvað best, en á síðustu árum hefur ísun í kör færst mjög í aukana. Ekki eru til upplýsingar um gæða- og/eða nýtingarmun þessarar tveggja aðferða. Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar, -m.a á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins,- á geymslu bolfisks í sjókrapa og ferskvatnskrapa. Í ljós hefur komið að skammtímageymsla í krapa er a.m.k. jafngóð og ísun, en ef geymslutíminn er lengri, kemur ísunin betur út (Grímur Valdimarsson 1982). Ein tilraun var gerð með rækju í krapa á Ísafirði, en það tókst illa, rækjan molnaði í krapanum, (Jón Jóhannesson, 1980).

Markmið þeirrar tilraunar sem hér um ræðir var fyrst og fremst að athuga hvort gæðamunur er á rækju eftir geymsluaðferðum. Engar nýtingarathuganir voru gerðar í samhengi við tilraunina, þar sem talið var eðlilegra að gera þær síðar í ljósi niðurstaðna. Tilraunin var framkvæmd í júní 1996.

### 3. EFNI OG AÐFERÐIR

#### 3.1. Tilhögun tilraunar

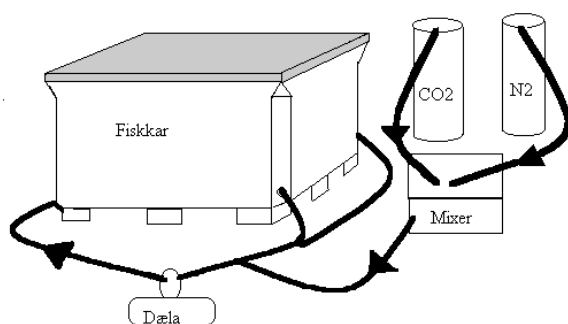
Tvö og hálf kar af rækju úr síðasta hali Sjafnar EA þann 10. júní voru flutt í móttöku rækjuvinnslunnar Strýtu h.f. á Akureyri. Rækjan var þá um 1/2 sólarhrings gömul. Sé annað ekki tekið fram eru öll kör og fiskiker úr plasti (Sæplast). Ísinn var fenginn hjá Strýtu hf (ísframleiðsla ÚA). Eftirfarandi geymsluflokkar voru settir upp:

A: Ísun í kör. Eitt karið var notað óhreyft, þ.e. ísun fór fram um borð í Sjöfn EA. Ís var í botni og síðan í lögum á móti rækjunni og ís efst. Ís var bætt tvisvar í karið á geymslutímanum.

B: Ísun í kassa. Rækju var mokað í fjóra 70 lítra kassa og ísað. Íslag var sett í botn, miðju og efst. Í hvern kassa fóru 20 kg af rækju. Kassarnir voru merktir B1-B4 og staflað upp. Kössunum var umstaflað tvisvar á geymslutímanum og ís bætt þrisvar í efsta kassann í staflanum. Kassi B2 var alltaf í miðjum stafla, en B4 var ýmist efst eða neðst í stafla.

C: Ísun í saltvatnskrapa. Blandað var í kar 3,5% saltvatn og ís bætt í . Hlutfall íss/vatns var 40/60. 200 kg af rækju var sett út í blönduna, blandað varlega saman til að reyna fá nokkuð jafna dreifingu um karið og ísað ofan á.

D: Ísun í vatni með viðbættri gasblöndu. Notað var hreint vatn og ís í sömu hlutföllum og í C. Ís var bætt þrisvar í karið á geymslutímanum. Ísaga hf. lagði til þær lofttegundir sem notaðar voru og auk þess "mixer" til að blanda þeim í réttum hlutföllum. Notuð voru hlutföllin 90% CO<sub>2</sub> og 10% N<sub>2</sub>. Af ástæðum er síðar verða raktar, hélt þetta hlutfall þó ekki út tilraunina. Notaður var búnaður sem útbúinn var vegna nemendaverkefnis við HA og til var hjá Útgerðarfélagi Akureyringa (mynd 1.).



**Mynd 1.** Uppsetning á búnaði til að blanda lofttegundum í rækjukar.

Dælan hringrásar vatninu í karinu til að reyna að jafna bæði kuldadreifingu og dreifingu gassins. Gasblandan er leidd úr kútum í gegnum "mixer" inn á dælikerfið.

Fylgst var með hitastigi með því að koma fyrir hitasíritum sem hér segir:

Nemi nr	Staðsetning	Mæling hefst	Mælingu lýkur
22167	Á borði við gasmixer, umhverfishita	10. júní kl 11	20. júní kl 9:30
22168	Í ískari (A), grafinn ofan í karið	10. júní kl. 12	17. júní kl 9
8316	Í ískassa (B 4), ca. mitt í kassanum	10. júní kl 12	17. júní kl. 9
22434	Í ískassa (B 2), ca. mitt í kassanum	10. júní kl. 12	17. júní kl. 9
8114	Í saltvatnskari (C), grafinn ofan í karið	10. júní kl. 12	18. júní kl. 15
8317	Í gaskari (D), grafinn ofan í karið	10. júní kl 13:30	20. júní kl 9:30

Tveir nemar voru settir í kassana , til að sjá hvort munur væri á aðstæðum í þeim.

### 3.2. Mælingar, sýnatökur og meðhöndlun sýna.

Eftirfarandi mælingar voru gerðar á öllum flokkum til að meta ferskleika rækjunnar:

Sýrustig (pH), TVN (Total Volatile Basic Nitrogen), örverumælingar (kuldakærar bakteríur og skemmdarbakteríur) og skynmat á hrárrí rækju. Skynmat, áferð, salt og TVN var mælt á R.f. í Reykjavík, en örveruræktanir og pH mælingar á Akureyri.

Sýni voru tekin skv. meðfylgjandi skema:

Dagur	Skynmat	TVN/áferðarm.	Örverumæl./pH mæl.
1 10/6	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
2			
3 12/6	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
4			
5 14/6	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
6 15/6	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
7 16/6	B,C,D	B,C,D	B,C,D
8 17/6	C,D	C,D	C,D
9 18/6	C,D	C,D	C,D
10			
11 20/6	D	D	D

Þegar líða tók á tímann var metið hvenær sýnatökum skyldi hætt af hverjum flokki fyrir sig. Til viðbótar við þetta var salt mælt í C rækjunni, þar eð hún var geymd í saltvatni.

Sýni til örverumælinga voru tekin í hreina plastpoka, flutt til R.f. á Akureyri og strax sáð út í viðeigandi ræktun. Sömu sýni voru notuð til pH mælinga. Sýni sem mæld voru á Rf í Reykjavík voru tekin á sama hátt, fryst við -50°C og síðar send með flugi til Reykjavíkur, þar sem þeim var komið fyrir í frysti (-70°C) þar til greining fór fram.

Skynmatið fór fram dagana 25 og 26 júní og var framkvæmt í 4 áföngum þar sem blandað var saman hinum ýmsu hópum, (A, B, C, D). Skynmatshópur Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins sá alfarið um framkvæmd þess. Rækja sem notuð var við skynmat var þídd upp í 2 -3 klst við stofuhita og síðan metin hrá, með aðferð sem þróuð hefur verið á R.f. (skv. aðferðalýsingum R.f. ). Skynmatið tók til litar, áferðar og lyktar og tóku 8 matsmenn þátt í því.

TVB-N mæling og saltmæling voru gerð skv. aðferðalýsingum R.f.

Sýrustig (pH) var mælt í hala á hrárrí rækju með hand-pH mæli. Rækjan var pilluð og mælinum þrýst beint að sverari enda halans. Tíu rækjur voru mældar í hverju sýni. Stikkprufa var tekin með 20 mælingum, en það leiddi ekki af sér lægra staðalfrávik. pH var einnig mælt hverju sinni í hakkaðri rækju með haus og skel, svo og í vökva sem tappað var af körunum. Hakk og vökvi voru mæld beint án vatnsblöndunar með Orion 520 A pH mæli og var tekið eitt sýni til mælingar hverju sinni. Ekki tókst að ná vökva sem rann úr kössunum (B flokkur).

Örverutalningar: Notuð var yfirborðssáning á Plate Count Agar (Difco) með 0,5 % NaCl til að ákvarða heildarörverufjölda. Ræktað við 15°C í 7 sólarhringa.

Yfirborðssáning á járnagar (Oxoid formula CM 867) var notuð til að ákvarða fjölda skemmdarvaldandi örvera (H<sub>2</sub>S myndandi). Ræktað við 22°C í 72 klst.

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hefur þróað áferðarmælingu með Instron mæli í tengslum við síldar- og þorskrannsóknir. Þessi aðferð var notuð á rækjuna með lítils háttar aðlögun. Rækjan var pilluð og vöðvinn hakkaður í 1 mínútu á hraða 7 í Moulinex matvinnsluvél. 25 g af hakkinu var sett í lítið form, 30 mm í þvermál og 25 mm á hæð, því lokað og síðan fryst. Sýnin voru tekin út úr frysti u.þ.b. 2 klst fyrir mælingu. Þjöppunarmælingar voru gerðar á Instron mæli model 1140. 12 stk filterpappír (Whatman nr 4) voru sett undir sýnið og 8 stk ofan á. Síðan var þjappað með 50 kg kraftsellu með hraða 50 mm/mín. Kraftur (N/m<sup>2</sup>) sem skráður við við 65% þjöppun var notaður sem mælikvarði á hörku. Einnig var vatnsheldni vöðvans mæld sem sá vökvi sem pressast út í filterpappírinn við 65% þjöppun.

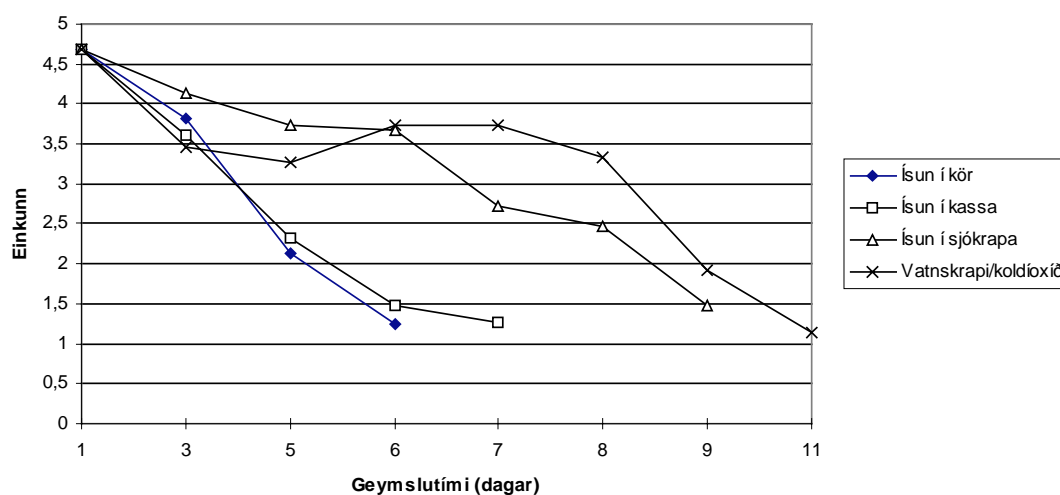
#### **4. NIÐURSTÖÐUR**

Miklar bilanir urðu á útbúnaðinum við karið með lofttegundunum. Tilraunarinnar var aðeins vitjað þá daga sem ákveðið var að taka sýni og urðu þessi frávik því veruleg. Strax á fyrsta sólarhring eftir uppsetningu (11.6.) losnaði koldíoxíðslangan frá kerfinu. Þetta var lagfært, en það sama gerðist með köfnunarefnið á 6. degi (15.6.) og var þá ekkert gert í því þar eð ekki var unnt að útvega köfnunarefni með svo skömmum fyrirvara og stýring aðstæðna þá komin svo mjög úr skorðum, að sýnt var að ekki

væri hægt að byggja á þeim niðurstöðum. Hringrásardælingin á vökvanum virkaði heldur ekki sem skyldi og flæði lofttegundanna varð ekki jafnt inn um öll horn á karinu. Reynt var að breyta afstöðunni á inndælingunni og hæð á slöngum til að jafna þetta, en það hafði ekki tilætluð áhrif. Sjálf dælan brann síðan yfir á 4. degi (13.6.) og var tekin út úr kerfinu. Bæta þurfti vatni einu sinni í karið, þar eð leit út fyrir að lekið hefði af því vatn. Koldíoxíðkútur tæmdist á 8. degi (17.6.) og var þá karinu lokað þétt. Af þessu má sjá að aðstæður við íblöndun lofttegundanna voru langt frá því að vera staðlaðar, þó sú hafi verið ætlunin í upphafi. Þann fyrirvara verður því að hafa á úrvinnslu og túlkun niðurstaðna að *D flokkurinn er rækja sem var í stöðugri snertingu við koldíoxíð og að einhverju leyti köfnunarefni, en allt í mismiklu magni við óstöðugt flæði.* Þó innflæði hafi stöðvast á tímabili, má reikna með að alltaf hafi umtalsvert magn koldíoxíðs verið uppleyst í krapanum.

#### 4.1. Skynmat

Niðurstöður skynmats eru birtar á mynd 2.



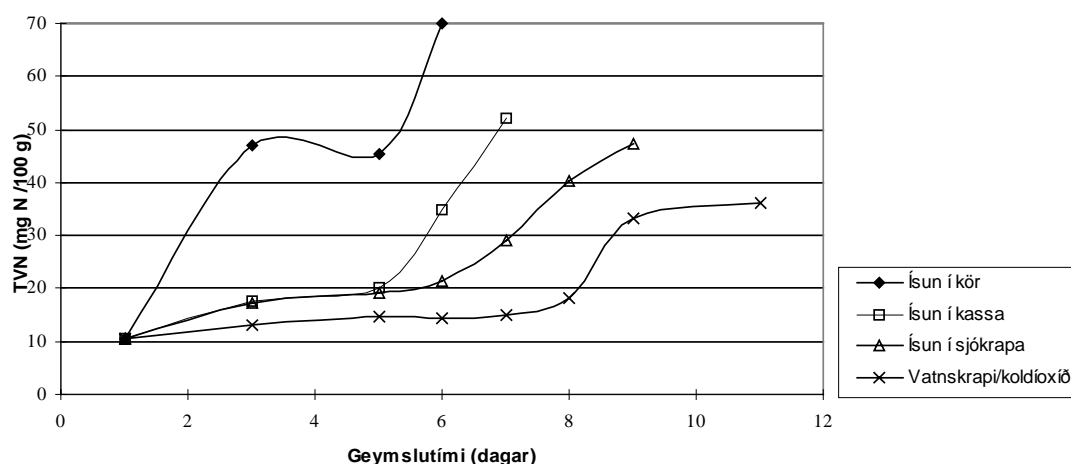
**Mynd 2.** Skynmat á hrárrí rækju, geymdri við mismunandi aðstæður.

Rækja sem geymd er í ís lækkar mun hraðar í skynmati en rækja í krapa eða krapa með CO<sub>2</sub>. Athyglisvert er að rækja í sjókrapa (C) fær hærri einkunn eftir 7 daga en

rækja í ís (A;B) fær eftir 4 daga. Rækja með koldíoxíði fær aldrei meðaleinkunn yfir 4,0 á geymslutímanum, en heldur hins vegar allgóðri einkunn í lengstan tíma.

#### 4.2. TVB-N mælingar

Mynd 3 sýnir niðurstöður TVB-N mælinga.

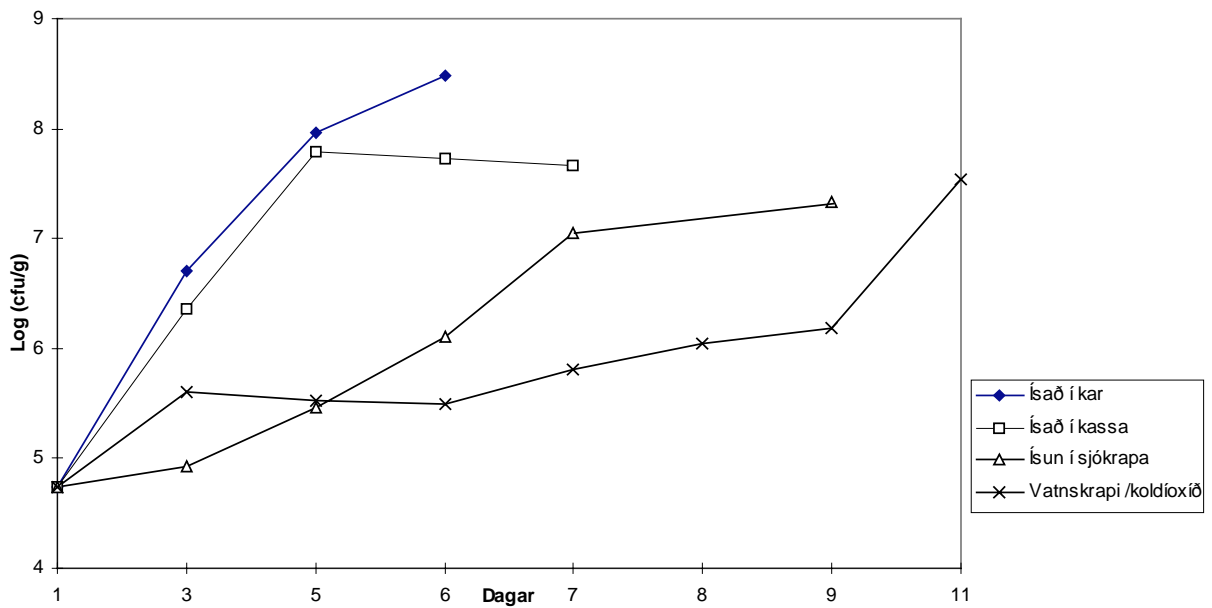


**Mynd 3.** TVN mælingar á rækju, geymdri við mismunandi aðstæður.

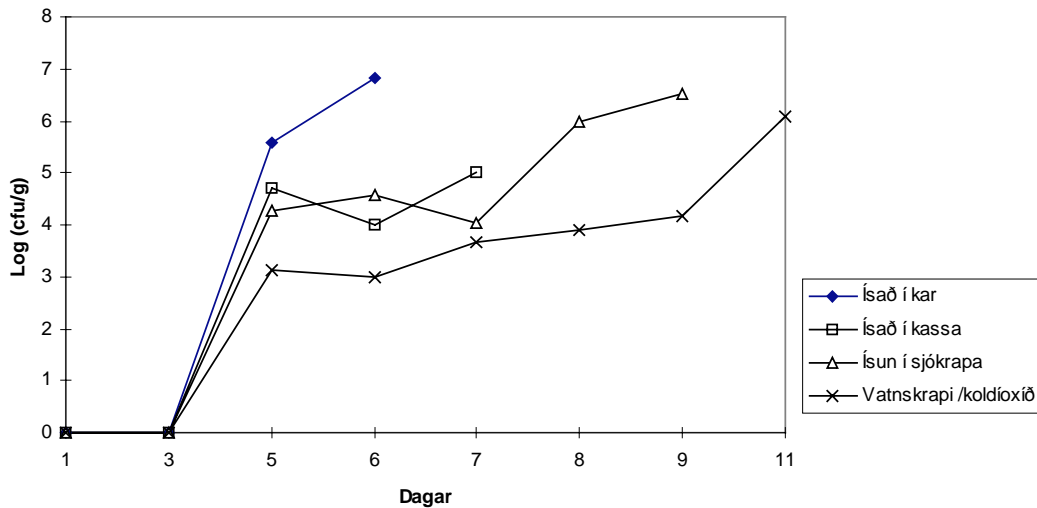
Rækjan sem er ísuð í kari sker sig þar mjög úr með mjög hátt TVN strax á þriðja degi, en þann dag fær hún 3,8 í skynmati. Hafa ber í huga að karísunin fór fram um borð í veiðiskipinu og hlutfall rækju og íss því ekki vitað nákvæmlega, en líklegt er að hlutfall íss hafi verið lægra þar en í kössunum. Að öðru leyti er samræmi í skynmati og TVN innihaldi, þ.e. rækjan fellur í skynmati á þeim tíma sem hröðunin fer af stað í TVN.

#### 4.3. Örverutalningar

Myndir 4 og 5 sýna niðurstöður örverutalninga, annars vegar heildarfjölda og hins vegar fjölda skemmdarvaldandi örvera.



**Mynd 4.** Samband heildarörverufjölda og geymslutíma í ís í rækju geymdri við mismunandi aðstæður (cfu = colony forming units).



**Mynd 5.** Samband fjölda skemmdarörvera og geymslutíma í ís í rækju geymdri við mismunandi aðstæður (cfu = colony forming units).

Fjölgun örvera er talsvert hraðari í rækju sem geymd er í ís, en þeirri sem geymd er í krpa eða krpa með koldíoxíði. Koldíoxíð virðist ekki hafa mikil áhrif á heildarfjölda fyrstu dagana, en hefur merkjanlega áhrif á fjölda skemmdarbaktería.

#### 4.4. Sýrustigsmælingar

Tafla I sýnir niðurstöður sýrustigsmælinga (pH) beint úr halavöðva. Tölurnar eru hver um sig meðaltal 10 mælinga og er staðalfrávik sýnt aftan við hvern dálk.

*Tafla I.* Breytingar á sýrustigi (pH) í halavöðva á geymslutíma.

<b>Aldur (dagar)</b>	<b>A - Ísað í kar</b>	Staðal- frávik	<b>B - Ísað í kassa</b>	Staðal- frávik	<b>C - Sjókrapi</b>	Staðal- frávik	<b>D - Krapi/ koldíoxíð</b>	Staðal- frávik
<b>1</b>	<b>7,0</b>	0,15	<b>7,0</b>	0,15	<b>7,0</b>	0,15	<b>7,0</b>	0,15
<b>3</b>	<b>7,5</b>	0,16	<b>7,6</b>	0,10	<b>7,5</b>	0,26	<b>7,4</b>	0,33
<b>5</b>	<b>7,8</b>	0,18	<b>7,9</b>	0,21	<b>7,9</b>	0,18	<b>6,9</b>	0,12
<b>6</b>	<b>8,0</b>	0,11	<b>8,1</b>	0,22	<b>7,9</b>	0,26	<b>6,8</b>	0,21
<b>7</b>			<b>8,1</b>	0,14	<b>7,9</b>	0,23	<b>7,0</b>	0,31
<b>8</b>					<b>7,9</b>	0,14	<b>6,7</b>	0,24
<b>9</b>					<b>7,7</b>	0,08	<b>6,9</b>	0,15
<b>11</b>							<b>7,6</b>	0,10

Tafla II sýnir niðurstöður sýrustigsmælinga í rækjuhakki og í vökva sem tappað var af geymsluflátunum.

**Tafla II.** Breytingar á sýrustigi (pH) í hakkaðri rækju með skel á geymslutíma.

Aldur (dagar)	A - Ísað í kar	B - Ísað í kassa	C - Sjókrapi	D - Krapi/ CO <sub>2</sub>
1	7,3	7,3	7,3	7,3
3	7,7	7,6	7,4	7,3
5	7,7	7,9	7,6	7,1
6	7,8	8,0	7,9	7,3
7	7,8		7,9	7,4
8			7,8	7,1
9			7,6	7,1
11				7,3

pH hækkar á geymslutímanum, eins og búast má við vegna niðurbrots og myndunar basískra efna. Sýrustigið hækkar úr rúmlega 7 og upp í 8 á þeim tíma sem það tekur rækjuna að eyðileggjast. Þess ber að gæta að meltingarfæri og magainnihald fylgir með í hakkinu, sem er sennileg orsök ívið hærri gilda í hakki miðað við vöðva, fyrstu dagana. pH er alltaf lægst í koldíoxíðrækjunni, þar sem kolsýran lækkar sýrustigið.

#### 4.5. Mælingar á hitastigi

Hitastigsferlar í geymsluflátum eru birtir í viðauka (myndir V1-V4) og einnig lofthiti í móttökunni, þar sem rækjan var geymd (mynd V-5).

Athyglisverðustu atriðin varðandi hitastigið eru:

- Hitastig í rækju sem ísuð er í kar er aldrei lægra en +1°C og hækkar jafnt og þétt yfir geymslutímann. Rækjan í þessu kari var ísuð um borð í veiðiskipinu og sést glögg að sú ísun nær ekki að halda hitastiginu viðunandi lágu.
- Mikill munur er á hitastigsferlunum í kössunum tveimur. Hitinn nær að stíga talsvert í kassanum sem er efst í staflanum og lækkar síðan þegar ís er bætt í. Frá upphaflegri ísun tekur það B4 aðeins rúman sólarhring að komast aftur yfir 0°C, en B2 hins vegar um 4 sólarhringa. Sama hlutfall íss og rækju var í kössunum.

- Hitastigið í sjókrapanum helst undir 0°C fram á 6. dag en hækkar þá jafnt og þétt upp í 2,5 °C og tengist það umhverfishitanum. Hitastig í sjókrapanum helst jafnast og lægst.
- Hitastig í vatnskrapa með koldíoxíði sveiflast meira en í sjókrapanum, en er þó undir 2°C lengst af fyrstu 6 dagana. Eftir það fer hitinn allt upp í 6°C. Vatn lak af karinu, svo bæta þurfti í það oftar en einu sinni og hefur það vafalaust átt sinn þátt í hitasveiflunum.
- Umhverfishitinn hækkar mjög mikið á áttunda geymsludegi en er undir 10°C fram að því. Þetta má rekja til þess að kæling var tekin af móttökunni, þar eð engin vinnslurækja var þar, (3 vinnufrídagar). Hitinn nálgast 30°C þegar mest var.

#### 4.6. Áferðarmælingar

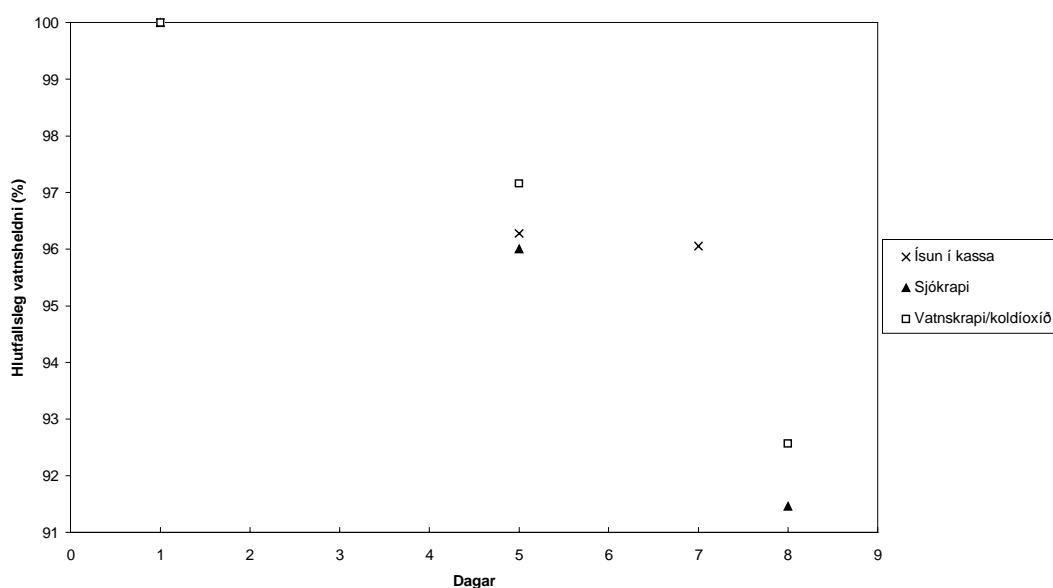
Við áferðarmælingar á rækjunni var sýnið hakkað og við það eyðileggst vöðvauppbygging rækjunnar. Þessi aðferð hefur þó verið notuð fyrir t.d. síld og þorsk, en aðeins til að fá samanburð milli sýna. Breytileiki í rækju er þó meiri milli einstaklinga þar sem hver rækja er svo lítil, ( nokkur hundruð í kg), og þarf því töluvert magn til þess að fá upp í nokkur sýni. Í þessari tilraun var ekki notast við eina stærð af rækju og þess vegna er blandað saman bæði litlum og stórum rækjum. Það reyndist því ekki mögulegt með þessari aðferð að fylgjast með áferðarbreytingum í rækjunni við mismunandi aðferðir. Staðalfrávik reyndist einfaldlega of hátt fyrir sum sýnin og skekkti þar með heildarmyndina. Það sem mátti þó lesa út frá þessum mælingum er eftirfarandi:

Hámarksgeymslutími rækju fyrir vinnslu hefur oft verið talinn 5 dagar. Fyrir 5 daga gamla rækju í tilrauninni er enginn marktækur munur á þeim krafti sem þarf til þess að þjappa rækjuna 65%. Þetta styður þær niðurstöður skynmats að með koldíoxíði og sjókrapa megi lengja geymsluþolið um einhverja daga, en sú rækja fær ekki hærri einkunn en rækja sem hefur verið ísuð á hefðbundinn hátt innan þess tíma. Eftir það má hins vegar greina breytingar. Eftir 8 daga geymslu þarf töluvert minni kraft til 65 % þjöppunar á sjókraparækju, en á rækju sem geymd hefur verið í krapa með koldíoxíði. Þó ekki hafi tekist með vissu að segja hvort þær breytingar séu marktækar,

væri áhugavert að skoða nánar þær áferðarbreytingar sem eiga sér stað við geymslu á rækju, en til þess þyrfti að staðla þessa aðferð betur.

#### 4.6.1. Vatnsheldni rækju við geymslu

Vatnsheldni rækjunnar var athuguð um leið og rækjan var þjöppuð 65%. Vatnsheldni rækjunnar er hér skilgreind sem sá raki sem pressast út við 65% þjöppun. Niðurstöður þeirra mælinga eru sýndar á mynd 6.



**Mynd 6.** Breytingar í vatnsheldni rækju við mismunandi geymsluaðferðir.

Vatnsheldnin er skráð sem hlutfallssamanburður. Dagsgömul rækja er sett sem 100 og aðrar stærðir reiknaðar út frá því. Vatnsheldnin er svipuð í öllum flokkum á 5. degi en eftir það pressast meira vatn úr rækju í sjókrapa eða vatnskrapa/koldíoxíði í samanburði við þá ísuðu.

## 5. UMFJÖLLUN OG ÁLYKTANIR

Eins og getið var um í inngangi hafa eldri rannsóknir á R.f. sýnt að rækja geymist í 5 daga í ís, en með góðri meðferð megi lengja geymsluþolið um allt að 2 daga í viðbót. Niðurstöður þessarar tilraunar styðja þetta, en sýna einnig að aukinn styrkur koldíoxíðs í umhverfi rækju eykur geymsluþolið verulega, eða upp í ca. 8 daga og koldíoxíðið hefur greinilega mjög hamlandi áhrif á örveruskemmdir. Hins vegar

má sjá af skynmati, að rækja úr koldíoxíðkrapa fær ekki afgerandi háa einkunn, þó gæði hennar haldist stöðugri. Með fyrirvara um galla í stýringu aðstæðna má því segja að það markmið að halda upphafsgæðum í lengri tíma, náist ekki með notkun koldíoxíðs.

Á hinn bóginn er athyglisvert að skoða sjókrapakælingu nánar sem geymsluaðferð. Samkvæmt niðurstöðum tilraunarinnar haldast upphafsgæði best í rækju í sjókrapa og hitastig helst lágt í langan tíma án þess að ís sé bætt við. Í seinni hluta tilraunarinnar breyttist umhverfishitastig mjög til hins verra og mjög óeðlilegar aðstæður sköpuðust. Eftir að það gerðist hrapaði sjókraparækjan nokkuð skyndilega í gæðum skv. öllum mælingum, en ísaða rækjan var þá þegar orðin óhæf. Ekki er ólíklegt að hitabreytingin hafi hraðað skemmdum og kraparækjan hefði jafnvel getað haldist vinnsluhæf lengur. Nauðsynlegt er hins vegar að gera vinnslunýtingartilraunir með rækju úr sjókrapa áður en fullyrt er nokkuð um þessa geymsluaðferð, þar eð nýting er afar mikilvægur þáttur í rækjuvinnslu. Aðferðin verður því ekki fýsileg, stuðli hún að lélegri nýtingu. Salt var mælt sex sinnum í sjókraparækjunni á geymslutímanum og auk þess áður en hún fór í karið, (viðmiðunarsýni). Ekki var marktækur munur á mælingunum, sem voru á bilinu 0,3 - 0,8 % salt. Samkvæmt því er ekki að sjá að saltupptaka sé vandamál við þessa geymsluaðferð.

Ísun í kassa og kör virðast vera svipaðar geymsluaðferðir, en vandleg ísun skiptir mestu máli. Í tilrauninni var notað rækjukar sem ísað var í um borð í veiðiskipi og kom í ljós að eftir fyrsta sólarhringinn var hitastig í karinu lægst +1°C og fór síðan jafnt og þétt hækkandi, en það er ófullnægjandi kæling. Þetta væri tilefni nánari athugunar.

Niðurstöður pH mælinganna voru nokkuð athyglisverðar í ljósi þess að áhugi á pH í rækju sem gæðavísi fer vaxandi. Breytingar í pH yfir geymslutímann koma í sjálfu sér ekki á óvart, rækja fer úr ca pH 7,0-7,2 upp í ca 8,0. Staðalfrávik mælinga í rækjuvöðva er hins vegar hátt og veikir nokkuð forsendur til að nota einfaldar pH mælingar sem mælikvarða á gæði, þannig að rækjan “falli” niður um flokk við 0,1 hækkun í pH. Í því sambandi gæti verið athyglisvert að skoða í samhengi daglegar pH mælingar þar sem þær eru framkvæmdar í verksmiðjum og vinna nánar úr þeim.

Niðurstöður vatnsheldnimælinga styðja það sem áður hefur verið sagt að enginn sérstakur munur sé á rækjunni innan 5 daga. Hins vegar minnkaði vatnsheldnin hratt í rækju geymdri í sjókrapa eða í krapa með koldíoxíði, meðan

vatnsheldni í rækju sem ísuð hafði verið á hefðbundinn hátt var um það bil sú sama. Var þessi munur marktækur. Ekki er ljóst hvaða ástæður liggja þar að baki, en rækja sem geymd er í einhvers konar vatnsblöndu dregur þó sennilega frekar í sig vatn, en ísuð rækja. Vatnsinnihald rækjunnar var ekki mælt né gerðar nýtingarathuganir og því ómögulegt að segja til um hvaðan þetta vatn kemur, eða hvort það geti aukið nýtingu, eða jafnvel minnkað hana.

Það eru gömul og ný sannindi að geymsluþol á rækju sem og öðrum viðkvæmum matvælum stendur og fellur með þeirri meðferð sem hún fær og er þar ekki síst átt við nóga og óslitna kælingu. Niðurstöður þessarar tilraunar eru hér engin undantekning. Frekari rannsóknir á þessu sviði auk þess sem getið er að ofan ættu einnig að beinast að fleiri meðferðarþáttum, svo sem góðum þvotti og jafnvel hausun á rækjunni. Að lokum verða niðurstöður tilraunarinnar dregnar saman í eftirfarandi ályktanir:

- Geymsluþol hrárrar rækju má lengja með sjókrapa eða koldíoxíðnotkun.
- Áhugavert er að rannsaka betur sjókrapa sem geymsluaðferð fyrir hráa rækju. Þá þyrfti að fylgjast með vatnsinnihaldi á geymslutíma og gera vinnslunýtingartilraunir.
- Rækja geymist álíka lengi, hvort sem hún er ísuð í kassa eða kör.
- Nærvera koldíoxíðs eykur geymsluþol rækjunnar verulega, en gæðin eru ekki framúrskarandi.
- pH mælingar eru ekki einfaldur mælikvarði á gæði rækju.

## 6. HEIMILDIR

Aanesen, J. (1986). Lagring og pilling av ferske reker. Kandidatsopgave. Institutt for fiskerifag, Universitetet i Tromsø.

Angel, S., Basker, D., Kanner, J. and Juven B.J.(1981) Assessment of shelf life of fresh water prawns stored at 0°C.  
J. Food technology, volume 16, 357-366

Angel, S., Winberg, Z.G., Juven, B.J. and Lindner, P.(1985) Quality changes in the fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice.  
J. Food technology, volume 20. 553-560

Barnett, H.J., Nelson, R.W., Hunter, P.J., Groninger, H., (1978) Use of Carbon Dioxide Dissolved in Refrigerated Brine for the Preservation of Pink Shrimp (*Pandalus* spp.). Marine Fisheries Review, Vol. 40, No 9, 24-28.

Bjarnastein, C. (1993). Kogte, pillede rejer (*Pandalus borealis*). Bakteriologiske forandringer under bearbejdning. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 37. Rit.

Emilía Martinsdóttir, Alda Möller (1983). Gæðaeinkenni rækju eftir mislanga geymslu í ís. Niðurstöður tilrauna á R.f. í nóvember 1983 (ljósrít).

Finne, G. (1982). Enzymatic Ammonia Production in Penaeid Shrimp Held on Ice. *In* Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products ,ed.: Roy E Martin,, G. J. Flick, C. E., Hebard and D. R. Ward. p 323-331. Westport, AVI Publishing Co.

Guðmundur Stefánsson, Grímur Valdimarsson (1982). Geymsla á ferskum fiski. Þökkun fiskflaka í koldíoxíð. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 3. Rit.

Gram, L., Trolle, G., Huss, H.H. (1987). Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0°C) and high (20°C) temperatures. Int. J. Food Microbiol. 4 (1987) 65-72.

Greve, S., Andersen, E.M. (1995). Modified atmosphere storage of fresh shrimps boiled at sea. Optimization of gas mixture. Danish Institute for Fisheries Technology and Aquaculture.

Greve, S. (1994). Pakning af ferske søkogte skalrejer i modificeret atmosfære. Dansk institut for fiskeriteknologi og akvakultur.

Grímur Valdimarsson (1982). Geymsla á ferskum fiski. Kæling með sjó eða vatni. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 4. Rit.

Hallur Viggósson (1986). Koking og pilling av reker. Kandidatsopgave. Institutt for fiskerifag, Universitetet i Tromsø.

Høegh, L. (1989) Dybhavsrejer I-III.  
Særtryk fra FISKER-BLADET.

Lee, C.M., Whiting, R.C. and Jenkins, R.K.(1987). Texture and sensory evaluations of frankfurters made with different formulations and processes  
Journal of food science- volume 52, no.4. 896-900.

Nip, W. K., Moy, J.H. and Tzang, Y.Y.(1985) Effect of purging on quality changes of ice-chilled freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*.  
J. Food technology volume 20 , 9-15.

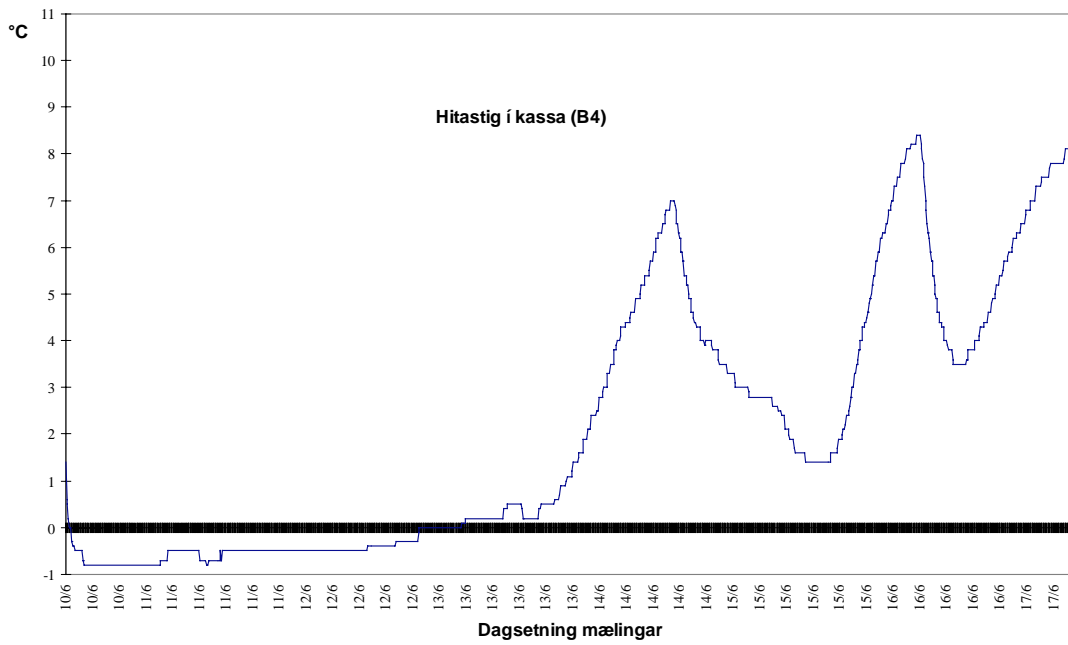
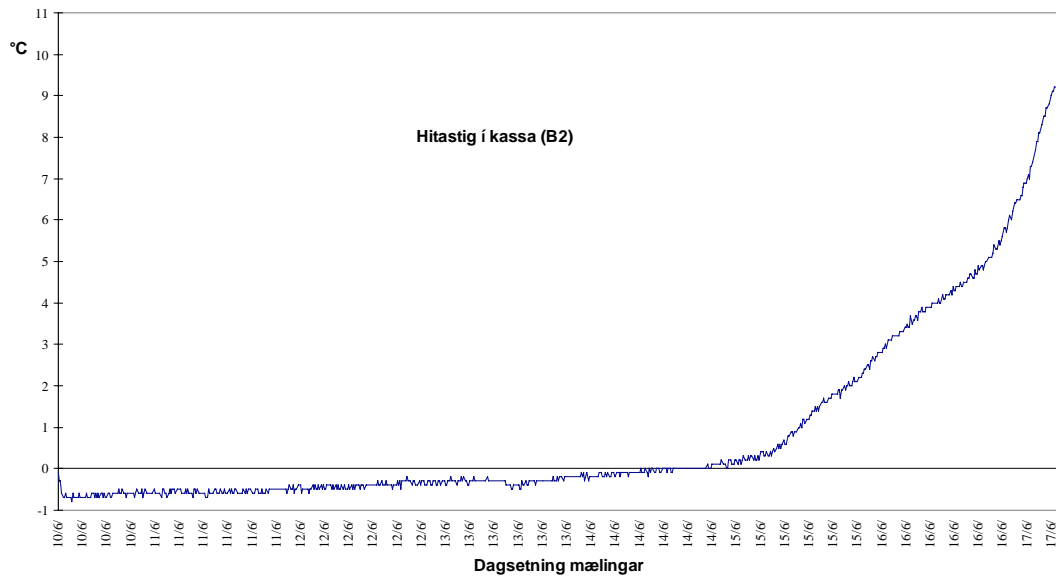
Nip, W. K. and Moy, J.H.(1988) Microstructural changes of ice-chilled and cooked freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*.  
J. of food science-volume 53. No.2. 319-322.

Unnur Steingrimsdóttir (1996). Vöruþróun í rækjuiðnaði. Erindi flutt á fundi faghóps R.f. um rækju og skelfisk í febrúar 1996.

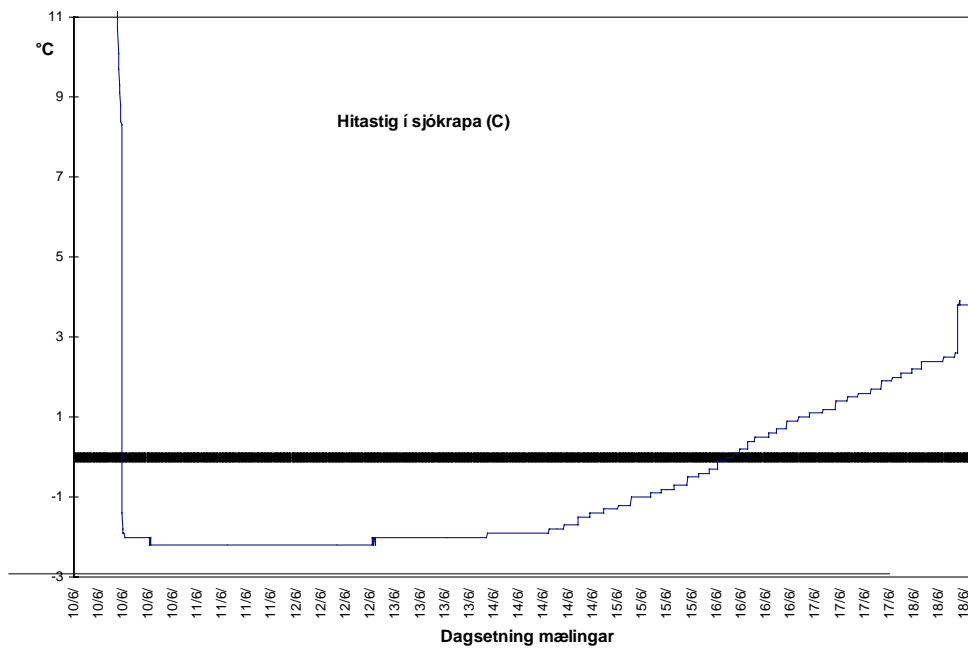
Útvegur 1995. Fiskifélag Íslands, maí 1996.

Yoon, K.S. and Lee, C.M.(1990). Effect of powdered cellulose on the texture and freeze-thaw stability of surimi-based shellfish analog products.  
Journal of food science-volume 55, no.1 87-91.

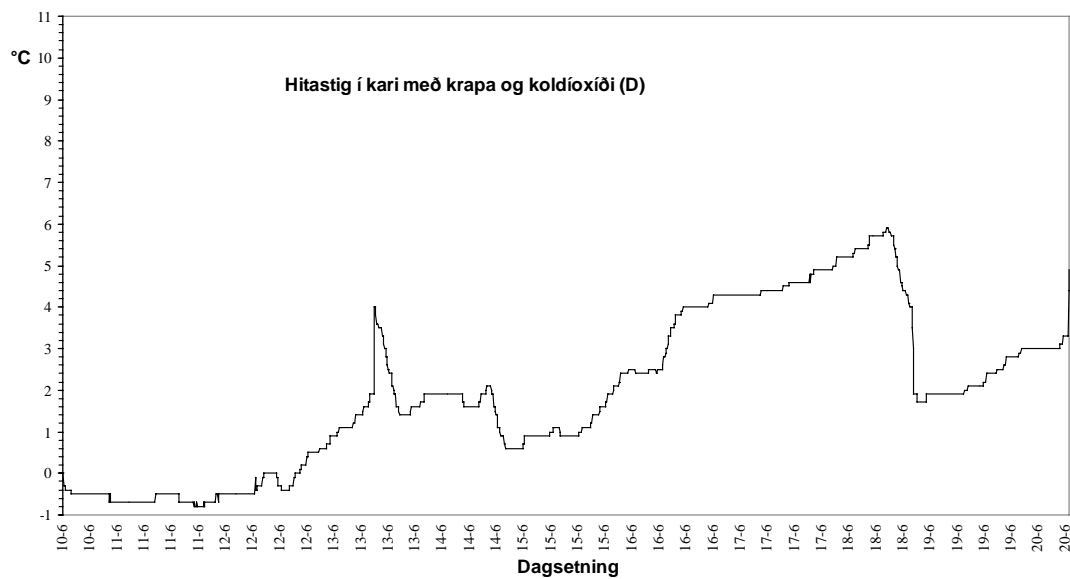




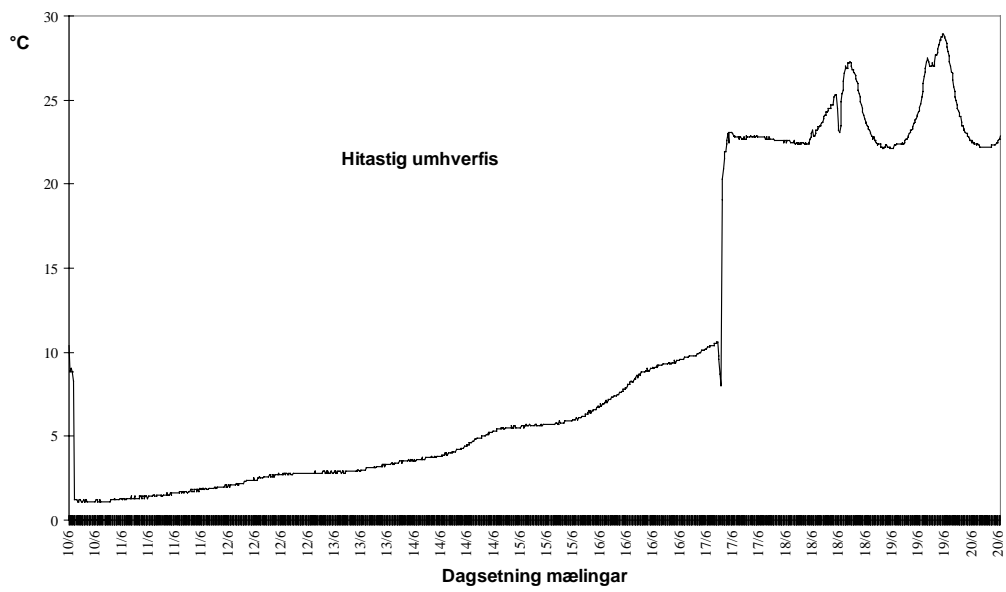
**Mynd V-2.** Hitastigsbreytingar í rækju ísaðri í kassa á geymslutíma.



**Mynd V-3.** Breytingar á hitastigi í rækju í sjókrapa á geymslutíma.



**Mynd V-4.** Breytingar á hitastigi í rækju í krapa með koldíoxíði á geymslutíma.



**Mynd V-5.** Breytingar á umhverfishitastigi á geymslutíma.