

RANNSÓKNASTOFNUN
FISKIÐNADARINS

4. RIT

REYKJAVÍK OKTÓBER 1982

GEYMSLA Á FERSKUM FISKI

KÆLING MEÐ SJÓ EÐA VATNI

GRÍMUR VALDIMARSSON

**RANNSÓKNASTOFNUN
FISKIÐNAÐARINS**

4. RIT

REYKJAVÍK OKTÓBER 1982

GEYMSLA Á FERSKUM FISKI

KÆLING MEÐ SJÓ EÐA VATNI

GRÍMUR VALDIMARSSON

EFNISYFIRLIT:

BLS.

ÁGRIP

1.	INNGANGUR.....	1
2.	MISMUNANDI KÆLIKERFI	2
2.1.	Kæling með vélum.....	3
2.2.	Kæling með krapa (CSW/CFW)	4
3.	GÆÐI Á SJÓ-EDA VATNSKÆLDUM FISKI.....	5
3.1.	Slægður bolfiskur.....	6
3.2.	Óslægður bolfiskur.....	8
3.3.	Sild og aðrir feitfiskar.....	10
3.4.	Humar og rækja.....	11
4.	NÝTING Á SJÓ-EDA VATNSKÆLDUM FISKI.....	11
5.	HELSTU VANDAMÁL VIÐ NOTKUN KRAPAGÁMA.....	13
5.1.	Klumpamyndun.....	14
5.2.	Blöndun á fiski og ís.....	14
5.3.	Hitadreifing.....	15
6.	FRAMHALDSRANNSÖKNIR	16
	HEIMILDIR	17

ÁGRIP.

Í þessu riti er fjallað um geymslu á ferskum fiski í kældum sjó eða vatni, samanborið við hefðbundna ísun. Þess er freistað að taka saman helstu niðurstöður íslenskra og erlendra tilrauna á þessu sviði, einkum að því er varðar nýtingu og efnisleg gæði á fiskinum.

Hafa ber í huga að hér er verið að fjalla um samanburðartilraunir þar sem geymsluaðferðunum er venjulega beitt við bestu skilyrði.

Rannsóknir hafa sýnt, að skemmdarferli fisks er ekki með sama hætti fyrir geymsluaðferðirnar tvær. Sjó- eða vatnskældur fiskur er mun viðkvæmari fyrir sveiflum í hitastigi en ísfiskur. Nái hitapollar að myndast í tönkum eða gámum, sem hafa að geyma sjó-eða vatnskældan fisk, þá skemmist allt innihaldið á mjög skömmum tíma.

Niðurstöður þessara rannsókna má draga saman á eftirfarandi hátt: Með tilliti til efnislegra gæða er skammtímageymsla á fiski í kældum sjó eða vatni a.m.k. jafngóð og ísun, en verri en ísun ef um lengri geymslu er að ræða.

Um nýtinguna er það að segja, að svo virðist sem flakanýting á sjó-eða vatnskældum fiski geti verið eitthvað hærri (1-2%) en fyrir ísaðan fisk, án þess að vatnsinnihald flakana sé meira. Þótt fiskurinn taki upp vatn við geymslu í sjó-eða vatni, þá sigur það úr honum aftur við vinnsluna.

Tilraunir með litla sjókrapagáma hafa sýnt, að erfitt getur verið að fá jafna blöndun á fiski, sjó og ís. Sé ísinn ójafnt dreifður og gámarnir í kyrrstöðu, myndast auðveldlega hitapollar í þeim. Erlendar tilraunir með að jafna hitann í gámunum með loftblæstri í gegnum krapann, hafa ekki gefið nægjanlega góða raun.

Krapagámar geta því hentað vel til skammtímageymslu á fiski um borð í veiðiskipum, þar sem veltingur hjálpar til við að jafna hitastigið. Eigi þeir hins vegar að verða alhliða flutnings- og geymslutæki fyrir fisk, bæði á sjó landi, þá verður að ráða bót á hitadreifingarvandamálinu.

1. INNGANGUR.

Ganga má út frá því sem vísu, að hitastig hafi hvað mest áhrif á geymslupól fersks fisk. Þess vegna er öll kæling betri en engin, í hvaða formi sem hún er, þ.e. venjuleg ísun, geymsla í kældu vatni eða jafnvel loftkæling. Hin venjulega aðferð er eins og menn vita kæling með fersksvatnsís.

Vart verður um það deilt, að vandlega framkvæmd ísun er mjög góð geymsluaðferð fyrir ferskan fisk. Ísun er hins vegar erfið og illa þokkuð vinna við misjafnar aðstæður úti á sjó, auk þess sem næsta ómögulegt er að koma ísun við á smærri skipunum vegna plássleysis. Þegar mikið fiskast á stuttum tíma, eins og t.d. við nótaveiðar, þá er útilokað að hafa undan að ísa eins og með þyrfti. Árangur ísunarinnar er einnig mjög háður því hve vandvirknislega er ísað, lofthita og fleiri atriðum.

Það er löngu vitað, að geymsla á fiski í kældum sjó eða vatni getur haft ýmsa kosti fram yfir hinar hefðbundnu geymsluaðferðir. Hægt er að kæla mikið magn af fiski niður á stuttum tíma, kælingin verður hraðari en við venjulega ísun og fiskurinn verður ekki fyrir þrýstings-skemmdum þar sem hann marar í kælimiðlinum. Skolunaráhrifin og hin snögga kæling hjálpar til við að losa blóð úr vöðvum fisksins þannig að flökin verða ljósari (Einarsson, 1964).

Á undanförunum árum og áratugum, hafa verið gerðar margvíslegar tilraunir með sjó- og vatnskælingu á fiski víða um heim þ.á.m. í Noregi og Danmörku. Hér á landi hefur verið fylgst með þróun á þessu sviði og gerðar athuganir með geymslu á ýmsum fisktegundum með þessari aðferð.

Hér á landi og í nágrannalöndunum hefur einkum verið áhugi á einu afbrigði af þessari geymsluaðferð, þ.e. að flytja og geyma fisk í ís-sjókrapa í hæfilega stórum, einangruðum gámum.

Virðist ljóst af þessum erlendu tilraunum og þeirri reyngslu, sem fengist hefur hér á landi, að komið sé að tímamótum í þessari tilraunastarfsemi.

Hér er því reynt að draga saman helstu niðurstöður af tilraunum með sjó-eða vatnskælingaraðferðina með það fyrir augum, að hægt verði betur en áður að gera sér grein fyrir kostum og ókostum aðferðarinnar, og hvaða stefnu framhaldsrannsóknir ættu að taka.

2. MISMUNANDI KÆLIKERFI.

Sem kælimiðill er annaðhvort notaður sjór eða ferskvatn, og fer kælingin annaðhvort fram með vélbúnaði eða venjulegum ferskvatnsis. Sé vélbúnaður notaður, er talað um RSW eða RFW kerfi (refrigerated sea/fresh water) en þegar ís er notaður til kælingarinnar, er talað um CSW eða CFW (cooled sea/fresh water). Stundum er kerfunum blandað saman, þannig að ís er einnig notaður í RSW kerfi til að flýta fyrir kælingunni í byrjun.

Miðað við 0°C geymslu, þá virðist ekki mikill munur á geymslupoli fisks eftir því hvort notaður er sjór eða ferskvatn (Røyrvik, 1980). Hins vegar tekur fiskurinn upp salt í réttu hlutfalli við seltu kælimiðilsins. Þessu er hins vegar öfugt farið með vatnsupptökuna, því minni selta því meiri vatnsupptaka.

Seltumagnið hefur að sjálfsögðu einnig áhrif á frostmark og eðlisþyngd kælimiðilsins. Eftirfarandi tafla gefur nokkur dæmi um þetta samspil hitastigs, seltu og eðlisþyngdar.

Tafla 1. Samspil seltu, frostmarks og eðlisþyngdar sjávar.

SALT	0%	1%	2%	3%
Frostmark	0°C	-0.53°C	-1.08°C	-1.64°C
hámarks eðlisþyngd	1.000	1.008	1.016	1.024
við:	+ 4°C	+1.8°C	-0.5°C	-1.64°C

frá Hansen (1981).

2.1. Kæling með vélum.

Vélkælikerfin eru tiltölulega flókin að gerð og verða þ.a.l. að vera stór í sniðum, eigi þau að vera hagkvæm. Með þeim er hægt að kæla mikið magn af fiski niður á stuttum tíma og séu kerfin rétt hönnuð geta þau haldið stöðugu hitastigi við 0 til -1°C . Bent hefur verið á, að í reynd séu þessi kerfi oft illa hönnuð og hitadreifingin því ekki sem skyldi (Anon, 1981). Á mynd 1 er sýnt fasttengt sjókælikerfi um borð í skipi.

Venjan er sú, að hafa kælitankana fasttengda í skipunum og verður því annað geymslakerfi að vera til staðar fyrir fiskinn í landi. Löndun úr RSW tönkum er vandamál, þar sem ekki er hægt að koma dælingu við og notast verður við háfa eða þ.h. sem er seinlegt.

Algengt er, að danskir og norskir nótaveiðibátar hafi slík sjókælikerfi, og er það reyndar skylda í Noregi. Hér á landi eru einungis tvö skip með þannig útbúnað, Hilmir SU 171 og Dagrún ÍS 9, en reynslan með þessi kerfi hefur ekki þótt vera nógu góð, m.a. vegna löndunarerfiðleika (Arason, 1980 a; Jóhannesson, 1980 a).

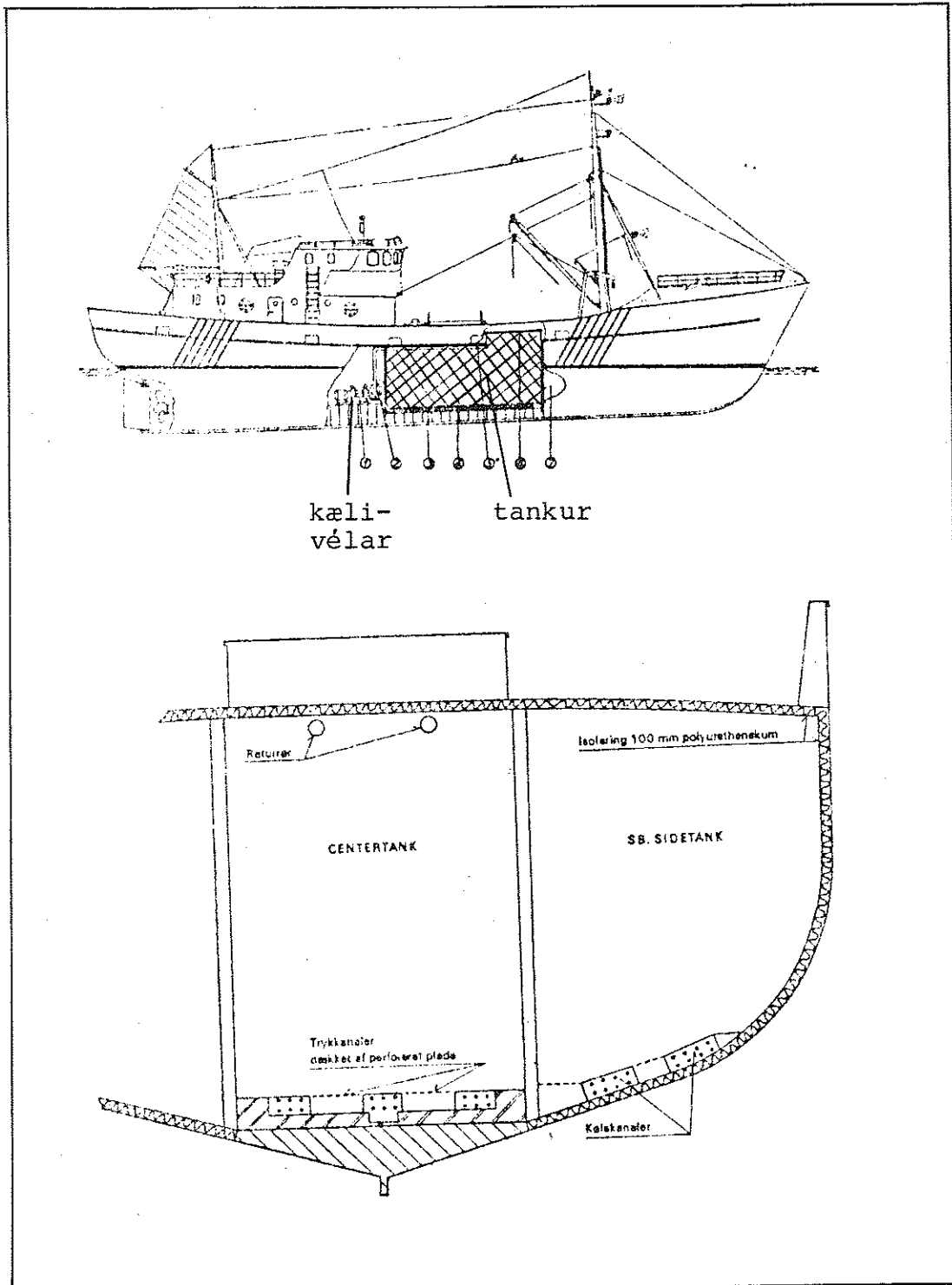
Talið er að sjókælikerfi geti gerbreytt fiskmeðhöndlun í heitari löndum t.d. S-Ameríku, þar sem fiskur skemmist mjög fljótt náist ekki að kæla hann strax eftir veiði (Hansen, 1980).

Hér á landi hefur um árabil verið í notkun RFW kerfi hjá Fiskiðjusamlagi Húsavíkur til skammtímageymslu á óslægðum bátafiski. Reynslan af Húsavíkurkerfinu virðist hafa verið góð, enda er það útbúið með tæki sem gerir losun tanksins mjög auðveld. Fiskinum er fleytt með loftbólum upp á færiband sem flytur hann síðan í vinnslu (Sola, 1978). Sjá mynd 2.

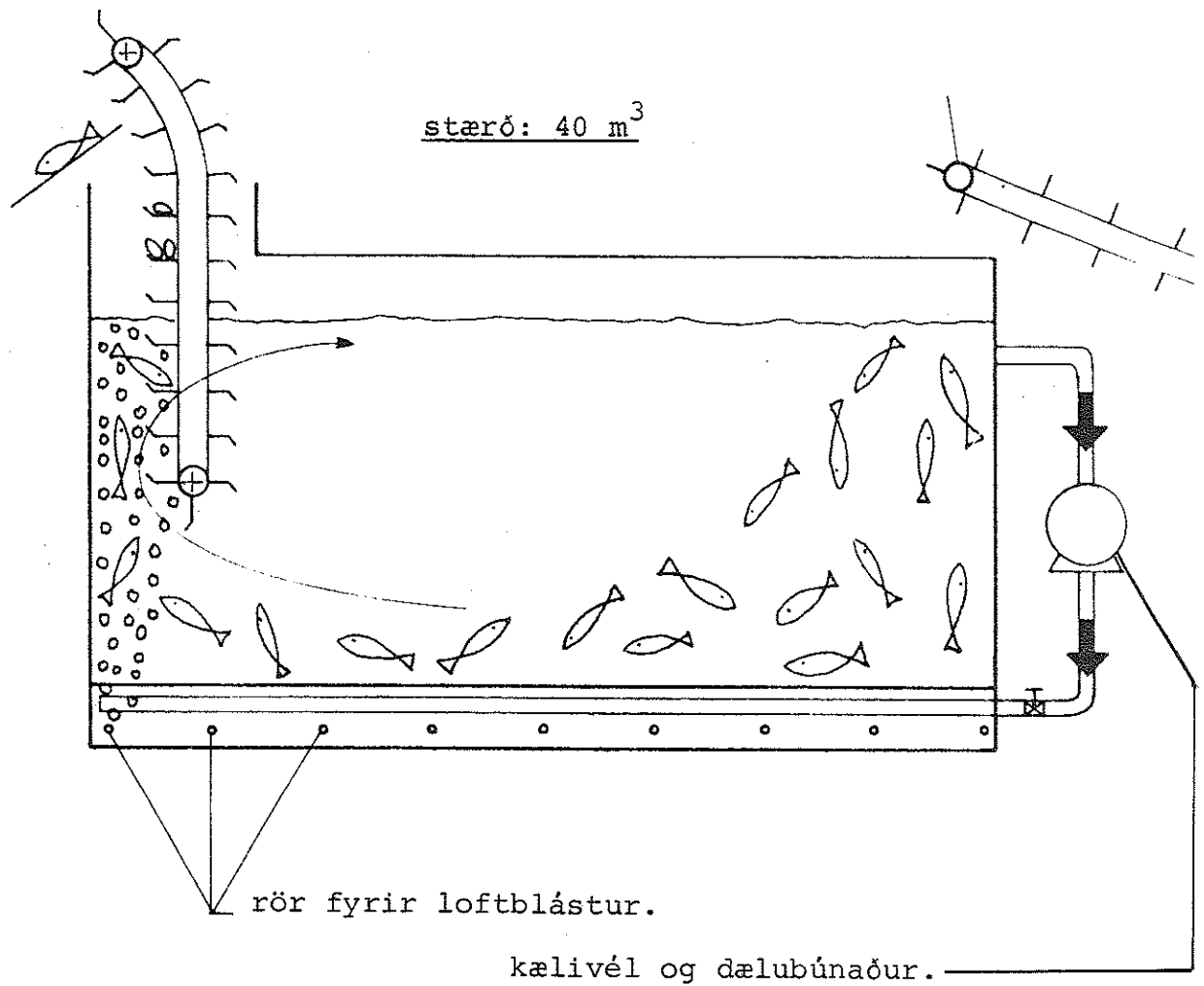
Gerðar hafa verið ýmsar athuganir á fiskgæðum úr tanknum og verður skýrt frá þeim niðurstöðum síðar í þessari skýrslu.

Á íslensku hefur birst greinargott yfirlit yfir geymslu fisks með sjókælingu (Einarsson, 1964 og 1967) auk ýmissa erlendra greina (t.d. Roach o.fl. 1961; Shaw & Botta, 1975; Lemon & Regier, 1977).

MYND 1. SJÓKÆLITANKUR (RSW) UM BORD Í VEIÐISKIPI.



MYND 2. KÆLITANKUR (RFW) FISKIÐJUSAMLAGS HÚSAVÍKUR.



2.2. Kæling með krapa (CSW/CFW).

Kostirnir við að nota ís sem kuldagjafa í stað vélbúnaðar eru margir. Hægt er að nota hvaða stærð af ílátum eða gámum undir fiskinn sem henta þykir, engin hættu er á að fiskurinn skemmist vegna bilaðra kælikerfa og sá möguleiki opnast að geyma fiskinn í sama ílátinu frá veiði til vinnslu. Erlendis hafa slíkir gámar verið markaðsvara um nokkurt skeið þótt notkun þeirra sé enn á tilraunastigi. Gámar þessir eru um 1 m^3 að innanmáli, gerðir úr PVC plasti eða trefjaplasi, og einangraðir með ca. 5 cm þykku polyurethan lagi. (sjá mynd 3).

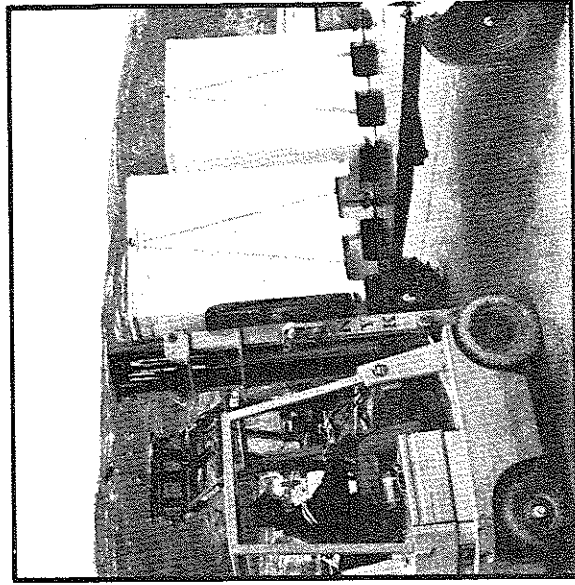
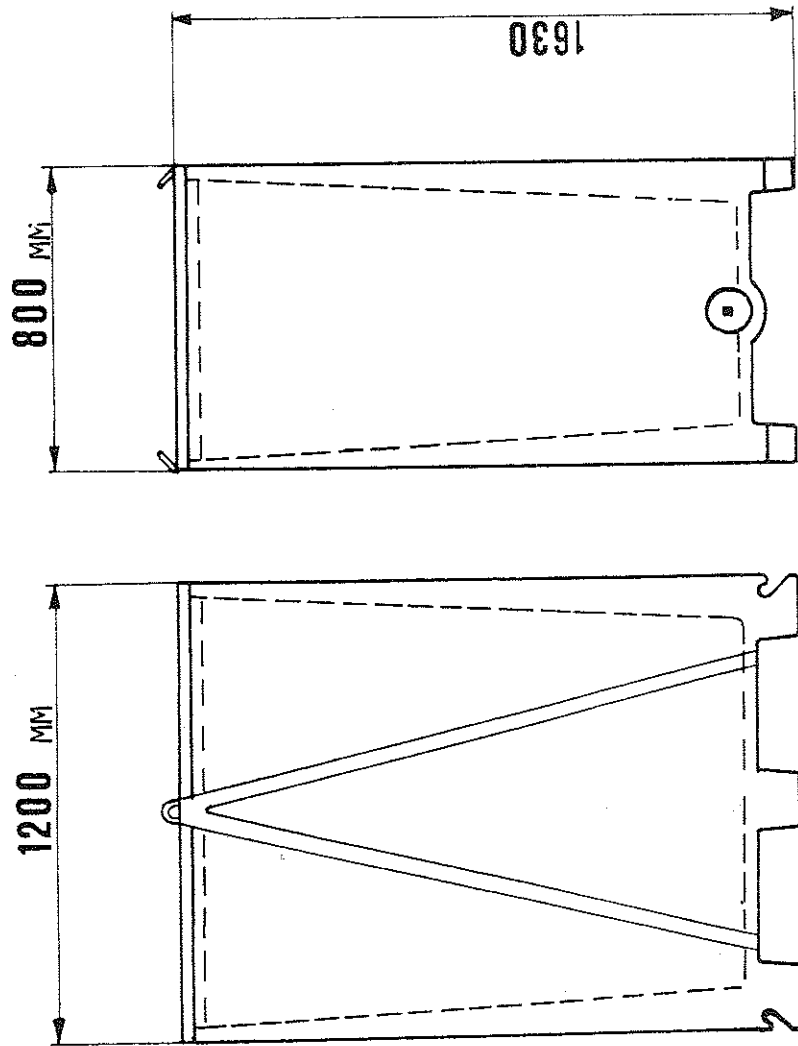
Iðntæknistofnun Íslands og nokkur íslensk fyrirtæki hafa sýnt áhuga á hönnun og framleiðslu slíkra íláta.

Í sinni einföldustu mynd er notkun gámanna hugsuð þannig: Ísinn er settur í þá áður en lagt er af stað í veiðiferð. Rétt áður en ganga á frá fiskinum til geymslu, er réttu magni af sjó bæt看 við ísinn, þannig að þykkur krapur myndist. Gámurinn er nú fylltur af fiski, sem marar í krapanum og hitastigið lækkar fljótlega niður í 0 til -1°C . Þar sem gámarnir eru einangraðir, þarf ekki að nota kældar lestar né kælda móttöku, þegar í land er komið.

Ýmsar tilraunir hafa sýnt, að fyrir 70 kg af fiski er nóg að nota 15kg af ís á móti 15kg af sjó til að ná viðunandi kælingu. Gámar sem að utanmáli eru 920 x 920 x 2250 mm, einangraðir með 5 cm polyurethani nota 10 kg af ís á sólarhring til að viðhalda 0°C miðað við $+10^{\circ}\text{C}$ lofthita (Olsen, 1978). Áðurnefndir gámar eru að innanmáli 1360 l og rúma 950 kg af fiski miðað við 70% fyllingu.

Enginn vafi leikur á því, að með notkun krapagáma getur náðst mikill vinnusparnaður, bæði við frágang á fiskinum og losun (Landfald & Adolfsen 1980; Hansen, 1981).

MYND 3. EINANGRÆÐIR GÁMAR, AF CIPAX GERÐ.



3. GÆÐI Á SJÓ-OG VATNSKÆLDUM FISKI.

Margvíslegar tilraunir hafa verið gerðar til að bera sjó-eða vatnskælingu saman við hefðbundnar geymsluaðferðir, einkum ísun. Til grundvallar gæðamati fisksins hefur mest verið lagt upp úr skynmati, þ.e. venjulegu fiskmati og bragðgæðum lokaafurðar.

Þegar lesið er í gegnum skýrslur um þessar tilraunir kemur í ljós, að niðurstöður eru all mismunandi. Þessi munur stafar að miklu leyti af því, hve misjafnan mælikvarða menn leggja á gæði. Stundum er höfuðáherslan lögð á þráamyndun, stundum á blóðmar í vöðva, stundum lyktar-eða bragðgæði o.s.frv. Við gæðamatið er einnig oft stuðst við heildarmat á fullunnum afurðum, og þannig verður matið enn flóknara. Verður því að hafa öll þessi atriði í huga þegar geymsluaðferðirnar eru bornar saman m.t.t. „fiskgæða“.

Með tilliti til fiskskemmda er grundvallarmunur á venjulegri ísun og sjókælingaraðferðinni. Felst munurinn einkum í því að sjókæliaðferðin býður upp á að halda lægra hitastigi á fiskinum en gerist við venjulega ísun og að minna súrefni kemst í snertingu við fiskinn þegar hann er geymdur í sjó eða vatni samanborið við ísun (Shewan, 1965).

Hitastig ræður hvað mestu um geymsluþol ferskfisks eins og áður er minnst á, enda stjórnast hraði efnahvarfa og gerlavaxtar að mestu leyti af hitastiginu. Oftast er gengið út frá þeirri forsendu, að geymsluþol ferskfisks takmarkist fyrst og fremst af vexti skemmdargerla. Samkvæmt því ætti geymsluþol fisks að u.þ.b. tvöfaldast miðað við 1°C mun á hitastigi t.d. -1°C miðað við 0°C, vegna þess að við 1°C hitastigsmun á þessu bili tvöfaldast vaxtarhraði gerlanna (Spencer & Baines, 1964). Tilraunir hafa sýnt, að þetta samband gildir nokkurn veginn fyrir ísaðan fisk, en ekki þegar um sjókældan fisk er að ræða (Shewan, 1965). Þar tvöfaldast geymsluþolið ekki við 1°C hitastigslækkun eins og við mætti búast.

Vegna starfsemi gerla-og efnahvata eyðist súrefni að miklu leyti í sjó-eða vatnskælitönkum sé ekki því meiri blöndun í þeim. Þetta hefur m.a. þau áhrif að þeim gerlum

sem ekki eru loftháðir eru sköpuð lífvænleg skilyrði, en loftháðu tegundunum eins og t.d. Pseudomonas er haldið niðri. Þannig virðast annarskonar skemmdarferli vera ráðandi í sjókældum fiski en ísuðum, þar sem það eru einkum Pseudomonas tegundir, sem valda skemmdum á ísfiski. Þessi aukning á loft-óháðri eða loftfælinni gerlaflóru í sjókældum fiski kemur m.a. fram í því að brennisteinslykt myndast fyrr í slíkum fiski. Þá hefur sjókældur fiskur oft að geyma minna magn af trimethylamini (TMA) en ísfiskur og sambandi milli trime-thylamins og skynmats er á annan veg háttað en fyrir ísfisk (Shewan, 1965).

Mælingar á trimethylamini og öðrum efnum tengdum fiskgæðum eins og t.d. trimethylaminoxíði, hypoxanthini, hydrogenperoxíði og histamíni hafa leitt í ljós, að einungis er hægt að nota þessar mælingar til hliðsjónar, þegar verið er að meta gæði á sjókældum fiski (Smith o.fl. 1980). Þess vegna hefur gæðamatið í samanburðartilraunum einkum orðið að byggjast á skynmati eins og áður sagði.

Verður nú gerð grein fyrir ýmsum tilraunum sem miðað hafa að því að bera saman gæði á ísuðum og sjó-eða vatns-kældum fiski.

3.1. Slægður bolfiskur.

Reynslan með geymslu á slægðum bolfiski í CSW og RSW er all misjöfn. Umfangsmikil rannsókn (McCallum & Chan, 1961) sýndi að slægður þorskur í RSW hafði minna geymsluþol en sambærilegur ísfiskur. Eftir u.þ.b. 7 daga geymslu í RSW kom fram fráhrindandi lykt og bragð í fiskinum og TMA var herra en í ísfiskinum. Svipaðar niðurstöður fengust í rann-sóknum Torry stöðvarinnar í Skotlandi á slægðum þorski nema hvað trimethylamin mældist að jafnaði lægra í holdi sjó-kælda fisksins (Landfald & Adolfsen, 1980 vitnað í P. Howgate).

Á síðari árum hafa komið fram ýmis gögn sem stangast á við þessar eldri rannsóknir, t.d. rannsóknir Tertnes o.fl. (1978) á þorski í RSW tanki.

Margþætt skynmat á fiskinum eftir geymslu allt upp í 15 daga, gaf almennt betri niðurstöðu fyrir sjókælda fiskinn, miðað við ísaðan samanburðarfisk, en munurinn var reyndar lítill.

Ýmsar efnamælingar stuðdu þessa niðurstöðu, t.d. trimethylamine, hypoxanthine o.fl.

Á sama veg voru niðurstöður úr umfangsmiklum norskum tilraunum með geymslu á bolfiski í CSW, CFW og ís (Røyrvik, 1980). Við tilraunirnar voru notaðir ca. 1 m³ gámar. Fylgst var með gæðum fisksins og nýtingu í flakavinnslu með reglulegu millibili í allt að tvær vikur frá veiði. Gæðamatið byggðist einkum á skynmati. Hraðfryst flökin voru soðin og bragðprófuð af meira en 30 manns í hvert skipti. Það sem helst kom fram, var að munur milli geymsluaðferðanna þriggja var lítill, einkum þegar fiskurinn hafði aðeins verið geymdur í 8-9 sólarhringa. Þannig fékk CSW fiskurinn hæsta einkunn, þá ísfiskurinn, en lakastur þótti CFW (vatnskældi) fiskurinn, einkum vegna vöntunar á bragði. Stæði geymslan lengur en í 8-9 daga þá kom ísfiskurinn best út, en CSW fiskurinn verst.

Bragðprófanir eftir 1 árs geymslu í frosti sýndu engan ákveðinn mun milli geymsluaðferðanna.

Af öðrum athugunum með slægðan bolfisk má nefna samanburðarathuganir Tomlinson o.fl. (1974). Eftir 8 daga geymslu voru bragðgæði fisksins svipuð úr RSW og ís, þótt þrái væri meira áberandi úr RSW. Kom sú niðurstaða á óvart, því yfirleitt hefur verið talið að geymsla í RSW hamlaði gegn þránun vegna minna aðstreymis af súrefni en við geymslu í ís.

Tilraunir Choen & Peters (1963) með lýsing sýndu hins vegar að hann hefði þriggja daga lengra geymsluþol í RSW við ca. -1°C samanborið við 0°C geymslu í ís.

Fáar íslenskar athuganir hafa verið gerðar með slægðan bolfisk í RSW eða ískrapa. Á vegum Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins hafa þó á undanförunum tveim árum verið gerðar tvær slíkar athuganir. Önnur tilraunin var gerð af Jóhannes-syni (1980a) með RSW kerfið á Dagrúnu ÍS 9 frá Bolungarvík.

Tilrauninni var þannig háttað að eftir blóðgun, slægingu og þvott var trollþorski skipt í tvo hópa. Var annar hópurinn geymdur í RSW tanki skipsins, en hinn ísaður eins og venjulega í 90 l plastkassa.

Hitastigið í tönkunum var +0.5 til -1.5°C. Fiskurinn var metinn eftir 1, 5-7 og 10 daga geymslu. Eldri fiskurinn úr báðum hópum fékk lítið eitt verra ferskfiskmat eins og vænta mátti, einkum vegna gallaðra þunnilda. Bragðprófanir á soðnum flökum gáfu svipaðar niðurstöður bæði fyrir kassa og tankfisk, nema hvað elsti fiskurinn kom betur út í ísgeymslu. Heildarniðurstaðan var því sú að geymslupolið sé svipað ef fiskurinn er ekki geymdur í meira en eina viku. Þannig kemur þessi niðurstaða vel heim og saman við rannsóknir Røyrvik (1980) sem getið var hér að framan.

Önnur tilraun á vegum R.f. sumarið 1981 með slægðan ufsa sýndi, að eftir geymslu í Cipax sjókrapagám var fiskurinn í góðu ástandi og kom vel út í ferskfiskmati eftir 4 og 7 daga geymslu. Ísaður samanburðarfiskur fékk verri útkomu, en ísunin var þó ekki eins góð og upphaflega var ráðgert (Valdimarsson, Stefánsson & Þorsteinsson, 1981).

3.2. Óslægður bolffiskur.

Hér á landi er meira en helmingur bolffiskaflans bátafiskur en meirihlutanum af þeim fiski er landað óslægðum. Að vonum er mikill áhugi á því að bæta meðferðina á þessum fiski og hafa augu manna beinst að krapagámum í því sambandi (Dagbjartsson o.fl., 1982).

Að sjálfsögðu er geymslupól á óslægðum bolffiski mun styttra en á slægðum. Geymslupólstilraunir gefa einnig mun misjafnari niðurstöður enda kemur ætíðastand fisksins inn í myndina auk ýmissa annarra óvissuþátta.

Árið 1969 voru gerðar á vegum R.f. tvær tilraunir með geymslu á óslægðum þorski í kældum sjó annarsvegar og ís hinsvegar. Niðurstöður urðu þær, að gæðamunur á fiskinum í þessum tilraunahópum var hverfandi eftir 9-11 daga geymslu, enda dæmdist nánast sama hlutfall hæft til frystingar (Guðmundsson & Pétursson 1969). Í svipuðum dúr voru niðurstöður úr hliðstæðri tilraun R.f. með geymslu á óslægðum þorski annars vegar í CSW gámum og hins vegar ísuðum í kassa. Þótt fiskurinn væri svipaður skv. skynmati (ferskfiskmati) þá var gámafiskurinn talinn „stinnari og vinnsluhafari“ Reyndar var allur fiskurinn dæmdur ónothæfur eftir 9 daga geymslu (Arason 1980b).

Hjá Fiskiðjusamlagi Húsavíkur hefur um árabíl verið í notkun RFW tankur til skammtímageymslu á óslægðum bátafiski. Að tilhlutan sjávarafurðadeildar S.Í.S. hefur R.f. gert úttekt á því, hve vel fiskur geymist á tanknum. Annars vegar voru gæði á óslægðum tankfiski borin saman við gæði á slægðum, ísuðum fiski (Valdimarsson & Sigurlinnason, 1981) og hins vegar voru gæði á óslægðum fiski athuguð, úr ís annars vegar og úr tanki hins vegar (Valdimarsson, Sigurlinnason & Dagbjartsson, 1981). Í stórum dráttum voru niðurstöðurnar á þann veg, að ekki væri mikill gæðamunur á fiskinum, hvort sem hann var kældur í vatni eða ís. Í fyrri tilrauninni kom fram, að skv. fiskmati var tankfiskurinn vatnsmeiri og lausari í sér en sá ísaði. Þrátt fyrir þennan áferðarmun kom enginn munur fram á skynmati á soðnum flökunum.

Í sambandi við norræna kolmunnaverkefnið (Nordforsk) var gerð á vegum R.f. tilraun með geymslu á óslægðum (og slægðum) kolmunna í sjókrapagámum. Var talið að kolmunninn geymdist u.þ.b. einum degi lengur í gámunum miðað við ísun í kassa. Geymdist slægði kolmunninn í 9 daga í gámunum en sá óslægði í 6 daga (Arason, 1980c).

Þá hefur óslægður karfi verið fluttur til Þýskalands í CSW gámi og var fiskurinn í ágætu lagi eftir 9 daga geymslu (Dagbjartsson o.fl. 1982). Erlend tilraun hefur sýnt, að karfi heldur lit sínum nokkuð betur í RSW en í ís (Longard & Regier, 1974).

Af erlendum rannsóknum með geymslu á óslægðum fiski í krapagámum má nefna tilraunir FTFI í Noregi, en þær beindust einkum að bátafiski (Landfald, 1978; Landfald & Adolfsen, 1980). Matsniðurstöður sýndu að CSW fiskurinn (óslægður í 15-45 klst) var talinn svipaður að gæðum og línuveiddur, kassaður fiskur. Tilraunir Norðmannanna gáfu einnig til kynna, að hægt sé að geyma óslægðan bolfisk í 48 klst. í sjókrapa án þess að fiskurinn verði of linur (Landfald, 1978).

Danskar tilraunir með geymslu á ýmsum tegundum af óslægðum bolfiski í CSW gámum gáfu 9-10 daga geymsluþol á óslægðum fiski, en 11-12 daga fyrir slægðan. Þunnildaskemmdir komu þó fram miklu fyrr, eða eftir 3-5 sólarhringa miðað við bestu kælingu á óslægða fiskinum (Olsen 1978).

3.3. Síld og aðrir feitfiskar.

Það virðist nokkuð almenn skoðun að feitfiskur, sem hætt er við þránun, geymist betur í krapa en ísaður í kassa (Hulme & Baker 1977; Lemon & Regier, 1977). Ástæðan er talin sú, að súrefni (sem veldur þránun) eigi greiðari aðgang að ísuðum fiski eins og rætt var hér að framan. Eitthvað virðist þetta þó vera málum blandið.

Umfangsmiklar skoskar rannsóknir Smith o.fl. (1980) gáfu ekki til kynna að ísvarinni síld væri hättara við þránun en þegar hún var geymd í RSW.

Myers (1974) gerði tilraunir með að flytja síld, sem ætluð var til kippersframleiðslu, í krapagámum. Til samanburðar var síldin ísuð í kassa. Gæðamatið fór þannig fram, að metið var hvernig síldin kom út úr flökunarvélum og hvernig fullunninn kippers flokkaðist. Í stuttu máli sagt reyndist álíka vel að geyma síldina í CSW gámum eins og ísaða í kassa, a.m.k. þegar geymslan fór ekki yfir 60 klst.

Stór hluti af síldarafa Bandaríkjamanna hefur til skamms tíma hafnað í mjölvinnslu vegna ónógrar kælingar strax eftir veiði. Tilraunir Hulme og Bakers (1977) sýndu að auðvelt var að stórbæta meðferðina með því að nota CSW gáma. Viðmiðunin var reyndar sú að geyma síldina, sem veidd var allt að 17°C heitum sjó, ókælda.

Niðurstöður danskra tilrauna með CSW flutning á síld og makríl væru á þá leið, að sú aðferð sé a.m.k. eins góð og ísun í kassa (Anon, 1978a).

Tilraunir Smith o.fl. (1980) með geymslu á síld sýndu hins vegar mjög svipað geymslupól, hvort heldur hún var ísuð eða geymd í RSW, ef geymslutíminn var ekki lengri en 4-5 dagar. Eftir það gengu skemmdir eitthvað hraðar fyrir sig í RSW, en munurinn var óljós. Þó hafa ýmsar athuganir sýnt, að RSW geymsla á makríl gefur jafngóða eða betri raun en ísun í kassa (Lemon & Regier, 1977).

Eitt af þeim dæmum sem gjarna eru nefnd um það að fiskur geti geymist verr í RSW en í ís, eru tilraunir Shaw og Botta (1975) með loðnu af Nýfundnalandsmiðum. Tilraunin var gerð með karlloðnu rétt um hrygningartímann.

Linaðist fiskurinn mun örur í RSW en í ís, og var ónýtur á 3. degi. Hér á landi hefur fengist 9 daga geymsluþol á loðnu sem geymd var í CSW gám, samanborið við 6 daga geymsluþol í ís, en sú loðna var veidd í mars (Arason, 1980b).

3.4. Humar og rækja.

Segja má að hér á landi sé sjókrapaaðferðin hvað best þekkt í sambandi við geymslu á humri. Humarinn er oftast geymdur á þennan hátt í 200 l tunnum og er reynslan af þessari geymsluaðferð mjög góð.

Tilraun hefur verið gerð hér á landi með að geyma rækju á svipaðan hátt og humar, en útkoman var slæm. Rækjan varð laus í sér og molnaði og þótti nýtast illa við pillun (Jóhannesson 1980b). Ýmsar erlendar rannsóknir benda hins vegar til þess að rækja geymist álíka vel í RSW og í ís (Hansen, 1981).

4. NÝTING Á SJÓ-EÐA VATNSKELDUM FISKI.

Þegar fiskur er geymdur í sjó eða vatni tekur hann upp vatn, þannig að í raun tútnar hann út. Vatnsupptakan er meiri við geymslu í ferskvatni en sjó og stafar það að sjálfsögðu af saltinu. Það hefur sýnt sig, að það er misjafnt eftir atvikum, hve mikið vatn fiskurinn tekur upp. Þyngdaraukningin er oftast á bilinu 0.5-1% af heildarþyngdinni á dag (Røyrvik, 1980; Jóhannesson, 1980; Valdimarsson & Sigurlinsson, 1981, Styrkársson 1981), en sést hafa tölur upp á 1.2% aukningu á dag fyrir slægðan hausaðan þorsk (Tertnes, o.fl. 1978). Flestar tilraunir, bæði innlendar og erlendar sýna, að þetta upptekna vatn er laust bundið og sígur úr fiskinum við vinnsluna, og er því lokavatnsinnihald flakanna svipað og hefði fiskurinn verið geymdur í ís (t.d. Guðmundsson & Pétursson, 1969; Landfald & Adolfsen, 1980; Røyrvik 1980). Í einni tilraunanna kom þó fram, að þegar ís milli vafninga í 5 lbs. öskjum var athugaður, reyndist hann helmingi meiri í öskjum, sem höfðu að geyma flök úr krapafiski en úr sambærilegum ísfiski.

Þannig hefur vatnið ekki náð að síga nægjanlega vel úr flökunum áður en þeim var pakkað til frystingar. Athugun á því hvar í vinnslurásinni fiskurinn tapar þessu vatni gaf til kynna að mest munaði um flökunina (Styrkársson, 1981).

Þannig tekur sjó-eða vatnskældur fiskur upp vatn, en ísfiskur missir vatn eins og kunnugt er, einkum við lengri geymslu.

Ýmsir hafa getið sér þess til, að sökum þess hve sjó-eða vatnskældur fiskur heldur vel lögum sinni megi ætla, að hann skerist betur í flökunarvélum og gefi því hærri flakanýtingu.

Olsen (1978) taldi að vinnslutilraunir sýndu engan mun á flökunarnýtingu bolfisks úr krapasjó, miðað við ísun í kassa. Mikilvægt er að gera sér grein fyrir því hvernig nýtingin er reiknuð. Réttast er að miða við fisk úr sjó þar sem krapafiskur tekur upp vatn við geymslu, en ísfiskur tapar vatni.

Hinar umfangsmiklu tilraunir Røyrvik (1980) sýndu, að bolfiskur sem geymdur var í krapa gaf talsvert betri nýtingu á snyrtum flökum en ísfiskur. Þessi munur jókst eftir því sem fiskurinn var eldri. Nýtingin á frystum flökum af 12 daga gömlum fiski var u.þ.b. 55% fyrir sjókrapafisk (miðað við slægt og hausað), en u.þ.b. 51% fyrir kassafisk, en þessi munur virtist ekki meiri en 1-2% fyrir 6-8 daga gamlan fisk. Þegar búið var að þíða og sjóða flökin minnkaði þessi munur hins vegar nokkuð.

Tertnes o.fl. (1978) fengu 2-3% lakari flakanýtingu fyrir krapa-þorsk en ísaðan. Var þá miðað við innvigtaðan fisk. Séu gögn hans hins vegar umreiknuð og miðað við fisk úr sjó, þá fæst eitthvað hærri nýting fyrir krapafiskinn.

Íslenskar tilraunir með geymslu á bolfiski í krapasjó eða RSW/RFW hafa gefið eftirfarandi niðurstöður:

Tafla 2. Íslenskar nýtingartilraunir.

Tilraun	Tilvitnun	Flakanýting miðað við ísaðan fisk
RSW, þorskur,	Guðmundsson&Pétursson, (1969)	Meiri úr RSW, en munur lítill.
RSW, þorskur	Jóhannesson (1980 a)	Svipuð nýting
RFW, þorskur	Valdimarsson&Sigurlinnason (1981)	1.4% meiri úr RFW
CFW, þorskur	Styrkársson, (1981)	U.þ.b. 1% meiri í CFW
CSW, ufsi,	Valdimarsson, Stefánsson & Þorsteinsson (1981)	1.5% minni í CSW

Af töflunni má sjá, að flestar tilraunirnar hafa gefið eitthvað betri flakanýtingu fyrir sjó-eða vatnskælda fiskinn. Undantekning er ufsatilraunin (Valdimarsson, Stefánsson & Þorsteinsson, 1981). Sú tilraun var þó gerð mjög nákvæmlega, þannig að hægt yrði að bera niðurstöðurnar saman á tölfræðilegan hátt. Voru 5 fiskar vigtaðir saman í 10 hópum fyrir hvora geymsluaðferð út í gegnum vinnsluna. Skýringin á verri nýtingu sjókrapafisksins gæti legið í því að gámafiskurinn var mun stinnari en ísfiskurinn og því e.t.v. skorist verr í flökunarvélunum.

Þannig bendir margt til þess, að við vissar aðstæður geti verið einhver nýtingaraukning á vatns-eða sjókældum fiski miðað við ísun, án þess að um aukið vatnsinnihald sé að ræða í lokaafurð. Hins vegar er ljóst, að svo margir þættir hafa áhrif á nýtinguna, að vafasamt er, að einhlit svör fáist um mun á geymsluaðferðunum að þessu leyti.

5. HELSTU VANDAMÁL VIÐ NOTKUN KRAPAGÁMA.

Þannig má draga þá ályktun að geymsla á fiski í kældum sjó eða ís sé í stórum dráttum sambærileg við geymslu í ís, bæði hvað snertir gæði og nýtingu, a.m.k. ef dæma má út frá tiltölulega takmörkuðum tilraunum.

Það verður þó að hafa í huga, að flestar samanburðar-tilraunirnar hafa miðast við það að svara grundvallarspurningum um gæði og nýtingu. Við flestar tilraunirnar hefur þess

vegna verið reynt að tryggja að geymsluaðferðunum hafi verið beitt við bestu skilyrði, jafnvel þótt það hafi kostað tilfæringar sem teljast hæpnar við raunverulegar aðstæður. Sem dæmi má nefna blöndun á fiski og krapa með skóflum og kústum. Þess vegna má ætla, það sú mynd af þessum geymsluaðferðum, sem hér hefur verið rakin breytist eitthvað þegar þeim er beitt við raunverulegar aðstæður.

5.1. Klumpamyndun.

Einn aðal kosturinn við gámana hefur verið talinn sá, að hægt sé að flytja ísinn á veiðistað í gámunum. Vandamálið er hins vegar það, að þegar ísinn er geymdur í tómun gámi í nokkra daga, þá hléypur hann í hellu, sem verður að brjóta áður en mynda á krapann. Reyndar prófuðu Hulme & Baker (1977) að bæta sjónum í um leið og ísnum og geyma þannig tilbúinn krapann í gámunum frá upphafi veiðiferðar. Þetta minnkaði verulega klumpamyndun í ísnum. Þessi aðferð hefur þó ýmsa ókosti í för með sér. Varmatapið eykst miðað við að geyma ísinn óblandaðan. Auk þess er löng geymsla á krapanum fyrir notkun mjög óæskileg vegna hættu á gerlavexti sem flýtt getur fyrir skemmdum.

5.2. Blöndun á fiski og ís.

Ekki er nóg að mynda góðan ókögglaðan krapa, því miklu máli skiptir að fá fiskinn til að blandast vel saman við krapann. Þar skiptir máli hvaða fisktegund er um að ræða og með hvaða hætti er sett í gámana. Smár fiskur blandast auðveldar en stór. Til dæmis var hægt að hræra í krapagámi með loðnu (Arason, 1980b) þótt slíkt sé ógerlegt fyrir bolfisk.

Tilraunir R.f. með geymslu á þorski í Cipax gámum sýndu, að þegar þorski er kastað með eðlilegum hætti ofan í gáminn þá hrúgast fiskurinn ofan á krapann, sjórinn flýtur upp en ísinn verður undir. Engin bót reyndist í því að þynna krapann með því að auka sjómagnið. Til að fá jafna dreifingu á fiski og krapa varð að setja í gáminn í lögum, þ.e. fisk krapa og sjó til skiptis (Valdimarsson, Stefánsson og Þorsteinson 1981). Danskar tilraunir gáfu svipaðar niðurstöður (Olsen, 1978).

5.3. Hitadreifing.

Ljóst er, að ef ís og fiski er illa blandað í gámunum myndast í þeim hitapollar séu þeir hafðir í kyrrstöðu um nokkurn tíma. Veltingur um borð í fiskiskipi hjálpar að sjálfsögðu til við að jafna hitastigið í gámunum og dugar í flestum tilfellum.

Til að fá jafna hitadreifingu í krapagámum voru í Bretlandi gerðar tilraunir með að blása lofti í gegnum krapann. Myers (1974) gerði slíkar tilraunir með síld. Taldi hann nauðsynlegt að blása lofti í gegnum krapann í 6 klst. eftir áfyllingu (gámarnir voru 2-3 m³ að stærð) til þess að jöfn kæling fengist.

Lemon og Regier (1976) notuðu 270 l gáma sem í voru sett 135 kg af makríl, 45 kg af ís og 45 l af ís. Ef engin blöndun átti sér stað í þessu kerfi, þá var hitastigið við yfirborðið venjulega -1°C en +2°C við botninn. Nauðsynlegt var að dæla lofti í gegnum krapann í a.m.k. 4 klst. til að komast hjá myndun hitapolla, en þá jafnaði hitastigið sig við -1°C.

Landfald (1978) segir í sinni skýrslu, að einhvers konar blöndun í gámunum sé nauðsynleg, til þess að halda hitastiginu nógu lágu og danskur tilraunir sýna það sama. Olsen (1978) notaði 1360 lítra gáma og var sjórinn settur í þá rétt fyrir notkun. Að lokinni áfyllingu var loftblástur hafður á í 1-2 klst. til að jafna hitastigið. Öðru hvoru var síðan lofti blásið í gegn til að koma í veg fyrir myndun hitapolla. Þessar tilraunir sýndu einnig að væri ísinn geymdur í 1-2 vikur í gámunum fyrir notkun, þá reyndist loftbólublöndunin ekki fullnægjandi til að viðhalda lágu hitastigi, jafnvel þótt íshellan sem myndaðist við geymsluna væri brotin í sundur áður en sjónum var bætt í. Þótt blásturinn væri 4-5m³ af lofti pr.klst. varð hitamunurinn innan gámana allt að 4-5°C (Olsen, 1978).

Þrátt fyrir þetta, er loftbóluaðferðin almennt talin árangursrík við að jafna hitastigið í krapa. Helstu gallarnir hafa verið taldir froðumyndun og afhreistrun á fiskinum.

Rørvik (1980) gerði mælingar á því, hve þykkt lag af fiski mætti vera milli íslaga, þannig að nægjanleg kæling fengist. Komst hann að þeirri niðurstöðu, að án veltings eða loftblásturs, mætti ekki vera meira en 30-40 cm lag af fiski á milli íslaga. Það tók fiskinn í miðju slíku lagi 14 klst. að lækka úr 8°C niður í u.þ.b. + 1°C, þegar hann var umlukinn sjókrapa.

6. FRAMHALDSRANNSÓKNIR.

Af framansögðu er því ljóst, að eigi litlir krapagámar að koma til greina sem alhliða flutningatæki fyrir ferskan fisk, þá verður fyrst og fremst að leysa hitadreifingarvandamálið. Ætíð verður að hafa í huga að byrji skemmdir í ílátum sem þessum, þá skemmist allt innihaldið.

Eigi krapagámar að geta orðið sú alhliða betrubót á fiskmeðferð sem fyrirséð var, verða þeir að dómi undirritaðs að hafa eftirfarandi eiginleika:

- (1) Að gámana megi hlaða með ís í landi, allt að 7 dögum áður en fiskur er settur í þá, og að engar frekari tilfæringar þurfi til við ísinn.
- (2) Að gámarnir haldi hitastiginu undir 0 °C alls staðar í gámnum í a.m.k. 8 daga eftir hleðslu miðað við kyrrstöðu í +10°C lofthita.

Takist að smíða gáma sem fullnægja þessum skilyrðum og halda kostnaðinum innan skynsamlegra marka, er lítill vafi á því, að hér getur orðið bylting í geymslu- og flutningatækni á ferskum fiski.

Einn möguleiki til lausnar á hitadreifingarvandamálinu hefur verið lítillega kannaður á R.f. Félst aðferðin í því að fiskurinn er umlukinn ískápu, sem haldið er með grind innan í gámnum. Með þessu móti kemur ísinn ekki í beina snertingu við fiskinn en sjórinn eða vatnið flytja varma úr fiskinum yfir í íslagið. Með þessu móti er hægt að koma talsvert meira magni af ís fyrir í gámnum, vegna þess að hann má vera malaður. Ekki skiptir þá ýkja miklu máli þótt ísinn renni í hellu. Utanaðkomandi varma er eytt áður en hann nær til fisksins og lóðrétt varmastreymi í gámnum er ekki hindrað.

Eins og áður sagði eru tilraunir með þessa gerð af gámi á byrjunarstigi.

ANON (1978a). Containerföring.
DFT. 31, 16-17.

ANON (1978b). Store forventingar til nytt norsk produsert
anlegg fore tank-kjølling og luftopptrekk av fisk.
Fiskets gang 15, 454-458

ANON (1981). Fisk tendering: "Basic vessel design is where
it all begins".
Ocean Leader, (spring) 46-48.

Arason, S (1980a). Óbirtar niðurstöður.

Arason, S. (1980b) . Gámaflutningar og geymsla sjávarafurða.
Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
Tæknitíðindi 121, 12 bls.

Arason, S. (1980c). Kolmunnatilraunir 1979. Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins: Tæknitíðindi 118, 19 bls.

Barnett, H.J. Nelson, R.W. Hunter, P.J. E. Grossinger, H.
(1978). Use of carbon dioxide dissolved in refrigerated brine
for the preservation of pink shrimp (Pandalus spp.).
Marine Fisheries Review 40(9), 24-28.

Cohen, E.H. & Peters, J.A. (1963).
Storage of fish in refrigerated sea water. 2-Quality changes
in whiting as determined by organoleptic and chemical
analysis.
Fish. Ind. Res. 2(2), 21-27.

Dagbjartsson, B. Valdimarsson, G. Arason, S. (1982).
Icelandic experience in storing fish in chilled seawater.
International Journal of Refrigeration, 5(3), 141-145.

Einarsson, H. (1964). Sjókæling sem geymsluaðferð fyrir ferskan
fisk.
Frost 4 (10.-12. tbl), 9

Einarsson, H. (1967). Geymsla og meðferð á hráefni til fisk-
iðnaðar.
Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 52, 1-20.

Guðmundsson, J. & Pétursson, S. (1969).

Geymsla á þorski í kældum sjó og kössum.

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins: Fjölrituð skýrsla, 10 bls.

Hansen, P. (1980). Bulk handling and chilling of large catches of small whole fish.

Technological Laboratory. Danish Ministry of Fisheries.
Fjölrituð drög, 33 bls.

Hansen, P. (1981). Containers for chilling, storage and transport of fresh fish in ice water.

I.I.R.-I.I.F. Commissions C2, D1, D2 and D3 - Boston
(U.S.A.)-1981/4

Hulme, S.E. & Baker, D.W. (1977).

Chilled seawater system for bulkholding sea herring

Marine Fisheries Review 39 (3), 4-9

Jóhannesson, J. (1980a). Bráðabirgðaskýrsla um athugun á geymsluþoli fisks sem geymdur er í köldum sjó og samanburður við ísaðan kassafisk.

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins: Fjölrituð skýrsla, 5 bls.

Jóhannesson, J. (1980b). Rækja í krapagám.

Ársskýrsla Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins, 1980.

Landfald B. (1978). Handling the catch on small coastal fishing vessels.

Fiskeriteknologisk forskningsinstitut (FTFI); Tromsø:

Fjölrituð skýrsla, 4 bls.

Landfald, B. & Adolfsen, H. (1980).

Is-sjóvannscontainere i kystfiskeflåten. Forsøk með føring av rund fisk.

Fiskeriteknologisk forskningsinstitut. Tromsø.

Fjölrituð skýrsla, 23 bls.

- Lemon, D.W. & Regier, L.W. (1977)
Holding of Atlantic mackerel (Scomber scombrus) in refrigerated sea water. J. Fish. Res. Board. Can. 34, 439-443.
- Longard, A.A., & Regier, L.W. (1974).
Colours and some composition changes in ocean perch (Sebastes marinus), held in refrigerated sea water with and without carbon dioxide.
J. Fish. Res. Bd. Can. 31(4), 456-460.
- McCallum, W.A. & Chan, M.S. (1961).
Experiments of the storage of Canadian Atlantic coast cod in refrigerated sea water.
I appendix I. Roach, S.W.
Fish. Res. Bd. Canada, Bulletin 126.
- Myers, H.M. (1974). The use of chilled sea water containers for storage and transportation of wet fish. Tidsskrift for Hermetikindustri, 235-236.
- Olsen, K.B. (1978). Containerføring af konsumbifangster fra industritrawlere.
Fiskeriministeriets forsøgslaboratorium Fiskerisymposium, okt. 1978.
Fjölrituð skýrsla, 13 bls..
- Roach, S.W. Harrisson, I.M.S. & Tarr, H.L.A. (1961).
Storage and transport of fish in refrigerated sea water.
Fish Res. Bd. Canada, Bulletin, 126.
- Røyrvik, J. (1980). Transport og lagring af fersk fisk.
Utdrag fra undersøkelser vedrørende containertransport av mager fisk. Fjölrituð skýrsla, 13 bls.
- Shaw, D.H. & Botta, J.R. (1975).
Preservation of inshore male capelin (Mallotus villosus) stored in refrigerated sea water.
J. Fish. Res. Board. Can. 32(11) 2047-2053

Shewan, J.M. (1965).

Bacteriology of fish stored in chilled sea water.

I: Fish handling and preservation. Proceedings of a meeting on fish technology, Scheveningen; VII 95-109 Paris: OECD.

Smith, J.G.M., Hardy, R. McDonald, I & Tempelton, J.

(1980). The storage of herring (Clupea harengus)

in ice, refrigerated sea water and at ambient temperature.

Chemical and sensory assessment.

J. Sci. Food. Agric. 31, 375-385.

Sola, E. (1978). RSW-system med automatisk lossing.

Fiskens Gang, 2, 49-55.

Spencer, R. & Baines, C.R. (1964).

The effect of temperature on the spoilage of wet white fish.

I. Storage at constant temperatures between -1°C and 25°C.

Food Technology 18, 175-179

Styrkársson, S. (1981). Þorskur úr krapavatni. Nemenda-
verkefni við Fiskvinnsluskólann í Hafnarfirði. Fjölrítuð
skýrsla, 34 bls.

Tertnes, G. Ivertsen, F & Losnegard, N (1978). Forsök
med lagring av slød, hodekappet torsk i RSW-tank, Melbu.
Fjölrítuð skýrsla, 21 bls.

Tomlinsson, N. Geiger, S.E. Boyd, J.W. Southcott, G.A. Gibbard,
G.A. & Roach S.W. (1974). Comparison between refrigerated
sea water (with or without carbon dioxide) and ice as storage
media for fish to be subsequently frozen.

I.I.F.-I.I.R.- Commissions B2, D3, (1974); 163-168

Valdimarsson, G. & Sigurlinnason, S. (1981).

Skammtímageymsla á óslögðum þorski í kældu vatni.

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins: Fjölrítuð skýrsla, 24 bls.

Valdimarsson, G. Sigurlinnason, S. og Dagbjartsson, Á.

(1981). Skammtímageymsla á óslögðum þorski í kældu vatni.II.

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Óbirtar niðurstöður.

Valdimarsson, G. Stefánsson, G. & Þorsteinsson, T. (1981).
Ufsi geymdur í sjókrapa.
Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins óbirtar niðurstöður.

