



Titill / Title		<i>Geymsluþol á rækju í loftskiptum umbúðum / Shelf life of shrimp in modified atmosphere package (MAP)</i>	
Höfundar / Authors		<i>Helga R. Eyjólfssdóttir / Arnheiður Eyþórsdóttir</i>	
Skýrsla Rf/IFL report	14 - 97	Útgáfudagur / Date:	13. júní 1997
Verknr. / project no.	1311		
Styrktaraðilar / funding:		<i>Knarrareyri, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Ísaga</i>	
Ágrip á íslensku:		<p>Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður geymsluþolstilraunar sem framkvæmd var í apríl 1997. Nýveiddri rækju var pakkað í loftskiptar umbúðir með mismunandi hlutföllum af CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>. Til viðmiðunar var rækju pakkað við andrúmsloft. Fylgst var með eftirfarandi þáttum í rækjunni á geymslutímanum: örveruvexti; TVN myndun; sýrustigs- og vökvamyndun. Auk þess var rækjan metin hrá og soðin í skynmati og fylgst með breytingum á CO<sub>2</sub> magni í pokunum. Helstu niðurstöður eru þær að:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rækja sem geymd er í loftskiptum umbúðum hefur lengra geymsluþol en rækja sem geymd er í ís. Hún heldur einnig rauða litnum betur.</li> <li>• Miðað við góða ísun er hér eingöngu um 1-2 daga að ræða.</li> <li>• Koldíoxíð hemur örveruvöxtinn, en ekki niðurbrot vegna ensíma.</li> <li>• Magn koldíoxíðs hefur áhrif á lengd geymsluþolsins og því meira koldíoxíð (upp að 80%) því lengra geymsluþol.</li> <li>• Vegna sýrustiglækkunar versna m.a. vatnsbindieiginleikar rækjunnar og hún gefur frá sér vökva. Á geymslutímanum myndast því dökkleitur vökvi í pokanum sem gerir það að verkum að ekki er hægt að pakka beint í neytendaumbúðir.</li> </ul> <p>Á grundvelli þessarar rannsóknar er ekkert sem bendir til þess að hagkvæmt sé að taka upp slíkar geymsluaðstæður til þess að auka geymsluþol ferskrar rækju í skel. Nauðsynlegt er að finna leið til þess að draga verulega úr ensímvirkninni, í vöðva, eða stöðva hana alveg.</p>	
Lykilorð á íslensku:		<i>rækja, koldíoxíð, atmosfære, geymsluþol</i>	
Summary in English:		<p>This report describes an experiment, performed in April 1997. Freshly caught shrimp were packed in modified atmosphere with different proportion of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>. The following parameters were measured in the shrimp during storage: Microbial growth; total volatile nitrogen (TVN); pH and drip. Sensory evaluation of raw and cooked shrimp were also performed and the changes in CO<sub>2</sub> during the storage were observed</p> <p>The results can be summarised by the following conclusions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shrimp stored in modified atmosphere has a longer shelf life than shrimp stored on ice. The shrimp also retains better the red colour.</li> <li>• CO<sub>2</sub> can minimise the microbiological growth, but not damages caused by tissue enzymes.</li> <li>• the amount of CO<sub>2</sub> used has an effect on the shelf life and the more the CO<sub>2</sub> (up to 80%) the longer the shelf life</li> <li>• Because pH lowers during storage in modified atmosphere, the water binding quality of the shrimp can decrease and as a result the drip increases. During the storage time the shrimp therefore develops a dark fluid and cannot be packed directly for consumption.</li> </ul> <p>Conclusion based on these results is that it is not practicable to use these storage methods in order to increase the shelf life. It is necessary to find a way to inactivate the tissue enzymes.</p>	
English keywords:		<i>shrimp, carbon dioxide, atmosphere, shelf life</i>	

## EFNISYFIRLIT

1.	Inngangur.....	2
2.	Bakgrunnur- fræði .....	2
3.	Efni og aðferðir.....	3
3.1.	Hráefni .....	3
3.2.	Uppsetning og tilhögun tilrauna .....	3
3.3.	Sýnataka.....	5
3.4.	Mæliaðferðir .....	5
4.	Niðurstöður .....	6
4.1.	Skynmat .....	6
4.2.	Efnamælingar.....	8
4.3.	Örverumælingar.....	9
4.4.	Sýrustigsmælingar .....	11
4.5.	Vökvamyndun við geymslu .....	12
4.6.	Breyting í koldíoxíði á geymslutímanum .....	13
5.	Samantekt .....	14
6.	Heimildir.....	15
7.	Viðauki A. Einkunnarskali fyrir skynmat á rækju.....	17
8.	Viðauki B. Niðurstöður efna- og örverumælinga.....	20

## 1. INNGANGUR

Í byrjun mars 1997 barst stofnuninni fyrirspurn frá fyrirtækinu Knarrareyri á Húsavík um það hvort notkun koldíoxíðs við þökkun á ferskri hrárri rækju myndi lengja geymsluþolið. Þar sem engar rannsóknir þar að lútandi höfðu verið framkvæmdar hérlendis og þetta þótti áhugavert verkefni var ákveðið að setja af stað tilraunir til þess að athuga áhrif mismunandi magn koldíoxíðs við þökkun á geymsluþol ferskrar rækju í skel. Verkefnið var framkvæmt í apríl 1997 og var fjármagnað af Knarrareyri, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Ísaga.

## 2. BAKGRUNNUR- FRÆÐI

Rækja (*Pandalus borealis*) er krabbadýr og er skel hennar gerð úr kítini, kalki og próteini. Skelin sjálf 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. Efnasametning rækjuholds er svipuð og í mögrum fiski, eða vatn um 80% vatn, prótein um 18% og fita, aska og kolvetni um 2%. Einkennandi fyrir vöðva rækju er töluvert hátt hlutfall vatnsleysinna sameinda, en þau hafa mikil áhrif á bragðið. Þar sem þetta eru vatnsleysanleg efni skolast þau einnig fljótt burt eftir dauða rækjunnar og tapast því bragðgæðin hratt.

Skemmdarferli rækjunnar er sambland af örveru- og efnabreytingum. Köfnunarefnissambönd myndast fyrir tilstilli ensíma úr meltingarvegi og holdi og af völdum örvera. Ensímvirknin er mest fyrstu dagana en eftir því sem lengra líður eykst örverufjöldinn og við geymslu í 3-5 daga í ís eru skemmdaráhrifin orðin töluverð og komið ammoníaksbragð- og lykt af rækjunni. (Høegh 1989, Emilía Martinsdóttir og Alda Möller 1983). Margir efnafræðilegir þættir hafa verið notaðir sem gæðabreytur þegar fylgst er með skemmdarferli rækjunnar, t.d. breytingar á sýrustigi (Høegh 1989) TMA (Emilía Martinsdóttir og Alda Möller 1983) og TVB-N (Cobb et al. 1974 Arnheiður Eypórsdóttir og Helga Eyjólfsdóttir 1997). Vanderzant et al. (1973) fann að stærsti hluti af TVB-N (total volatile nitrogen) væri ammoníak og þó að örverur standi fyrir stórum hluta þess myndast einnig ammoníak við niðurbrot ensíma. Gunnar Finne (1982) sýndi fram á að í byrjun skemmdarferlis hefði ammoníaksframleiðsla af

völdum ensíma mikil áhrif og væru það aðallega tvö ensímkerfi sem sæju um það, eitt sem er mjög virkt við sýrustig kringum 6,0 og annað við 8,4. Frekari ensímraðsóknir leiddu svo í ljós að góð fylgni var á milli hækkunar á TVB-N, skynmati og ensími sem kallst AMP deaminasi, en það er ensím sem finnst í vöðva rækjunnar.

Reynt hefur verið að hægja á þessu skemmdarferli með ýmsum aðferðum, t.d. með notkun á sjókrapa (Arnheiður Eypórsdóttir og Helga Eyjólfsdóttir 1997, Barnett o.fl. 1978) og með því að dæla koldíoxíð í kraba / ísvatn (Aansen, J. 1986, Barnett o.fl. 1978, Arnheiður Eypórsdóttir og Helga Eyjólfsdóttir 1997). Eins og sagt var í upphafi hafa engar rannsóknir varðandi geymslu á hrárri ferskri rækju í loftskiptum umbúðum verið gerðar á Íslandi. Hins vegar hafa nýlegar danskar rannsóknir sem gerðar voru með soðna rækju bent til þess að hægt sé að lengja geymsluþolið með því að pakka soðinni ferskri rækju í skel í loftskiptar umbúðir (Greve, S. 1994 og Greve, S. og Andersen, E.M. 1995). Vitað er að koldíoxíð verkar hamlandi á örveruvöxt (Guðmundur Stefánsson og Grímur Valdimarsson 1982), en ekkert er hins vegar vitað um það hvort það hægi jafnframt á ammoníaksmyndun sem verður af völdum ensíma.

### **3. EFNI OG AÐFERÐIR**

#### **3.1. Hráefni**

Rækja sem veidd var austur af Flatey (á 110 faðma dýpi) á Skjálfandaflóa þann 9. apríl kl. 14.30-15.00, 1997, var strax sett í ónotaða svarta plastpoka með ís og síðan í plasttunnur og lokað vel. Allt var þetta gert um borð í viðkomandi bát, þannig að engin tvíþökkun átti sér stað. Rækjan var síðan send með flugvél frá Húsavík klukkan 18.45 umræddan dag. Hún var vel kæld allan flutningstímann.

#### **3.2. Uppsetning og tilhögun tilrauna**

Rækjam kom til Rf um kl. 21 og var þá tekin smám saman úr pोकanum og allur ís tekinn frá. Þó rækjan hafi ekki verið búin að liggja lengi í pोकanum, var ísinn þó aðeins farinn að bráðna. Því reyndist ekki unnt að pakka rækjunni alveg þurri. Rækjunni var síðan pakkað í plastpoka og er uppsetning tækjabúnaðar sýnd á mynd 1.



*Mynd 1.* Uppsetning tækjabúnaðar sem notaður var við pökkun. Mixer til að blanda koldíoxíð og köfnunarefni, pökkunarvél og gasmælir til þess að mæla samsetningu gasblöndunnar.

Koldíoxíð og köfnunarefni var blandað með mixer í nokkrum hlutföllum og var samsetning gasblöndunnar athuguð með gasmæli áður en henni var dælt í pokana. Pokunum var síðan komið fyrir í pökkunarvél Super vac GK 166 K/G, þeir lofttæmdir, dælt í þá gasblöndu og síðan lokað fyrir. Gasmagnið í pokunum var um það bil 1,5 l á móti 1 l af rækju og var rækjunni pakkað í plastpoka af gerðinni Riloten / X Conovac 40 / 75, stærð 250 mm x 350 mm. Í hvern poka voru sett 470 - 480 g af rækju í skel. Eftirfarandi geymsluflokkar voru settir upp:

**Flokkur A:** 50% koldíoxíð og 50 % köfnunarefni.

**Flokkur B:** 20% koldíoxíð og 80 % köfnunarefni.

**Flokkur C:** 80% koldíoxíð og 20 % köfnunarefni.

**Flokkur D:** Andrúmsloft.

Pökkunin fór fram innan 12 klst frá því að rækjan var veidd og voru pakkarnir lagðir milli íslaga í fiskbakka. Geymsluhitastigið var 0°C og voru pokarnir huldur ís allan tímann.

### 3.3. Sýnataka

Fylgst var með rækjunni á geymslutímanum með efnamælingum (TVB-N), örverumælingum (heildarörverufjölda, fjöldi skemmdarörvera og mjólkursýrugerla), sýrustigs-mælingum, skynmati og vökvamyndun. Einnig var fylgst með breytingum á koldíoxíði í pakkningunum. Hver mælipunktur byggir á meðaltali þriggja eða fleiri mælinga. Tekin voru sýni eftirfarandi daga:

Dagsetn.	TVB-N	Örverumæl /pH.	Skynmat	Vökvamyndun	Gasblanda
10.4. '97	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
14.4. '97	A,B,C,D	A,B,C,D	C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
16.4. '97	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
17.4 '97	A,B,C,D	A,B,C,D		A,B,C,D	A,B,C,D
18.4 '97	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D	A,B,C,D
21.4. '97	A,B,C	A,B,C		A,B,C	A,B,C

### 3.4. Mæliaðferðir

Efna- og örverumælingar voru framkvæmdar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins í Reykjavík og var sama sýnið notað fyrir allar mælingarnar.

Yfirborðssáning á járnagar (Oxoid formula CM 867) var notuð til að ákvarða heildarörverufjölda. Fjöldi skemmdarvaldandi örvera ( $H_2S$  myndandi) var metinn sem sá hluti heildarfjöldans sem myndar svartar  $H_2S$  útfellingar á járnagarnum. Ræktað var við  $15^\circ C$  í 5 daga.

Yfirborðssáning á MRS-S agar (Lactobacilli MRS broth með 15 % agar og 0,2 % sorbat) var notuð til að ákvarða fjölda mjólkursýrubaktería. Ræktað var við loftfirrðar aðstæður við  $30^\circ C$  í 2-3 daga.

TVB-N var mælt samkvæmt aðferðalýsingum efnastofu R.f. (N. Antonacopulus).

Sýrustig var mælt í hakkaðri rækju með Orion 520 A. sýrustigsmæli.

Samsetning lofttegunda í pokunum var mæld með gasmæli frá PBI-Dansensor A/S, combi check 9800-1. Stungið var á pokana með nál, en til þess að halda gatinu alveg þéttu var silikon biti fyrst límduð á pokana. Um leið og stungið var á poka sogaðist

gasblandan upp í gegnum filter með gatastærðina 1 $\mu$ . Á skjá var síðan fylgst með hlutfallslegu magni koldíoxíðs, súrefnis og köfnunarefnis (vol %).

Áður en sýni voru send til efna- og örverumælinga var mælt magn vökva í pokanum, með því að hella vökvanum úr pokanum og vigta með 0,1 g nákvæmni.

Skynmat var framkvæmt á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og var rækjan metin í tvennu lagi. Í fyrsta lagi var hún metin hrá og var aðal áhersla lögð á lyktina. Í öðru lagi var rækjan gufusoðin í nokkrar mínútur og metin áferð, bragð o.fl. Lýsingu á skynmati er að finna í viðauka A.

## 4. NIÐURSTÖÐUR

### 4.1. Skynmat

Rækjan var flokkuð hrá, ópilluð og soðin eftir gæðaflokkunarskala þar sem einkennum útlits, lyktar og bragðs er lýst, sjá viðauka B. Flokkunin er ágætt (einkunn 5), gott (einkunn 4), sæmilegt (einkunn 3), varhugavert (einkunn 2) og óhæft (einkunn 1). Sú rækja sem flokkast eða fær einkunn 3 eða hærrí (ágætt, gott, sæmilegt) telst vinnsluhæf. Átta til tíu dómara tóku þátt í skynmatinu og voru sýnin dulmerkt fyrir þeim þannig að aldur og meðhöndlun sýna kom ekki fram. Rækja fryst eftir veiði var notuð sem staðalsýni og var það metið fjórum sinnum. Tvö sýni voru metin einu sinni, en öll önnur sýni voru metin tvisvar. Niðurstöður í töflu 1 og 2 eru meðaltöl skynmats tveggja sýna þar sem það á við. Niðurstöður hvers skynmats eru meðaltal einkunna dómara.

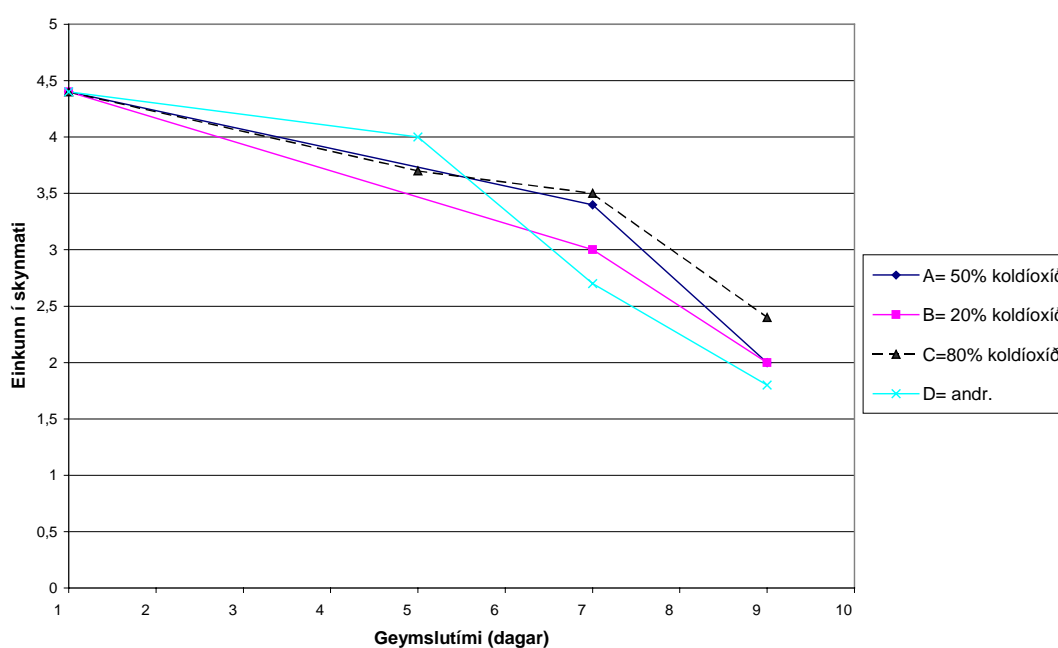
*Tafla 1.* Niðurstöður skynmats á hrárrí ópillaðri rækju

Flokkur	Dagur 1	Dagur 5	Dagur 7	Dagur 9
A	3,9-4,4		3,4	2,0
B	3,9-4,4		3,0	2,0
C	3,9-4,4	3,7	3,5	2,4
D	3,9-4,4	4,0	2,7	1,8
	3,9-4,4			

**Tafla 2.** Niðurstöður skynmats á soðinni pillaðri rækju

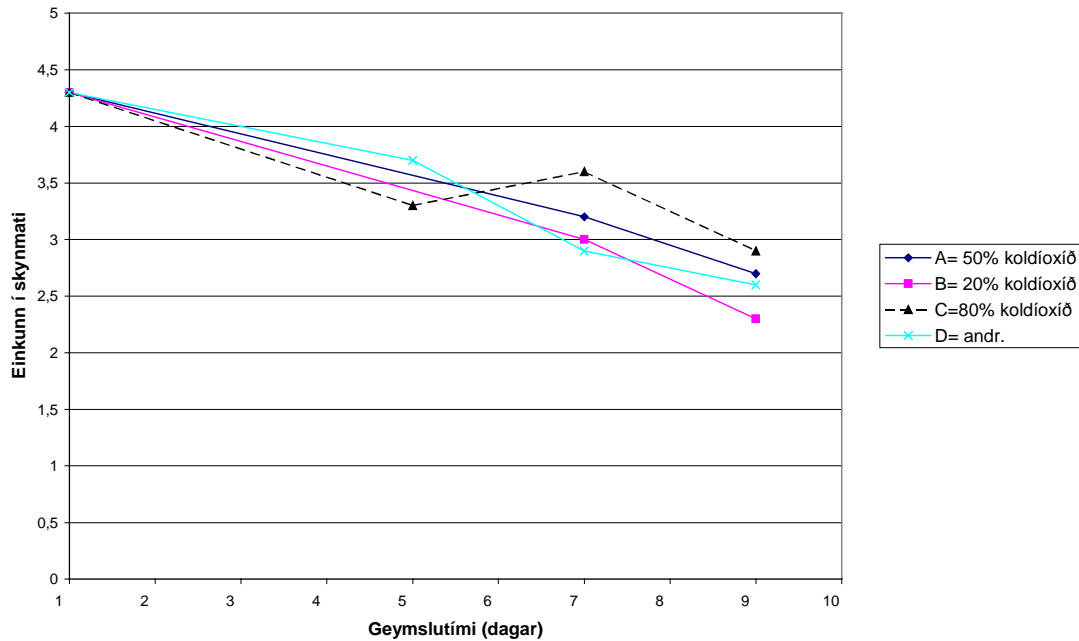
Flokkur	Dagur 1	Dagur 5	Dagur 7	Dagur 9
A	3,7-4,3		3,2	2,7
B	3,7-4,3		3,0	2,3
C	3,7-4,3	3,3	3,6	2,9
D	3,7-4,3	3,7	2,9	2,6

Niðurstöður skynmats fyrir hráa rækju eru birtar á mynd 2 og niðurstöður skynmats fyrir soðna rækju eru birtar á mynd 3.



**Mynd 2.** Skynmat á hrárri ópillaðri rækju sem geymd er við 0°C í mismunandi loftblöndum.





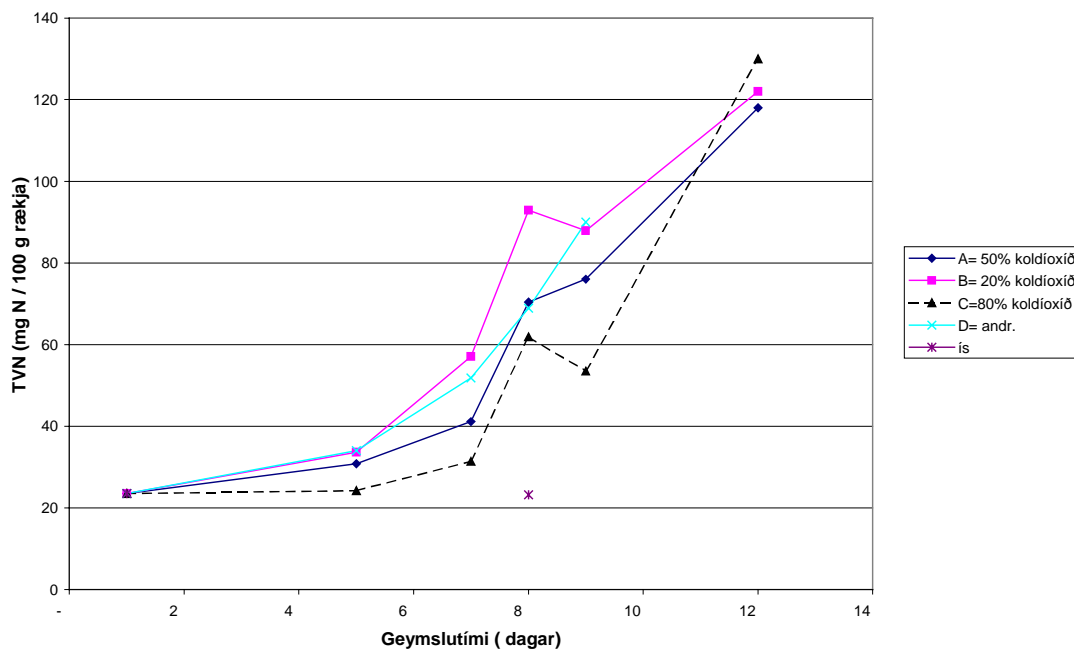
**Mynd 3.** Skynmat á soðinni rækju sem geymd er við 0°C í mismunandi loftblöndum fyrir suðu.

Allir flokkar fá lægri einkunn en 3 á níunda degi. Á sjöunda degi fær D flokkur (rækja pökkuð með andrúmslofti) lægri einkunn en 3 og B flokkur (20% koldíoxíð) fær einkunnina 3 aðrir flokkar eru þar fyrir ofan. Niðurstöður benda til að við þær geymsluaðstæður sem sýnin voru geymd við náí D flokkur um 6 daga geymsluþoli en A, B og C flokkur 7 daga geymsluþoli. Ekki var framkvæmt skynmat á 8. degi en hugsanlega má bæta við einum degi fyrir flokka A og C, eða þegar magn koldíoxíðs er orðið yfir 50 % í pökunum.

## 4.2. Efnamælingar

Fylgst var með breytingum á TVB-N í rækjunni fyrir alla flokkana meðan á geymslutímanum stóð, en TVB-N er algengur mælikvarði á ferskleika fiskmetis. Við loftfirrðar aðstæður er TVB-N myndun meiri heldur en við loftháðar (súrefni til staðar) aðstæður. Þetta stafar af því að allt köfnunarefni í vöðvanum umbreytist í ammóníak ( $\text{NH}_4^+$ ) sem kemur fram í TVB-N mælingu. Í nærveru súrefnis, loftháðar aðstæður, breytist alltaf hluti köfnunarefnisins í  $\text{N}_2$ , sem er lofttegund og gufar upp. Þess vegna er ekkert óeðlilegt við að TVB-N gildin séu hærri í fyrir flokka A, B, C, D þar sem ekkert (eða mjög lítið) súrefni var til staðar en í rækju sem einungis var

geymd í ís. TVB-N fyrir rækju sem geymd var í ís í 7 daga mældist 23,2 g köfnunarefni / 100 g rækju, meðan fyrir alla flokkana (A,B,C,D) lá gildið á milli 60 og 90 g köfnunarefni / 100 g rækju fyrir 7 daga gamla rækju. Mynd 4 sýnir niðurstöður TVB-N mælinga.



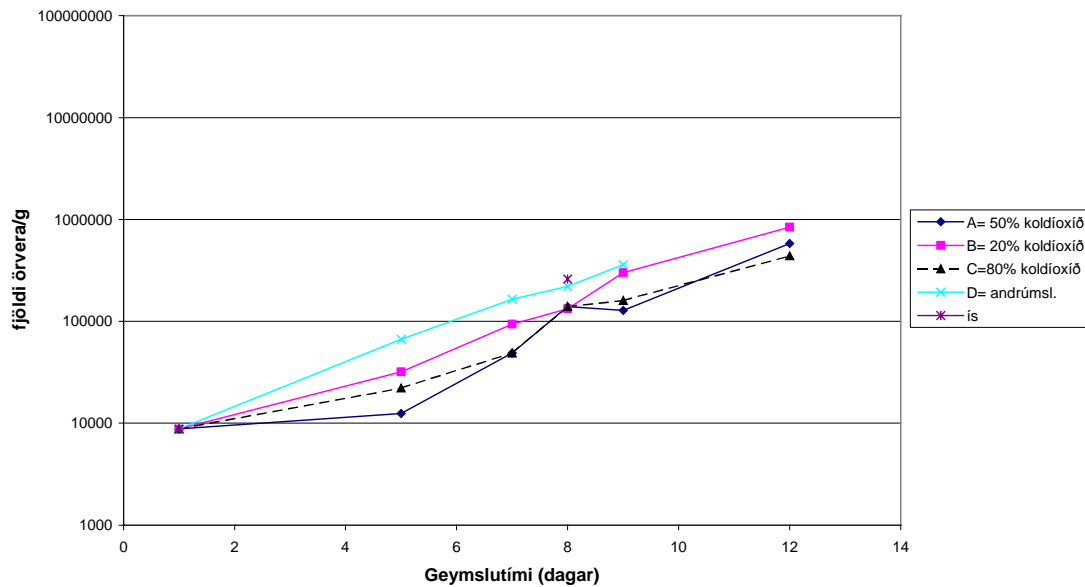
**Mynd 4.** TVB-N mælingar á rækju sem geymd er við 0°C í mismunandi loftblöndum.

Erfitt er að segja til um hvar mörkin liggja fyrir skemmda rækju með því að nota eingöngu TVB-N mælingar. Hins vegar segja þær til um að köfnunarefnissambönd séu að aukast og þar með talið ammoníak. Á myndinni sést að TVB-N er á hraðri uppleið fyrir rækju sem eingöngu er pakkað með andrúmslofti frá og með 7. degi. Þann dag fær rækja í skynmati 2,7 fyrir hráa ópillaða rækju og 2,9 fyrir soðna rækju, sem þýðir töluverða ammoníakslykt og bragð af rækjunni. Ef hins vegar eru skoðaðar TVB-N mælingar fyrir rækju með 80 % koldíoxíð og 20 % köfnunarefni á sama geymsludegi, þá sést að þær eru töluvert lægri. Þetta er alveg í samræmi við skynmatið, en þann dag fær sú rækja 3,5 í skynmati fyrir hráa ópillaða rækju og 3,6 fyrir soðna rækju.

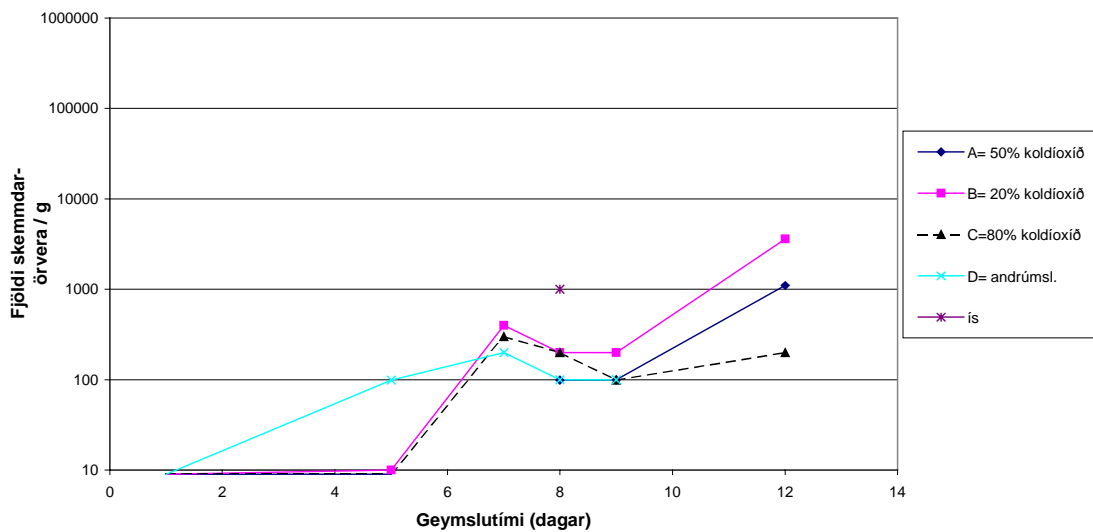
### 4.3. Örverumælingar

Koldíoxíð heldur niðri vexti skemmdarörvera og því betur eftir því sem styrkur þess er meiri. Greinilegur munur sést á andrúmslofti og 80% koldíoxíði hvað þetta varðar.

Niðurstöður örverutalninga í þessari tilraun eru þó nokkru lægri en fram komu við svipaðar ræktanir á ópakkaðri rækju í tilraun sem framkvæmd var af Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins á síðasta ári, en þar var reynt að lengja geymsluþol ferskrar rækju með því að dæla koldíoxíði í sjókrapa, og styður það enn frekar áhrif þess að útiloka súrefni. Niðurstöður örverutalninga eru birtar á myndum 5 og 6.



**Mynd 5.** Heildarfjöldi örvera í hrárri rækju sem geymd er við 0°C í mismunandi loftblöndum.



**Mynd 6.** Fjöldi skemmdarörvera í rækju sem geymd er við 0°C í mismunandi loftblöndum.

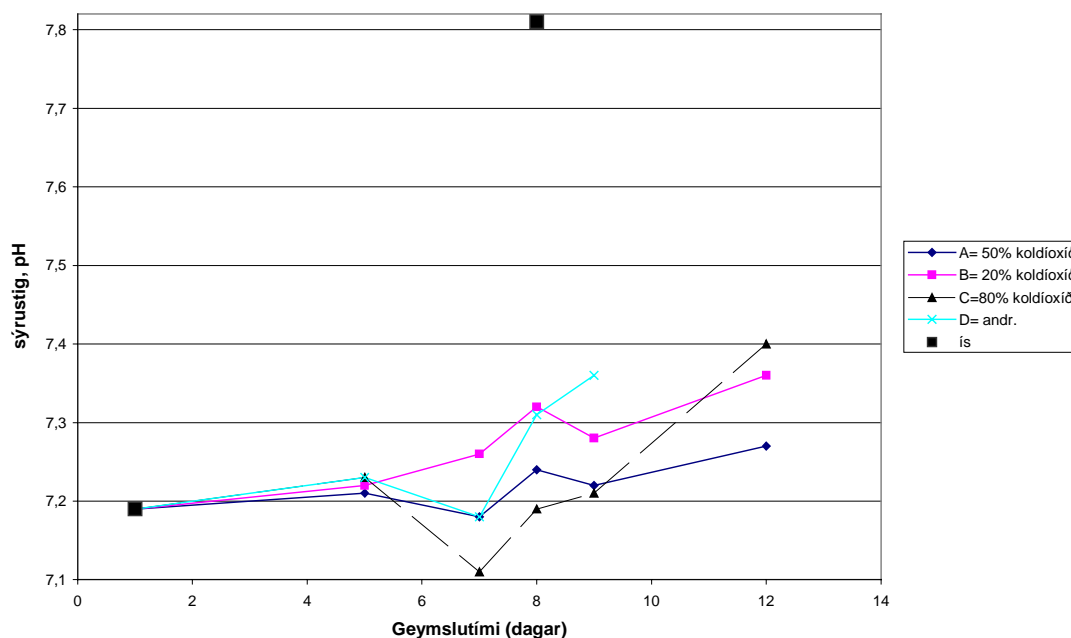
Munur á heildarörverufjölda og vaxtarhraða milli flokka er lítill. Þannig er ekki stór munur á hvort notað er 80% koldíoxíð eða andrúmsloft til þökkunar, en þó sést að mesti styrkur koldíoxíðs gefur lægstu örverutalningu, einkanlega fyrstu dagana. Í nýlegri athugun, (skýrsla Rf 13-97) á geymsluaðferðum fyrir ópillaða rækju eru örverutalningar í ópakkaðri ísaðri rækju verulega hærri en í þessari tilraun. Það sem mestu máli skiptir er að aðgangur súrefnis er takmarkaður í öllum flokkum og hamlar það örveruvöxt. Athyglisvert er að rækja sem einungis er geymd í ís, þ.e.a.s. ekki í plastpoka, sýnir svipaða niðurstöðu og flokkarnir A, B, C, D, en þess ber að gæta að þar er aðeins um að ræða eina mælingu og varhugavert að draga af því of miklar ályktanir. Reynslan hefur einnig sýnt að lengja má geymsluþol um 1-2 daga einungis með því að huga vel að ísuninni og sjá til þess að geymsluhitastig í rækjunni sé sem lægst.

Mjólkursýrubakteríur fundust ekki í neinu sýnanna. Það er vel þekkt að í lofttæmdum umbúðum (t.d. reykt síld, reyktur lax) vex oft upp mikill fjöldi mjólkursýrubaktería, en þær geta vaxið án þess að hafa aðgang að súrefni. Ekki eru til slíkar niðurstöður sem varða rækju sérstaklega. Niðurstöður tilraunarinnar benda til þess að í umbúðum sem eru loftskiptar á þennan hátt, sé ekki líklegt að fá upp vöxt mjólkursýrubaktería. Örverufjöldinn er ekki sá þáttur sem bindur enda á geymsluþolið í þessari tilraun, heldur óæskileg efni sem myndast jafnvel þótt hægt sé á bakteríuvexti.

#### **4.4. Sýrustigsmælingar**

Menn eru sífellt í leit að breytu sem hægt sé að nota sem einfaldan og fljótvirkan mælikvarða á gæði rækju. Hefur sýrustig verið nefnt sem einn slíkur. Um leið og rækjan drepst hefst skemmdarferli hennar sem meðal annars hefur í för með sér að sýrustig rækjunnar hækkar og hefur því vaknað áhugi fyrir því að fylgjast með sýrustiginu á geymslutímanum. Nýlegar rannóknir hafa þó sýnt að breytileiki milli einstaklinga er það mikill að ómögulegt reynist að halda staðalfráviki það lágu að hægt sé að draga fram skýran mun milli gæðaflokka (Arnheiður Eyþórsdóttir og Helga Eyjólfsdóttir, 1997). Hins vegar eru það skýr skemmdareinkenni fyrir ópillaða rækju sem geymd hefur verið í ís ef sýrustig hennar mælist yfir 8.

Á mynd 7 má sjá hvernig sýrustig rækju sem pakkað hefur verið við mismunandi aðstæður breytist á geymslutímanum.



**Mynd 7.** Breytingar í sýrustigi hjá rækju sem geymd er við 0°C í mismunandi loftblöndum.

Á myndinni má sjá að rækja sem geymd hefur verið í ís 8 daga hefur sýrustigið 7,8. Á þeim tíma hafa niðurstöður skynmats bent til þess að um varhugaverða tækju sé að ræða. Samkvæmt gæðaflokkun Høegh frá árinu 1989 segir að rækja sem hafi pH á milli 7,8 og 8 sé sæmileg.

Rækja sem geymd hefur verið í loftskiptum umbúðum með koldíoxíði í einhverju magni fylgir ekki alveg þessu mynstri. Þegar koldíoxíð leysist upp í rækjunni veldur það lækun á sýrustigi. Samkvæmt þessum niðurstöðum myndi sýrustig fyrir óhæfa rækju sem pökkuð hefur verið í loftskiptar umbúðir liggja í kringum 7,2.

#### 4.5. Vökvamyndun við geymslu

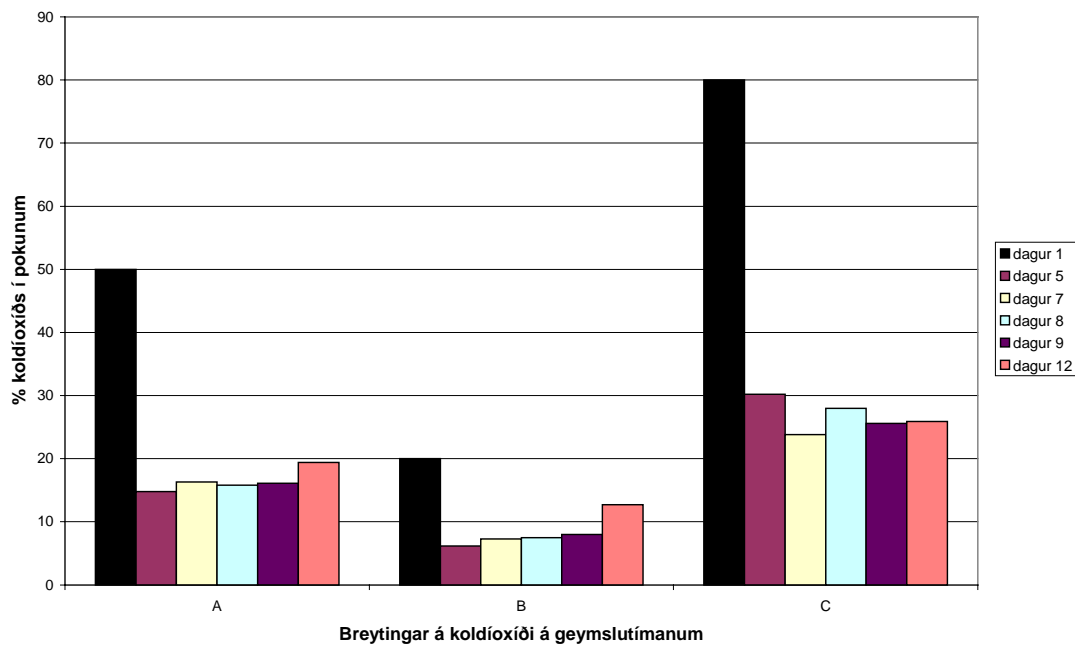
Eins og minnst var á í kafla 3, var reynt að meta vökvamyndun í pokunum við geymslu. Eins og áður sagði lækkar sýrustigið í rækjunni við það að dæla koldíoxíði í pokana. Þessi lækun getur haft í för með sér að vatnsbindieiginleikar rækjunnar minnki og vökvi seytili út í pokana. Ekki reyndist unnt að segja með nógu mikilli nákvæmni hvort vökvamyndunin væri meiri fyrir vissa flokka en aðra. Rækjunni var pakkað með ís úti á sjó og var hún því blaut við pökkun, þótt reynt hafi verið að þerra

hana fyrir pökkun. Mikilvæg staðreynd er þó sú að töluverður vökvi myndaðist í pokunum og það eitt og sér gerir það að verkum að ekki er hægt að pakka rækjunni strax í neytendaumbúðir. Rækja sem pökkuð er á þann hátt sem hér var gert liggur í dökkum vökva. Það er ekki aðlaðandi fyrir kaupandann, þótt hún reynist neysluhæf samkvæmt skynmati.

#### 4.6. Breyting í koldíoxíði á geymslutímanum

Við upphaf tilraunar var mælt ákveðið magn ( vol %) af koldíoxíði í pokana. Þetta hlutfall breyttist þó á geymslutímanum við skemmdarferli rækjunnar.

Mynd 8 sýnir hvernig koldíoxíð minnkar í pokunum á geymslutímanum.



**Mynd 8.** Breytingar á koldíoxíði við geymslu á rækju við 0°C í mismunandi loftblöndum

Athyglisvert er að strax á 5 degi hefur magn koldíoxíðs minnkað verulega og skiptir þá ekki máli hvort upphaflega var 20 % eða 50 % koldíoxíð í pokunum. Þessi minnkun stafar fyrst og fremst af því að koldíoxíð leysist upp í rækjunni, en koldíoxíð er mjög vatnsleysið og leysist bæði í vöðva og vökva. Magn koldíoxíðs er þó ávallt hærra hjá flokki C eða þar sem upphaflega var 80 % koldíoxíð. Því má segja að koldíoxíð hafi áhrif á geymsluþol ferskar rækju í skel og fer geymsluþolið vaxandi eftir því sem koldíoxíðhlutfallið hækkar. Þetta er þó aðeins spurning um 1-2 daga

miðað við hefðbundna geymslu, því ensím í rækjuvöðvanum gera það mikinn usla að ekki er nóg að bæta einungis við koldíoxíð til að lengja geymsluþol, heldur verða að koma til aðgerðir sem annaðhvort hindra ensímvirknina eða hægja töluvert á henni.

## 5. SAMANTEKT

Rækja sem geymd er í loftskiptum umbúðum hefur lengra geymsluþol en rækja sem geymd er í ís. Hún heldur einnig útliti og rauða litnum betur. Miðað við góða ísun er hér eingöngu um 1-2 daga að ræða. Ástæðan er sú að skemmdarferlið er blanda af örveruvexti og efnabreytingum. Þannig hemur koldíoxíð örveruvöxtinn, en ekki niðurbrot vegna ensíma. Ammoníak sem myndast vegna tilstilli ensíma kemur í veg fyrir að hægt sé að lengja geymsluþolið meira, þótt hægt sé að hemja örveruvöxtinn verulega.

Magn koldíoxíðs hefur áhrif á lengd geymsluþolsins og því meira koldíoxíð því lengra geymsluþol. Hins vegar er einungis um einn dag að ræða. Þ.e.a.s. munurinn á geymsluþoli á rækju í flokki B (20% koldíoxíð) og flokki C (80% koldíoxíð) er í hæsta lagi einn dagur.

Vegna sýrustigslækkunar versna m.a. vatnsbindieiginleikar rækjunnar og hún gefur frá sér vökva. Á geymslutímanum myndast því dökkleitir vökvi í pokanum sem gerir það að verkum að ekki er hægt að pakka beint í neytendaumbúðir.

Á grundvelli þessarra rannsókna er ekkert sem bendir til þess að hagkvæmt sé að taka upp slíkar geymsluaðstæður til þess að auka geymsluþol ferskrar rækju í skel. Nauðsynlegt er að finna leið til þess að draga verulega úr ensímvirkninni, eða stöðva hana alveg.

## 6. HEIMILDIR

Arnheiður Eyþórsdóttir, Helga R. Eyjólfsdóttir (1997). Geymsla á ferskri rækju í skel. Skýrsla Rf 13-97; Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

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

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.

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

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, Friðrik Blomsterberg (1991) Þökkun fiskflaka í loftskiptar heildsöluumbúðir. 29.rit, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

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

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.



Handbuch der lebensmittelchemie, vol III / 2, Springer Verlag, Berlin 1968.

Høegh, L. (1989) Dybhavsrejer I-III.

Særtryk fra FISKER-BLADET.

Vanderzant, C., Cobb, B.F. III, Thomas, C.A. and Parker, J.C. (1973). microbial flora, chemical characteristics and shelf life of four species of pond - reared shrimp. J Milk Food Tech. 36, 443.

**7.VIÐAUKI A.**

**Einkunnarskali fyrir skynmat á rækju**

## Rækja-hráefnismat

### Einkunnaskali (hrá, ópilluð rækja):

#### Ágæt rækja:

Litur dökkrauður yfir í sterkbleikan. Hrogn blágræn. Sterk sjávarlykt. Sterkt sætt rækjubragð.

#### Góð rækja:

Sjávarlykt, dauf eðlileg rækjulykt. Litur eðlilegur (ljósbleikur), hrogn blágræn. Daufsætt rækjubragð.

#### Sæmileg rækja:

Sjávar/rækjulykt að hverfa, komin dauf "fisklykt" e.t.v. vottur af ammoníakslykt. Litur ljósrauður eða fölbleikur og vottur af grágrænni eða gulleitri slikju. Hrogn daufgræn. Bragð hlutlaust, ekki sætt, yfir í dauft "fiskbragð".

#### Varhugaverð rækja:

Greinilega ekki fersk. Dauf ammoníakslykt. Litur gulleitur með grænni slikju, ljót rækja, hrogn upplituð. Farið að bera á dökkum lit í haus. Greinilegt "fiskbragð", rammt eftirbragð.

#### Óhæf rækja:

Greinilega skemmd. Greinileg ammoníakslykt. Litur gulleitur með grænni slikju, ljót rækja, hrogn dökk. Áberandi dökkur haus. Skemmdarbragð, sterkt rammt eftirbragð.

## Rækja-afurðaeftirlit

### Einkunnaskali-soðin sýni:

#### Ágæt rækja:

Mjög góð fersk rækja. Sjávarlykt. Dauf, eðlileg rækjulykt. Litur eðlilegur, rauður yfir í ljósbleikt, greinilegar rauðleitar rendur. Bragð er sætt, ferskt rækjubragð.

#### Góð rækja:

Góð rækja og fersk. Sjávarlykt dauf, eðlileg rækjulykt. Eðlilegur litur, ljósrauður yfir í ljósbleikt, greinilegar rendur. Bragð er sætt, ferskt rækjubragð.

#### Sæmileg rækja:

Engin einkennandi lykt. Litur er eðlilegur, oftast ljósbleikur. Ekkert einkennandi bragð.

#### Varhugaverð rækja:

Greinilega ekki fersk. Vottur af ammoníakslykt. Litur daufur yfir í að vera gulleitur. Ekkert einkennandi bragð annað en greinanlegt rammt eftirbragð. Æskilegt er að senda sýni í TVB mælingar.

#### Óhæf rækja:

Greinileg ammoníakslykt og e.t.v. súr eða ýldulykt. Litur gulleitur. Skemmdarbragð og rammt eftirbragð.

## **8.VIÐAUKI B.**

### **Niðurstöður efna- og örverumælinga**



## Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Helga Eyjólfsdóttir  
Rf

Reykjavík, 22.04. 1997

Lokið er mælingum á reikulum bösum (TVB-N) og sýrustigi (pH) í "gaspakkaðri" ferskri og óskelflettri rækju fyrir Rf verkefni nr. 1311.

Niðurstöður:

Sýni merkt	TVB-N (mg N / 100 g)	pH
AE-97-I-200: 10/4	23,5	7,19
-227: ÖI-29; 14/4	34,0	7,23
-228: ÖI-30; 14/4	30,8	7,21
-229: ÖI-31; 14/4	33,6	7,22
-230: ÖI-32; 14/4	24,2	7,23
-231: ÖI-33; 16/4	51,8	7,18
-232: ÖI-34; 16/4	41,1	7,18
-233: ÖI-35; 16/4	57,1	7,26
-234: ÖI-36; 16/4	31,4	7,11
-235: ÖI-37; 17/4	68,9	7,31
-236: ÖI-38; 17/4	70,4	7,24
-237: ÖI-39; 17/4	92,9	7,32
-238: ÖI-40; 17/4	61,9	7,19
-239: ÖI-41; 17/4	23,2	7,81
-244: ÖI-42; 18/4	90,0	7,36
-245: ÖI-43; 18/4	76,0	7,22
-246: ÖI-44; 18/4	87,9	7,28
-247: ÖI-45; 18/4	53,5	7,21
-248: ÖI-46; 21/4	118	7,27
-249: ÖI-47; 21/4	122	7,36
-250: ÖI-48; 21/4	130	7,40

Með kveðju,

Sigurður Einarsson



# Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Örverustofa

## Rannsókn nr. ÖI-97-28-48


Sýni: Heil rækja Móttekið: 10.4.1997  
Sendandi: Helga Eyjólfsdóttir-Rf Rannsakað: Sjá að neðan  
Annað: Verkefni nr. 1311: Geymslupól á rækju.

Nr.	Niðurstöður örverutalninga á járnagar, ræktun við 15°C í 5 daga (yfirborðssáning)	
	Heildarfjöldi/g	Fjöldi H <sub>2</sub> S-myndandi örvera/g
28, 10/4, núllp.	8.800	<10
29, 14/4, D	67.000	<100
30, 14/4, A	12.500	<10
31, 14/4, B	31.000	10
32, 14/4, C	22.200	<10
33, 16/4, D	165.000	200
34, 16/4, A	49.000	5.500
35, 16/4, B	94.000	400
36, 16/4, C	49.000	300
37, 17/4, D	220.000	100
38, 17/4, A	139.000	<100
39, 17/4, B	133.000	200
40, 17/4, C	140.000	200
41, 17/4, ís	260.000	1.000
42, 18/4, D	360.000	100
43, 18/4, A	128.000	100
44, 18/4, B	300.000	200
45, 18/4, C	160.000	<100
46, 21/4, A	580.000	1.100
47, 21/4, B	840.000	3.600
48, 21/4, C	440.000	200
	Einnig var ræktað fyrir mjólkursýrugerla á MRS-S agar við 30°C. Engir mjólkursýrugerlar fundust í sýnunum yfir geymslutímann.	

Upplýsingar um aðferðir og næmni þeirra liggja fyrir hjá stofustjóra. Ofangreindar niðurstöður eiga eingöngu við um það sýni sem mælt var. Heimilt er að afrita mæliblað/vottorð í heilu lagi. Skriflegt leyfi frá Rf þarf ef ætlunin er að afrita hluta þess.

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins  
Pósthólf 1405  
121 Reykjavík  
sími: 562-02-40  
fax: 562-07-40

Reykjavík, 30.4.1997

  
Hannes Magnússon  
Stofustjóri