



Titill / Title	Sjófryst flök til framhaldsvinnslu - Tilraunir með pökkun og niðursögun		
Höfundar / Authors	Birgir Guðlaugsson og Ásgeir Stefánsson		
Skýrsla Rf / IFL report	26-97	Útgáfudagur / Date:	19.12.1997
Verknr. / project no.	1056		
Styrktaraðilar / funding:	Rannsóknarráð Íslands / Iceland Research Council		
Ágrip á íslensku:	<p>Gerðar voru tvær tilraunir þar sem pakkað var millilögðum þorsflökum á mismunandi hátt um borð í frystitogarannum Málmey SK-1. Tilraunirnar eru hluti af samstarfsverkefni Íslenskra sjávarafurða, Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og Fiskiðjunnar Skagfirðings sem styrkt er af Rannsóknarráði Íslands og nefnist "Sjófrystar afurðir - nýir vinnslumöguleikar".</p> <p>Í fyrri tilrauninni voru gerðar tilraunir með mismunandi stærðarflokkun flaka fyrir millilagningu og mismunandi magn í öskjum, alls átta ólíkir hópar. Sýnin voru síðan tekin til framhaldsvinnslu hjá Kambfelli hf. á Reyðarfirði og var fylgt eftir við uppbrot, niðursögun og pökkun og mæld nýting í hverju vinnsluprepi.</p> <p>Í seinni tilrauninni var unnið útarlegar með forflokun flaka og óhefðbundnar aðferðir við millilagningu.</p> <p>Helstu niðurstöður eru þær að forflokun flaka er mikilvægur áhrifaþáttur á nýtingu við niðursögun og pökkun en aflögun flakanna hafði minni áhrif en vænst hafði verið. Einnig kom fram að möguleikar eru á að spara umbúðir við sjófrystingu annað hvort með því að millileggja beint í frystipönnur án askja og pakka síðan blokkunum í ytri kassa eða að binda öskjur saman í þriggja öskju búnt án þess að setja þær í ytri kassa. Æskilegt er að gera frekari tilraunir með þessa þætti.</p>		
Lykilorð á íslensku:	sjófrysting, niðursögun, nýting, pökkun		
Summary in English:	<p>This report describes the results of two experiments on different packaging methods for sea-frozen cod fillets and further processing onshore. The experiments are a part of a cooperation project between Iceland Seafood, Icelandic Fisheries Laboratories and Fiskiðjan Skagfirðingur.</p> <p>In the first experiment some eight different groups of samples of cod fillets were packed and frozen at sea and then processed onshore by breaking up the packages, cutting the fillets in specified portions by band saw and finally the portions were packed in specified retail packs. Each group of samples was traced through the processing and the utilization of each process step determined.</p> <p>In the second experiment further studies on fillets' grading were made as well as tests on reducing packaging material onboard the fishing vessel.</p> <p>The main results are that grading of fillets is of major importance for the utilization by portioning and packing onshore while effects of fillets' distortion was less than expected. Furthermore it was found that packing of fillet onboard can very well be done without using paper cases. Further experiments are though needed on these matters.</p>		
English keywords:	freezing trawler, sawed portions, utilization, packaging		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD	1
2.1. Skipulag	1
2.2. Fyrri tilraun	2
2.2.1. Pökkun flaka (millilagning)	2
2.2.2. Uppbrot	3
2.2.3. Niðursögun.	4
2.2.4. Íshúðun.	5
2.2.5. Bitapökkun / samval.	5
2.3. Seinni tilraun	6
2.3.1. Pökkun flaka fyrir niðursögun (millilagning).	6
2.3.2. Nýtt plast.	7
2.3.3. Pakkað öskju- og kassalaust.	7
2.3.4. Röðun flaka í öskjur.	8
2.3.5. Uppbrot.	8
2.3.6. Niðursögun.	8
2.3.7. Bitapökkun / samval.	8
3. NIÐURSTÖÐUR	9
3.1. Fyrri tilraun	9
3.1.1. Pökkun flaka (millilagning).	9
3.1.2. Uppbrot	10
3.1.3. Niðursögun.	12
3.1.4. Íshúðun.	14
3.1.5. Bitapökkun / samval.	14
3.1.6. Heildarnýting.	15
3.2. Mat á niðurstöðum fyrri tilraunar	16
3.2.1. Flokkun hráefnis.	16
3.2.2. Pökkun hráefnis (millilagning).	16
3.2.3. Ályktanir.	17
3.3. Seinni tilraun	17
3.3.1. Niðursögun og pökkun	17
3.3.2. Nýtt plast.	19
3.3.3. Pakkað öskju- og kassalaust.	19
3.3.4. Röðun flaka í öskjur.	20
3.4. Mat á niðurstöðum seinni tilraunar	21
3.4.1. Flokkun flaka.	21
3.4.2. Umbúðir.	21
3.4.3. Röðun flaka.	22
4. ÁLYKTANIR	22
5. HEIMILDIR	24

1. INNGANGUR

Þessi skýrsla er áfangaskýrsla í samstarfsverkefni Íslenskra sjávarafurða hf. (ÍS), Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins (Rf) og Fiskiðjunnar Skagfirðings (FISK) er nefnist Sjófrystar afurðir - nýir vinnslumöguleikar. Verkefnið var styrkt af Rannsóknarráði Íslands. Skýrslan fjallar um tvær tilraunir með breytta tækni við pökkun um borð í frystiskipi og síðan niðurbrot, niðursögun og pökkun í landi. Tilraunirnar voru framkvæmdar um borð í bv. Málmei SK-1 og hjá Kambfelli hf. á Reyðarfirði. Fyrri tilraunin var gerð í apríl - maí 1997 og hin síðari í september - október 1997. Tilraunirnar voru framkvæmdar af skipverjum Málmei og starfsfólki Kambfells ásamt Ásgeiri Stefánssyni og Páli Valgeirssyni frá ÍS og Birgi Guðlaugssyni og Helga Halldórssyni frá Rf.

Markmið verkefnisins er að auka útflutningsverðmæti sjófrystra flaka með því að tengja saman sjófrystingu og framhaldsvinnslu í landi. Markmiðið mun nást með því m.a. að endurbæta vinnslu á sjó m.t.t. framhaldsvinnslu, hanna vinnsluferla fyrir nýjar afurðir í landi og meta arðsemi nýrra afurða. Við uppsetningu tilrauna var stuðst við niðurstöður í fyrri tilraunum sem lýst er í skýrslum (sjá heimildaskrá). Gerðar voru tilraunir með breytta tækni við millilagninu um borð í skipinu, sérstaklega m.t.t. stærðarflokkunar á flökum og mismunandi heildarþyngd í öskju. Sýnin voru síðan tekin til framhaldsvinnslu í landi, söguð í bita og pakkað og var fylgst með nýtingu í hverju vinnsluþrepi fyrir sig. Skoðað var hvaða áhrif mismunandi aðferðir við millilagningu höfðu á nýtingu við framhaldsvinnslu í landi.

2. FRAMKVÆMD

2.1. Skipulag

Gerðar voru tvær tilraunir, sú fyrri fór fram í veiðiferð frystitogarans Málmei SK-1 sem er gerður út af Fiskiðjuni Skagfirðingi hf. á Sauðárkróki í apríl 1997. Alls voru framleidd sýni um 390 kg af millilögðum sjófrystum flökum og þeim pakkað á átta mismunandi vegu. Dagana 5. - 7. maí 1997 voru sýnin tekin til framhaldsvinnslu hjá Kambfelli á Reyðarfirði þar sem flakablokkirnar voru brotnar upp, flökin söguð í

fyrirfram skilgreinda bitastærðir, bitarnir íshúðaðir og að lokum pakkað í neytendaumbúðir. Í seinni sjóferðinni með sama skipi sem farin var á tímabilinu september - október 1997 voru framleidd sýni tæplega 450 kg og voru þau flokkuð í tvo mismunandi stærðarflokka og pakkað á sama hátt. Einnig var millilagt og pakkað í litlu magni á sjö mismunandi vegu sama þyngdarflokki. Ennfremur var gerð tilraun með nýja gerð af millilagningarplasti. Dagana 29. - 30. október 1997 voru sýnin tekin til framhaldsvinnslu hjá Kambfelli þar sem flakablokkirnar voru brotnar upp, flökin söguð í fyrirfram skilgreinda bitastærðir og pakkað í neytendaumbúðir. Hráefnið í báðum tilraunum var þorskur, flakaður, roðlaus og snyrtur (án beina og þunnilda).

Við uppbrot voru metnar skemmdir á flökum (brotin flök), aflögun flakanna og hvort plast væri fast í flökunum. Skráð var vinnslunýting í hverju vinnsluþrepi með vigtun. Teknar voru ljósmyndir af aflögun flaka og röðun bita í umbúðabakka.

2.2. Fyrri tilraun

Tilgangurinn þessarar tilraunar var að kanna hvort mismunandi pökkunartækni við millilagningu hefði m.a. áhrif á útlit og lögun flakanna sem aftur myndi hafa áhrif á nýtingu við niðursögun. Einkum voru skoðaðir eftirfarandi þættir:

- þyngdarflokkun flakanna
- magn í öskju, þannig að ekki sé sett það mikið í öskjurnar að hætta sé á að flökin verði samanþjöppuð eða snúin.
- röðun í öskjur, hvort flökin raðist betur sé þeim snúið með flakasár upp eða niður eða á víxl.

2.2.1. Pökkun flaka (millilagning)

Pökkunartilraunir voru gerðar af skipverjum um borð í bv. Málmey SK-1 eftir leiðbeiningum sem þeim voru fengnar af verkefnishópnum. Framleiddir voru átta sýnahópar, tveir kassar af hverjum þeirra eða sex öskjur. Notað var hefðbundið 0,05 mm rifgatað millilagningarplast. Sýnunum var pakkað á eftirfarandi hátt:

Hópur 1: 6 öskjur af 285-369 g (10-13 oz.) flökum, 8,0 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp.

Hópur 2: 6 öskjur af 285-369 g (10-13 oz.) flökum, 8,5 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp eða niður.

Hópur 3: 6 öskjur af 425-567 g (15-20 oz.) flökum, 7,5 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp eða niður.

Hópur 4: 6 öskjur af 425-567 g (15-20 oz.) flökum, 8,0 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp eða niður.

Hópur 5: 6 öskjur af 425-567 g (15-20 oz.) flökum, 8,0 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp.

Hópur 6: 6 öskjur af 425-567 g (15-20 oz.) flökum, 8,5 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp eða niður.

Hópur 7: 6 öskjur af 567-680 g (20-24 oz.) flökum, 8,0 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp.

Hópur 8: 6 öskjur af 567-680 g (20-24 oz.) flökum, 8,0 kg pakkað í öskju, yfirvigt 240 g, flökunum snúið með flakasár upp eða niður.

2.2.2. Uppbrot

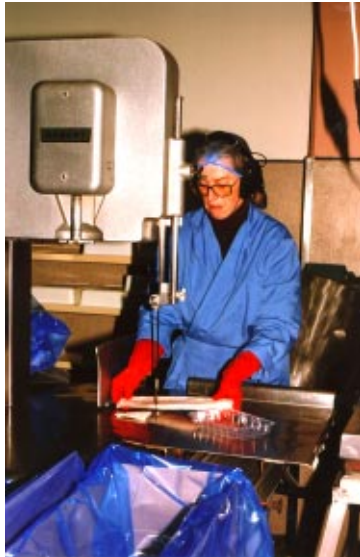
Sjófrystu sýnin voru tekin til framhaldvinnslu hjá Kambfelli hf. á Reyðarfirði. Uppbrotið fór þannig fram að öskjurnar með frosnum flakablokkunum voru látnar detta á gólf úr u.þ.b. 1,5 m hæð og var eitt fall látið duga til að losa um flökin sem dugði ágætlega. Síðan voru flökin rakin úr plastinu beint úr öskjunum. Öskjurnar voru vegnar fyrir uppbrot og síðan voru flökin úr hverri öskju talin eftir uppbrot og vegin öll saman. Lagt var mat á aflögun flakanna og skemmdir af völdum uppbrotsins. Aflögunin var metin af þeim sem framkvæmdu tilraunina. Var annars vegar talinn fjöldi mikið aflagaðra og hins vegar lítið aflagaðra flaka í hverri öskju fyrir sig. Við matið var lagt til grundvallar hvernig yrði að greina hvers konar bita væri um að ræða að lokinni niðursögun, þ.e. hvort um væri að ræða bita úr hnakkastykki, miðstykki eða sporði.



Mynd 1. Öskjurnar brotnar upp og flökin losuð úr plasti.

2.2.3. Niðursögun.

Flökin voru söguð niður í bandsög að afloknu uppbroti. Var fenginn til verksins starfsmaður sem vanur var niðursögun og bitavinnslu. Sagað var niður í bita með kjörþyngd 140 g, leyfileg lágmarksþyngd 115 g og leyfileg hámarksþyngd 165 g. Var starfsmanninum uppálagt að nýta flökin sem best. Unnið var úr hverjum sýnahóp fyrir sig. Voru niðursöguðu bitarnir flokkaðir niður í "sporða" og "bita" sem eru bitar úr hmakkastykki og miðstykki flaksins. Voru bitarnir taldir og hver og einn þeirra vigtaður. Ennfremur var vigtaður afskurður sem ekki nýttist í bita.



Mynd 2. Niðursögun flaka.

2.2.4. Íshúðun.

Að lokinni niðursögun voru sýnin geymd í frystigeymslu til næsta dags þegar þau voru íshúðuð. Íshúðunin fór fram á þar til gerðu færibandni með vatnsúða, sama búnaði og notaður er fyrir venjulega bitavinnslu. Markgildi íshúðarinnar var 4 - 6 %.

2.2.5. Bitapökkun / samval.

Pakkað var í bakka með tveimur bitum í hverjum. Kjörþyngd er 280 g, yfirvigt í samræmi við íshúðun. Bökkunum var síðan pakkað í ytri poka sem var lokað með suðu og síðan létt krumpaðir. Pakkað er annað hvort saman sporðum eða bitum en aldrei bita og sporði saman í bakka. Samvalið var í bakkana í samvalsvog með 14 hólfum. Hverjum sýnahópi fyrir sig var pakkað og síðan frákast vegið og talið.



Mynd 3. Dæmi um röðun bita í umbúðabakka.



Mynd 4. Fullbúnar pakkningar.

2.3. Seinni tilraun

Tilgangur þessarar tilraunar var að skoða nánar áhrif stærðarflokkunar flaka í öskjur á nýtingu við niðursögun. Flokkun var takmörkuð við tvo stærðarflokka og sama magn í öskju, hvor hópur um sig samanstóð af meira magni en í fyrri tilrauninni. Ennfremur voru gerðar tilraunir með óhefðbundna pökkun, eins og að pakka öskjulaust beint í pönnur og binda blokkir saman án ytri kassa. Gerð var tilraun með nýja gerð af millilagningarplasti. Pökkunartilraunir voru gerðar af skipverjum um borð í bv. Málmei SK-1 og Páli Valgeirssyni skoðunarmanni í sjófrystideild ÍS skv. leiðbeiningum verkefnishópsins.

2.3.1. Pökkun flaka fyrir niðursögun (millilagning).

Flokkað var í tvo stærðarflokka og pakkað í öskjur á hefðbundinn hátt. Stærðarflokkar voru valdir þannig að alltaf yrði í hvoru tilfelli unnið með sömu stærð af flökum, annars vegar flök sem skila þremur bitum í niðursögun, hins vegar fjórum bitum. Vigtuð voru 8,0 kg í öskjuna og yfirvigt 240 g. Annars vegar var pakkað 34 öskjum af 550 - 650 g flökum og hins vegar 20 öskjum af 400 - 500 g flökum. Sýnin fóru síðan í niðursögun hjá Kambfelli á Reyðarfirði.

2.3.2. Nýtt plast.

Millilagt var í nokkrar 20 lbs. öskjur (9,07 kg) á hefðbundinn hátt (hefðbundin vigt og yfirvigt) með nýrri gerð af plasti frá fyrirtækinu Íspakk ehf. Plastið er svokallað "High Density Polyethylene" (HD-PE), 0,03 mm þykkt og er rifgatað. Gerðar voru athuganir á hvort plastið sé hálla en hefðbundið plast og hvort það skapaði vandamál, hvernig gengi að rífa plastið og hvort fiskflökin rúmuðust betur í öskjunum eða féllu betur í þær. Ennfremur var gefinn gaumur að öðrum þáttum sem fram kynnu að koma. Pakkað var þremur stærðarflokkum:

1. 2 kassar, 6 öskjur af 5-8 oz. flökum.
2. 4 kassar, 12 öskjur af 8-16 oz. flökum.
3. 4 kassar, 12 öskjur af 16 oz. og stærri flökum.

2.3.3. Pakkað öskju- og kassalaust.

Í þessum hluta tilraunarinnar var kannað hvort hægt sé að pakka öskjulaust beint í frystipönnur. Athugað var m.a. hvort hætta sé á frostbruna, hvernig pönnunni sé skipt í einingar (stærð blokkanna) og hvernig á pannan að snúa í pökkuninni. Ennfremur var kannað hvort hægt sé að pakka öskjum og/eða öskjulausum blokkum með því að binda þær saman í stað þess að setja þær í ytri kassa. Notaður var stærðarflokkur 400 - 500 g. Framleiddir voru tveir kassar (sex öskjur/blokkir) af hverjum hinna sjö mismunandi hópa:

1. Millilagt beint í pönnu, notað hefðbundið plast, pönnunni skipt upp í tvennt með römmum/vinklum, vigtuð 2 x 12,0 kg í pönnuna og 2 x 360 g yfirvigt. Tveimur blokkum pakkað saman í kassa eftir frystingu.
2. Allt það sama og í hóp 1, nema að blokkir bundnar saman og enginn ytri kassi notaður.
3. Sama pökkun og í hóp 1, en notað langplast yfir og undir í pönnurnar, pakkað í ytri kassa.
4. Millilagt beint í pönnu, notað hefðbundið plast og pökkun. Pönnunni skipt í þrennt, vigtuð 8 kg og 240 g yfirvigt í hvert hólfi (blokk). Pakkað í ytri kassa eftir frystingu.
5. Það sama og hópur 4 nema að blokkirnar bundnar saman án ytri kassa.

6. Það sama og hópur 4 nema að langaplast haft yfir og undir í pönnunni og pakkað með HD-PE plasti.
7. Millilagt í öskjur, 8 kg + 240 g yfirvigt. Þrjár öskjur bundnar saman eftir frystingu, enginn ytri kassi.

2.3.4. Röðun flaka í öskjur.

Pakkað var í fimm kassa (15 öskjur) og flökunum raðað á óhefðbundinn hátt þannig að flakasári var ýmist snúið upp eða niður í einni og sömu öskjunni. Voru starfsmanninum gefnar frjálsar hendur með hvernig hann raðaði í þeim tilgangi að minnka hættu á aflögun flakanna í frystingu. Notaður var stærðarflokkur 400 - 500 g og vigtuð 8,0 kg í öskju, yfirvigt 240 g.

2.3.5. Uppbrot.

Uppbrot var framkvæmt á sama hátt og í fyrri tilrauninni. Ekki var hér lagt mat á aflögun. Tekin voru flök af handahófi úr hvorum sýnahóp fyrir sig og þau vigtuð.

2.3.6. Niðursögun.

Sagað var niður á sama hátt og í fyrri tilrauninni og í sömu bitastærðir, nema að lágmarksþyngd var hækkuð í 125 g. Nýting var mæld með vigtun niðursagaðra bita og afskurðar.

2.3.7. Bitapökkun / samval.

Pakkað var í sömu umbúðir og í fyrri tilrauninni. Frávik frá fyrri tilrauninni var að bitarnir voru ekki íshúðaðir í þessari tilraun. Nýtingin var mæld með því að vigta frákast. Einnig voru teknir bitar úr frákasti, taldir tíu saman og vigtaðir þannig til að fá hugmynd um stærðardreifingu frákastsins.

3. NIÐURSTÖÐUR

Í þessum kafla eru teknir fyrir þeir þættir sem skoðaðir voru í tilraununum og niðurstöður settar fram. Hafa ber í huga að þeir þættir er varða mat á aflögun eru byggðir á huglægu mati. Mældur er breytileiki sem reynt er að rekja til ákveðinna þátta, samanburður settur fram í myndum sem sýna breytileika sem hlutfall flaka, t.d. hlutfall aflagaðra flaka miðað við mismunandi pökkun. Aðallega er fjallað um þá þætti sem hafa áberandi áhrif á niðurstöður en minna um þá þætti sem ekki virðast vera afgerandi.

3.1. Fyrri tilraun

Hér er einkum fjallað um áhrif mismunandi millilagningar og pökkunar á sjófrystum flökum á aflögun þeirra við frystingu. Einnig er fjallað um hvaða áhrif mismunandi stærðarflokkun hefur á nýtingu við framhaldsvinnslu í landi. Reynt er að finna samband milli mælds breytileika og ákveðinna þátta í vinnsluferlinu og niðurstöður settar fram í súluritum sem sýna hlutfallslegan breytileika. Hér verður aðallega fjallað um þær niðurstöður sem sýna áberandi tengsl við áhrifaþætti.

Ekki er hér fjallað um arðsemi vinnslunnar, heldur eingöngu hvernig tryggja megi sem besta nýtingu hráefnisins.

3.1.1. Pökkun flaka (millilagning).

Við uppbrot voru flökin sem komu upp úr hverri öskju vigtuð og talin og meðalþyngd flaka í hverri öskju reiknuð. Reyndist meðalþyngd flaka í öllum öskjum vera í lagi eins og fram kemur í töflu 1.

Tafla 1. Meðalþyngd uppveginna flaka í hverjum þyngdarflokki.

þyngdarflokkur	lágmark	hámark	miðgildi	<i>meðalþyngd flaka</i>
285-369 g	285 g	369 g	327 g	325 g
425-567 g	425 g	567 g	496 g	481 g
567-680 g	567 g	680 g	623,5 g	609 g

Öskjuþyngd var hins vegar nokkuð breytileg og var vandamálið einkum í hæsta þyngdarflokknum þar sem tilhneiging var til að öskjurnar væru of þungar. Var meðalþyngd askjanna í þeim 8,41 kg en æskileg hámarksþyngd var 8,24 kg (= nafnþyngd + yfirvigt). Það er mjög eðlilegt að erfiðara sé að ná þyngd með þyngri flökum, einnig í ljósi þess að yfirvigt var nokkru þyngri en algengt er, en hún er oft 300 g í stað 240 g sem hér var reiknað með. Athyglisvert er einnig hversu mikil dreifing er í hóp 6 þrátt fyrir að meðalþyngdin sé innan marka en hið mikla frávik í hóp 1 má rekja til einnar öskju sem aðeins var 7,68 kg, án hennar er meðaltalið $8,23 \pm 0,04$ kg. Í töflu 2 má sjá samantekna meðalþyngd askja. Athugið að hér er um að ræða þyngd flakanna, þ.e. án umbúða.

Tafla 2. Meðalþyngd flaka í öskju.

þyngdarflokkur	hópur nr.	nafnþyngd (kg)	lágmark (kg)	hámark (kg)	meðalþyngd askja (kg)
285-369 g	1	8,0	8,00	8,24	$8,15 \pm 0,21$
	2	8,5	8,50	8,74	$8,69 \pm 0,06$
425-567 g	3	7,5	7,50	7,74	$7,69 \pm 0,09$
	4-5	8,0	8,00	8,24	$8,24 \pm 0,06$
	6	8,5	8,50	8,74	$8,61 \pm 0,29$
567-680 g	7-8	8,0	8,00	8,24	$8,41 \pm 0,25$

3.1.2. Uppbrot

Aðferðum við uppbrot er lýst í kafla 2.2.2 hér að framan. Almennt gekk uppbrotið vel, ekki voru nein vandamál við að rekja flökin úr plastinu þótt komið hafi greinilega fram að auðveldar var að losa upp öskjur með minna magni í. Einkum er hér lagt mat á hvaða áhrif mismunandi pökkunaraðferðir hafa á aflögun flakanna. Með aflögun er átt við að flökin renna til undan þrýstingi plötufrystanna við frýstinguna og kýtist út í

hliðar askjanna eða skorðast milli annarra flaka. Á mynd 5 má sjá dæmi um illa aflöguð flök (skv. mati þeirra sem framkvæmdu tilraunina) og góð flök, þ.e. lítið sem ekkert aflöguð. Til samanburðar er einnig mynd (mynd 6) af flökum sem keypt voru af handahófi af frystitogara og sést þar vel hversu illa aflöguð sjófryst flök geta verið og eru þau illa hæf eða óhæf til niðursögunar. Mikilvægt er að flökin séu sem minnst aflöguð til þess að í fyrsta lagi bitarnir líkist því að vera teknir úr flaki þegar þeir hafa verið sagaðir niður og í öðru lagi til að snyrta þurfi bitana sem minnst við niðursögun sem dregur úr nýtingu.



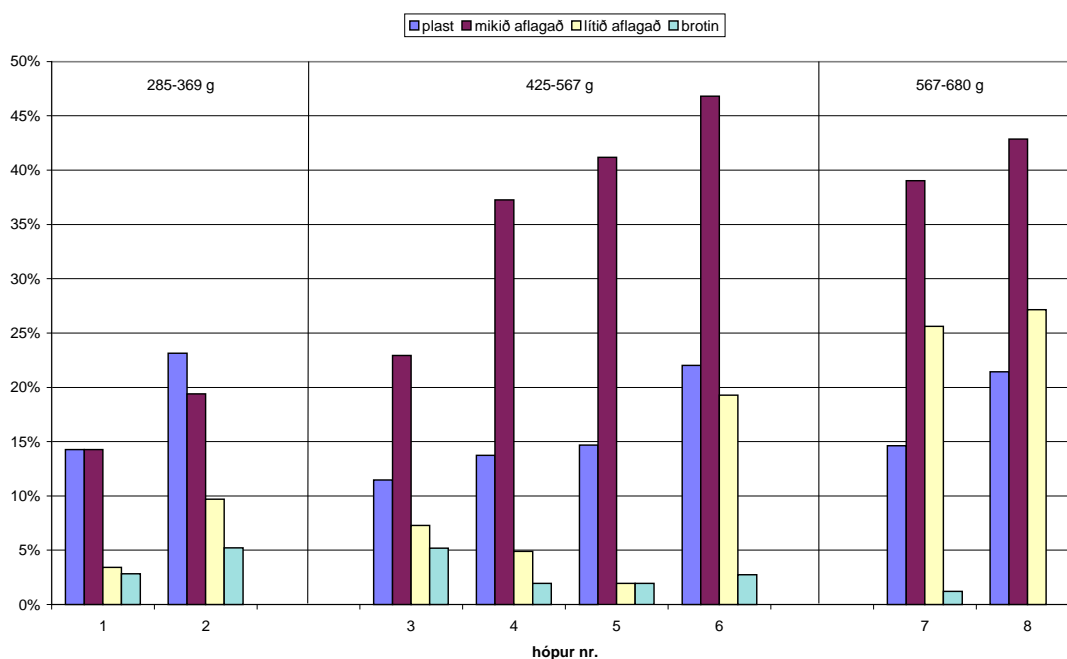
Mynd 5. Dæmi um mikið aflöguð flök (t.v.) og óaflöguð góð flök (t.h.)



Mynd 6. Illa aflöguð sjófryst flök.

Með þökkunaraðferðum er hér átt við mismunandi magn í hverja öskju og hvernig flökin eru lögð í öskjurnar, þ.e. hvort flakasár eða roðhlið snúi upp eða niður. Varðandi síðast nefnda atriðið virðast skilaboðin til þeirra sem framkvæmdu millilagninguna hafa misfarist eða misskilist og er því ekki hægt að leggja mat á þann þátt hér. Ef skoðað er sambandið milli þess hversu miklu er pakkað í öskjurnar og aflögunar á mynd 7 kemur fram að aflögun eykst greinilega með auknu magni. Við

Þessu mátti búast vegna þess að þegar minna magni er pakkað í öskjurnar verður þrýstingur frá frystiplötunum minni á flakablokkina í öskjunni. Einnig kemur fram að minni flökin virðast aflagast minna en þau stærri. Þetta má líklega skýra með því að með minni flökum eru meiri möguleikar til að raða þeim saman heldur en þeim stærri þar sem svigrúmið er minna í öskjunum.



Mynd 7. Hlutfall gallaðra flaka í hverjum sýnahópi.

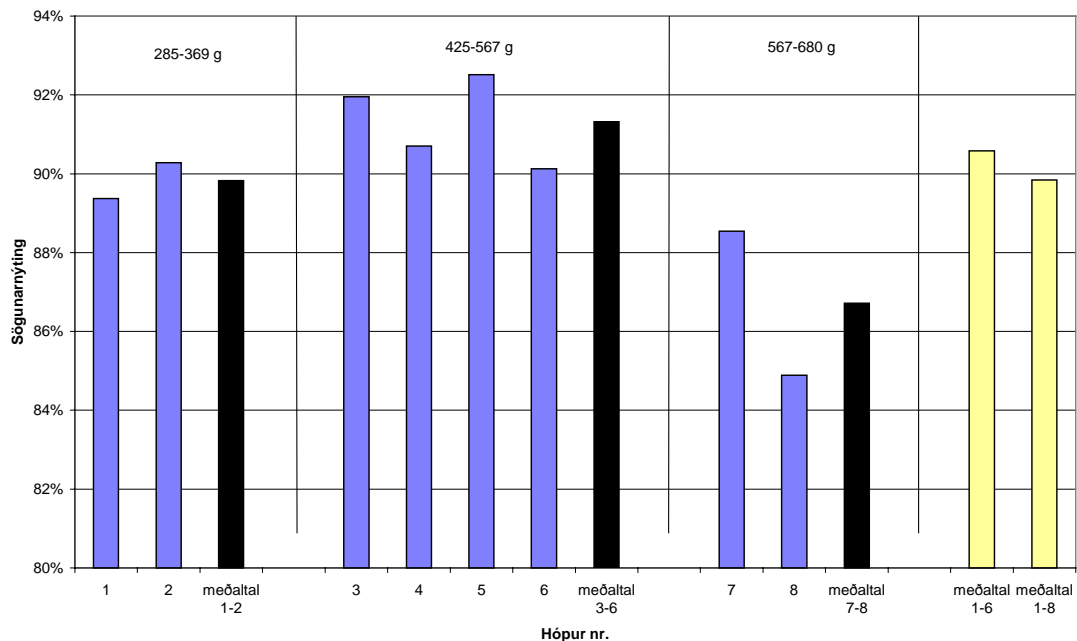
Einnig voru talin flök þar sem millilagningarplastið hafði frosið fast í flakinu og sýndi það sömu tilhneigingu og aflögunin enda er líklegt að það tengist þar sem plastið klemmist frekar á milli í aflöguðum flökum.

Athyglisvert er hversu stórt hlutfall flaka er aflagað í efri þyngdarflokkinum eða allt upp í 70%. Athuga verður þó að um er að ræða huglægt mat sem ekki er til viðmiðun fyrir og vel kann að vera að þeir sem framkvæmdu tilraunina hafi gert of miklar kröfur.

3.1.3. Niðursögun.

Við val á flokkum í millilagningu var miðað við að minnstu flökin nýttust í tvo niðursagaða 140 g bita, miðflokkurinn nýttist í tvo til þrjá bita og stærsti flokkurinn í þrjá til fjóra bita. Flokkarnir voru 285 - 369 g (10- 13 oz.) flök, 425 - 567 g (15 - 20

oz.) flök og 567 - 680 g (20 - 24 oz.) flök. Að meðaltali fengust u.þ.b. tveir bitar úr léttasta floknum, einn sporður á móti einum hnakkabita, úr miðflokknum fengust að meðaltali u.þ.b. þrír bitar úr hverju flaki, hlutfall þrír sporðar á móti sjö öðrum bitum og úr stærsta flokknum fengust að meðaltali 3,6 bitar úr hverju flaki, u.þ.b. einn sporður á móti þremur öðrum bitum.



Mynd 8. Sögunarnýting hvers hóps og þyngdarflokks reiknað sem þyngdarhlutfall.

Einn tilgangur tilraunarinnar var að mæla nýtingu mismunandi stærðarflokka flaka við niðursögun í bita. Ef skoðuð er mynd 8 má sjá að heildarnýting úr öllu safninu er u.þ.b. 90%. Lítil munur er milli flokka en þó virðist 425-567 g flokkurinn koma best út með rúmlega 91% nýtingu. Flokkur 8 er ekki marktækur þar sem við niðursögun hans var sagað niður eins og í bitavinnslu við niðurskurð á fersku hráefni. Þetta var hins vegar leiðrétt fyrir hina flokkana. Hins vegar er athyglisvert að ekki virðist koma fram sambengi milli aflögunar og nýtingar.

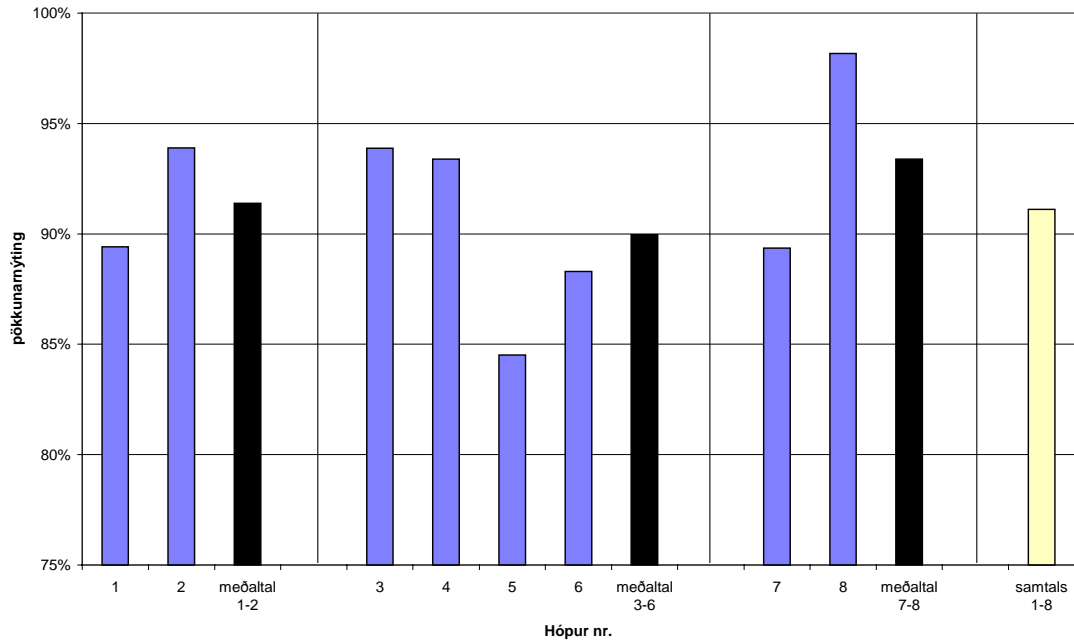
Varðandi vinnubrögð við niðursögunina kom í ljós að það virðist vera mjög mikilvægt að forflokka hráefni og þá þannig að úr hverjum flokki sé einungis hægt að ná ákveðnum fjölda bita. Þetta einfaldar mjög starf þess sem sagar og ætti jafnframt að hafa áhrif á meðalvigtina.

3.1.4. Íshúðun.

Markmið íshúðunar er að hún liggi á bilinu 4 - 6% eða að meðaltali 5%. Mæld var meðalíshúðun af öllu safninu, þar sem göt höfðu komið á nokkra poka og óvíst um hvort einhverjir bitar hafi ruglast á milli poka og þar með hópa. Meðalíshúðin reyndist vera 2,5% sem er nokkuð lægri en ætlunin var.

3.1.5. Bitapökkun / samval.

Á mynd 9 kemur fram nýting við samval og pökkun í neytendaumbúðir hvers hóps fyrir sig, meðaltal hvers þyngdarflokks og heildarnýting allra flokka. Reyndist heildarpökkunarnýtingin rúmlega 91%. Nýting einstakra hópa var hins vegar mjög misjöfn, meðalþyngd frákastaðra bita við samval reyndist 131 g, meðalþyngd frákastaðra sporðbita var 138 g og annarra bita 126 g. Það virðast því frekar hafa valist frá of léttir bitar heldur en of þungir. Þegar frákast hafði verið talið og vigtað fyrir hvern hóp var allt frákastið keyrt í gegnum samval og pökkun. Reyndust þá aðeins örfáir sporðbitar fara í gegn, en um 40% hinna bitanna. Það er hins vegar mat þeirra sem tilraunina framkvæmdu að um sé að ræða of lítið magn í hverjum hópi til að niðurstöðurnar séu marktækar. Það styður einnig fyrirvara um áreiðanleika niðurstaðnanna hversu mikill munur kemur fram í pökkunarnýtingu hóps 4 og 5, sem eru millilagðir og pakkað á sama hátt. Það kom einnig fram í samtali við verkstjóra vinnslunnar að reynslan hafði sýnt að hækkuð lágmarksþyngd bita við niðurskurð fersks hráefnis til pökkunar í sömu umbúðir og hér um ræðir gefi betri nýtingu við pökkun. Við bitavinnslu í húsinu hafði því lágmarksþyngd bitanna verið hækkuð úr 115 g í 125 g, en efri mörkin voru óbreytt, 165 g.

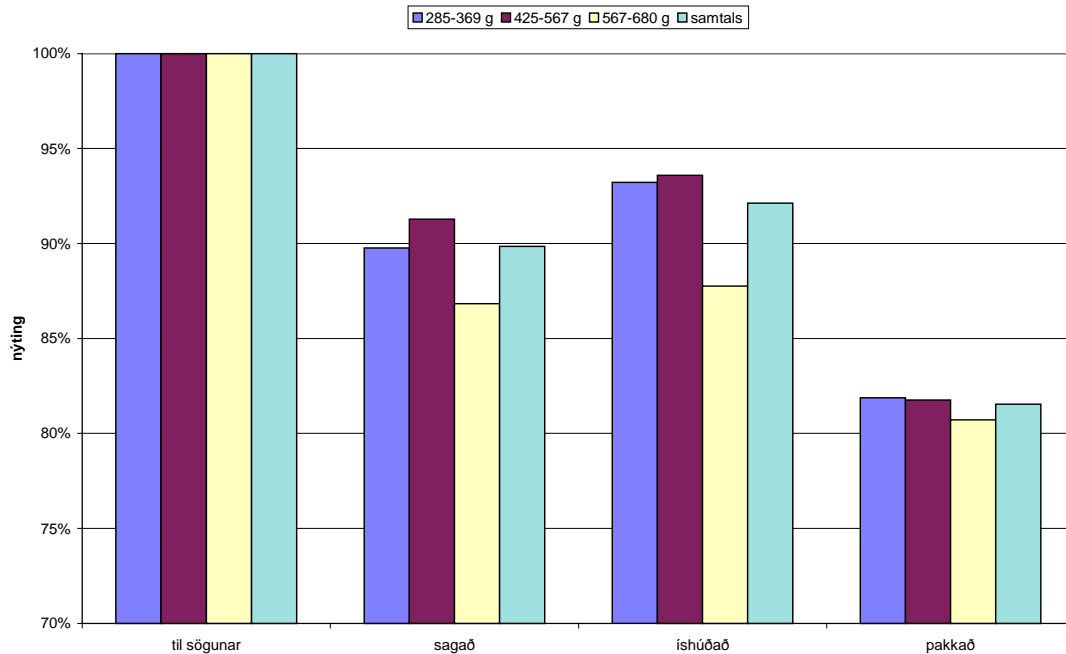


Mynd 9. Pökkunarnýting hvers hóps og þyngdarflokks reiknað sem þyngdarhlutfall.

Pakkað var tveimur bitum í pakkningu og er seld þyngd þeirra 280 g, sem með 5% yfirvigt eru 294 g. Eftirlitsvog ("tékkvog") var stillt á lágmarksþyngd 285 g og hámarksþyngd 344 g. Skv. skráningu vogarinnar reyndist meðalþyngd pakkninga 302,5 g, léttasta samþykka pakkningin 285 g og þyngsta samþykka pakkningin 336,5 g. Æskilegast er að meðalþyngd pakkninganna sé sem næst 294 g. Það er því ljóst að vinnslan er að afgreiða að meðaltali 2,9% yfirvigt í þessari framleiðslu.

3.1.6. Heildarnýting.

Heildarnýting allra hópa, þ.e. hlutfall framleiddrar afurðar af innvegnum sjófrystum flökum reyndist vera 81,5%. Ekki er neinn sjáanlegur munur á milli þyngdarflokka. Lakari nýting þyngsta flokksins í sögun virðist jafna sig upp í pökkuninni. Þó skal hafa fyrirvara á niðurstöðum um heildarnýtingu vegna efasemda um áreiðanleika pökkunarnýtingar, eins og fram kemur í kafla 3.1.5.



Mynd 10. Yfirlit yfir nýtingu einstakra þyngdarflokka reiknað sem hlutfall af innvegnum flökum.

3.2. Mat á niðurstöðum fyrri tilraunar

Hér verða dregin saman þau atriði sem sérstaklega voru viðfangsefni þessarar tilraunar og gert grein fyrir helstu niðurstöðum.

3.2.1. Flokkun hráefnis.

Fram kom að flokkun hráefnis hefur mjög mikið að segja varðandi nýtingu í niðursögun. Bæði kemur þar til að það einfaldar starf starfsmanns sem sagar að geta alltaf reiknað með að ná sama fjölda bita úr hverju flaki auk þess kom fram að aflögun virðist vera meiri á stærri flökum en minni. Í tilrauninni reyndist aflögun vera minnst í minnsta flokknum (285 - 369 g) en sögunarnýting mest í miðflokknum (425 - 567 g).

3.2.2. Pökkun hráefnis (millilagning).

Það hversu miklu magni er pakkað í öskjurnar hafði mikil áhrif á aflögun flakanna og hversu auðvelt uppbrot flakablokkanna er. Í ljós kom að því minna sem pakkað var í öskjurnar því minni var aflögunin og losun flakanna auðveldari.

3.2.3. Ályktanir.

Flokkun flaka fyrir millilagningu virðist hafa meiri áhrif á nýtingu við niðursögun í landi heldur en aflögun flakanna. Þannig virtist meiri aflögun ekki skila lakari sögunarnýtingu sem þá má e.t.v. túlka þannig að aflögun innan vissra marka sé ekki vandamál. Aflögun virðist vera bein afleiða þess magns sem pakkað er í öskjurnar. Tekin var því ákvörðun um að gera ítarlegri tilraun með stærðarflokkun, e.t.v. með flokkun á þrengra sviði og stærri sýni en í þessari tilraun og pakka sömu þyngd í öskjur.

3.3. Seinni tilraun

Í þessum kafla verður gerð grein fyrir einstökum niðurstöðum þeirra þátta sem skoðaðir voru í seinni hluta tilraunarinnar. Fjallað er um niðurstöður úr nýtingarmælingum við niðursögun og pökkun í neytendaumbúðir. Ennfremur er lagt mat á prófanir með nýja gerð af millilagningarplasti, tilraunir með óhefðbundna millilagningu, þ.e. öskjulausa millilagningu, pökkun án ytri kassa og að lokum umsögn um óhefðbundna niðurröðun flaka við millilagningu.

3.3.1. Niðursögun og pökkun.

Í töflu 3 og 4 má sjá niðurstöður úr nýtingarmælingum við uppbot, niðursögun og pökkun í neytendaumbúðir. Þar kemur fram að heildarnýting í flokki 400 - 500 g er aðeins 78% en í flokki 550 - 600 g nær hún hér um bil 85%. Til samanburðar úr fyrri tilrauninni var nýtingin þar á bilinu 80,7% til 81,8%. Sögunarnýtingin er svipuð hjá báðum þyngdarflokkum, eða um 95%. Það er hins vegar pökkunarnýting 400 - 500 g flokksins sem er mjög léleg eða aðeins 82,3% miðað við 88,3% hjá 550 - 650 g flokknum. Til samanburðar var pökkunarnýting í fyrri tilrauninni 90 - 93,4%.

Erfitt er að finna einhlíta skýringu á þessari löku nýtingu en líklegt er að lægri meðalvigt bita í léttari flokknum skipti mestu máli. Tekin voru sýni af frákasti í báðum flokkum og vigtuð og reiknuð út meðalvigt þeirra. Reyndist meðalvigt bita í frákasti úr 400-500 g flokkinum aðeins um 122 g, en úr flokki 550 - 650 g var

meðalvigtin um 125 g. Þetta bendir einnig til þess að þyngdardreifing hafi verið meiri í léttari flokknum.

Tafla 3. Niðurstöður nýtingarmælinga við niðursögun og pökkun flaka í þyngdarflokki 400-500 g.

flokkun	400 - 500 g		
pökkunarþyngd	8,0 kg		
uppvegin flök	166,8 kg	100%	
meðalþyngd flaka	441,3 g		
niðursagaðir bitar	157,94 kg	94,7%	100%
afskurður	6,87 kg	4,1%	
mismunur/óskýrt tap	1,99 kg	1,2%	
meðalþyngd bita	138,5 g		
alls pakkað	130,06 kg	78,0%	82,3%
þar af yfirvigt	1,72 kg	1,3%	
frákast í pökkun	27,88 kg	16,7%	17,7%

Tafla 4. Niðurstöður nýtingarmælinga við niðursögun og pökkun flaka í þyngdarflokki 550-650 g.

flokkun	550 - 650 g		
pökkunarþyngd	8,0 kg		
uppvegin flök	281,18 kg	100%	
meðalþyngd flaka	586,9 g		
niðursagaðir bitar	269,28 kg	95,8%	100%
afskurður	10,51 kg	3,7%	
mismunur/óskýrt tap	1,39 kg	0,5%	
meðalþyngd bita	140,57 g		
alls pakkað	237,8 kg	84,6%	88,3%
þar af yfirvigt	2,11 kg	0,9%	
frákast í pökkun	31,48 kg	11,2%	11,7%

Sé skoðuð meðalþyngd flaka kemur einnig í ljós að hún er undir miðgildi þyngdarflokksins. Lægri meðalvigt flakanna leiðir til minni meðalvigtar bitanna, en reynsla er fyrir því að meðalþyngd bita þarf að vera 142 - 144 g til að samval og þökkun ákveðins fjölda bita gangi vel.

3.3.2. Nýtt plast.

Gerðar voru tilraunir á sjó með notkun nýrrar gerðar plasts sem lýst er í kafla 2.3.2 við millilagningu flaka. Komið var síðan með sýnin í land þar sem gerðar voru tilraunir með uppbot á þeim og lagt mat eiginleika plastsins.

Varðandi notkun þess við millilagningu þótti það gott í meðhöndlun, ekki hált og gott að rífa það. Plastið er auk þess um 40% þynnra sem sparar umtalsvert geymslurými og er ódýrara í innkaupum. Hins vegar þótti liturinn á plastinu of dökkur, þannig að erfitt var að sjá í gegnum það við millilagninguna.

Uppbot var framkvæmt á sama hátt og í öðrum verkefnum tilraunanna, þ.e. askjan var látin detta úr axlarhæð á pappauðirlag á gólfi og síðan voru flökin rakin úr plastinu. Ekki kom fram áberandi munur á uppboti við notkun þess samanborið við hefðbundið plast. Sendur var einn kassi af sýnishornum á hverja söluskrifstofu ÍS til kynningar og er viðbragða vænst þaðan fljótlega.

3.3.3. Pakkað öskju- og kassalaust.

Vísað er til kafla 2.3.3 varðandi lýsingu á aðferðum við þökkun hvers hóps fyrir sig og er hér á eftir dregið saman mat á hverri aðferð fyrir sig:

1. Millilagt öskjulaust í pönnur, 2 x 12 kg, pakkað í ytri kassa.

Blokkirnar voru heillegar en vottaði fyrir frostbruna á yfirborði, sérstaklega öðrum megin. Flök blettótt á yfirborði og samfrost í báðum blokkum sem skoðaðar voru.

2. Millilagt öskjulaust í pönnur, 2 x 12 kg, án ytri kassa.

Blokkirnar voru bundnar saman einungis á annan veginn og voru lausar í böndunum. Aðferðin er ónothæf.

3. Sama aðferð og 1, nema að notað var svokallað "langplast" sem eru u.þ.b. 3 mm þykkar plastplötur sem lagðar eru ofan og undir blokkirnar við frystingu til að hindra frostbruna á flökunum. Niðurstaðan varð að enginn bruni sást á flökunum,

Það var auðvelt að brjóta upp og reyndar voru blokkirnar frekar lausar í sér. Ekki bar á aflögun flakanna. Þetta er góður kostur séð út frá umbúðum en síðri kostur vinnutæknilega séð af því að ef flökin eru ekki í öskju er ekki hægt að renna þeim eftir frystipönnunni þegar búið er að millileggja. Óhagkvæmt er einnig að hafa endaskipti á pönnunni til að millileggja í seinna hólfið. Það myndi henta betur að millileggja í 12 kg öskjur því þá er hægt að millileggja í þann enda pönnunnar sem er nær og ýta síðan öskjunni yfir í endann fjær með þar til gerðu spjaldi eins og gert er við hefðbundna millilagningu.

4. Millilagt öskjulaust í pönnur, 3 x 8 kg, pakkað í ytri kassa. Þessi pökkunaraðferð kom mjög vel út, lítill frostbruni, uppbrot auðvelt og blokkirnar heillegar.
5. Sama pökkun og 4 nema á ytri kassa. Sama niðurstaða og úr hóp 2. Aðferðin ónothæf þar sem blokkirnar eru lausar í böndunum.
6. 3 x 8 kg blokkum pakkað án askja með langaplasi, nýju HD-PE plasi og blokkunum pakkað í ytri kassa. Hér bar ekki á frostbruna nema í enda blokkanna, þar sem flökin voru ekki hulin plasi, sem rekja má til slæmra vinnubragða. Plasið var heldur fastara í flökunum og því erfiðara að brjóta upp en með hefðbundnu plasi.
7. 8 kg í pakkað öskjur og öskjurnar bundnar saman án ytri kassa. Þessi aðferð er í lagi, blokkirnar voru ekki eins lausar í böndunum og þegar pakkað er án askja.

3.3.4. Röðun flaka í öskjur.

Prófað var að gefa starfsmanninum frjálsar hendur með hvernig hann raðaði flökunum við millilagningu. Óskir hafa verið uppi um að starfsmenn hafi leyfi til þess en í vinnsluleiðbeiningum er kveðið á um að flakasár skuli alltaf snúa upp í öskjunni. Niðurstaðan var að þessi aðferð kom ágætlega út, flökin komu vel upp, ekki rennislétt en tiltölulega bein og gott var að brjóta upp blokkina. Víxlun flakanna var mikil í öskjunni og greinilegt að lagt hefur verið í öskjurnar á rökvísan hátt til að sem best fari um flökin.

3.4. Mat á niðurstöðum seinni tilraunar

Hér eru dregin saman þau atriði sem voru viðfangsefni þessarar tilraunar og gert grein fyrir helstu niðurstöðum. Fjallað er um áhrif flokkunar flaka á nýtingu við niðursögun og pökkun og niðurstöður prófana með pökkun á sjó án umbúða, þ.e. askja og kassa.

3.4.1. Flokkun flaka.

Fram kom hversu mikilvæg flokkun hráefnis er til að ná viðunandi heildarnýtingu. Hægt er að ná um og yfir 95% sögunarnýtingu með flokkun flaka á hæfilegu bili. Leggja þarf hins vegar meiri vinnu í að skilgreina mörk flokkunarinnar og viðmiðunarmörk við niðursögun til að pökkunarnýting verði viðunandi því greinilega er samband milli þessara þátta.

3.4.2. Umbúðir.

Tilraunin leiddi í ljós að ekki er hægt að sleppa bæði öskju og ytri kassa þar sem blokkirnar eru mun hálli án askja og renna úr böndunum. Hugsanlega mætti lagfæra þetta með því að binda blokkirnar einnig saman þversum. Að binda blokkir í öskjum saman án ytri kassa er mögulegt með hefðbundinni bindingu en hins vegar er ekki vitað hvernig það kæmi út í reynd, t.d. ef meðferð pakkninganna er slæm þ.e. hvort hætta sé á að flökin skemmist í meðförum eða blokkirnar losni. Ef öskjum er sleppt er nauðsynlegt að pakka blokkunum í ytri kassa. Athuga þarf þó að gera ráðstafanir til að koma í veg fyrir frostbruna flakanna í plötufrystunum með aukaplasti eða undir- og yfirleggi. Sú framkvæmd er hins vegar fyrirhafnarmeiri um borð í skipum þar sem ekki er hægt að flytja til og raða blokkunum í pönnurnar nema að nota einhvers konar spjöld undir þær.

Pökkun í 12 kg einingar er góður valkostur og flökin koma góð úr þeim þótt lítils háttar hafi borið á samfrosti flaka. Æskilegt er að prófa þessa aðferð nánar og jafnvel að láta útbúa öskjur til reynslu.

3.4.3. Röðun flaka.

Umfangslít til tilraun með frjálssa röðun flaka við millilagningu, þ.e. að starfsmaður réði því hvort flakasár sneri upp eða niður eða á víxl. Hún benti til þess að engir annmarkar væru á því. Tilgangurinn með slíkri pökkun yrði að gefa þeim sem millileggur möguleika á að nota eigin rökhyggju til að raða flökunum þannig að þau fari sem best í öskjunni.

4. ÁLYKTANIR

Með þessum tilraunum hefur verið reynt að tengja millilagningu og frystingu á flökum á sjó við framhaldsvinnslu, niðursögun og pökkun í neytendaumbúðir í landi. Í fyrri tilraunum verkefnisins voru einkum skoðaðir og skilgreindir þeir þættir sem áhrif hafa á gæði sjófrýstra flaka til framhaldsvinnslu í landi. Hér voru skoðuð áhrif þessara þátta á nýtingu hráefnisins til fullunninnar vöru.

Eitt mikilvægasta atriðið varðandi heildarnýtingu flaka í niðursögun er forflokkun á flökum fyrir niðursögun, sem eðlilegast er að fari fram við millilagningu og pökkun úti á sjó þar sem ekki kemur þá til úrkast vegna flokkunar í landi. Flokkunin þarf að vera þannig að úr hverju flaki fáiast alltaf sami fjöldi bita. Það auðveldar vinnuna við niðursögunina og ætti jafnframt að hafa áhrif á meðalþyngdina. Greinilegt samhengi er milli pökkunarnýtingar og stærðardreifingar bitanna. Það ber þó að benda á að mjög erfitt er að velja saman tvo bita í pakkningu eins gert var í tilraununum. Ástæðan fyrir því vali var að fyrir lá beiðni frá viðskiptavinum um bita úr sjófrystum afurðum í þessum pakkningum.

Í ljós kom að millilagning án umbúða, þ.e. án öskju eða ytri kassa kemur vel til greina. Engir annmarkar komu í ljós við millilagningu öskjulaust ef blokkunum var pakkað í ytri kassa. Einnig kom vel út að sleppa að pakka öskjum í ytri kassa en binda þær saman í búnt með þremur öskjum. Hins vegar er ókannað hvernig öskjurnar fara við venjulega meðhöndlun. Pökkun öskju- og kassalaust er ekki álitlegt þar sem blokkirnar eru hálli öskjulausar og hættara við að renna úr böndunum auk þess sem það er aðeins millilagningarplastið sem ver þær hjaski við meðhöndlun.

Tilraunir með pökkun á misjöfnu magni í sömu stærð af öskju leiddu í ljós að aflögun flakanna jókst með auknu magni í öskju og uppbrot blokkanna var auðveldara

með minna magni. Í ljós kom að ekki er beint sambengi milli aflögunar og nýtingar í niðursögun. Hins vegar var aflögun flaka almennt lítil í þeim sýnum sem tilraunirnar náðu til ef miðað er við sjófryst flök sem skoðuð hafa verið af handahófi (myndir 5 og 6).

Að mati verkefnishópsins er æskilegt að næstu skref verkefnisins verði að gera stærri tilraun með pökkun á öskjum án ytri kassa til að fá úr því skorið hvort hætta sé á að öskjurnar losni úr bandinu við meðhöndlun og einnig hvort meiri hætta sé á að flökin verði fyrir meira hnjaski heldur en þegar þeim er pakkað í ytri kassa. Ennfremur þarf að kanna möguleika á að millileggja í 12 kg blokkir og í beinu framhaldi af því hvort ástæða sé til að láta framleiða ódýrar 12 kg öskjur, t.d. með því að minnka vax eins og kostur er og nota ekki hvítar öskjur, né áprentaðar. Æskilegt er einnig að gefa kost á frjálsri röðun í öskjurnar, þannig að þeim sem er að millileggja eru gefnar frjálsar hendur með að snúa flökunum þannig að þau raðist sem best. Einnig þarf að gera fleiri tilraunir með forflokkun flaka með því að þrengja mörk flokkanna og e.t.v. einnig að hækka neðri mörk við niðursögun. Kanna þarf hverjar eru ástæður þess að meðalþyngd flaka er lægri en miðgildi þyngdarflokksins, hvort um sé að ræða náttúrulegar ástæður (t.d. smáfiskur) eða vökvatap frá flokkun til frystingar. Það er lykilatriði varðandi pökkunarnýtingu að fundið sé sambengið milli forflokkunar og bestu pökkunarnýtingar. Einnig er fyrirhugað að skoða möguleika á vélvæðingu niðursögunar.

5. HEIMILDIR

- (1) Birgir Guðlaugsson og Hannes Árnason. (1996). *Sjófryst flök til framhaldsvinnslu. Framhaldstilraun með breyttar pakkingar við sjófrystingu*. Skýrsla Rf 124. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- (2) Hannes Árnason og Jón Erlingur Jónasson. (1994). *Sérvinnsla á karfasteikum*. Skýrsla Rf 41. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- (3) Hannes Árnason, Jón Heiðar Ríkharðsson og Jón Erlingur Jónasson. (1995). *Sjófryst flök til framhaldsvinnslu - forsendur og möguleikar*. Skýrsla Rf 93. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- (4) Jón Heiðar Ríkharðsson og Jón Kjartan Jónsson. (1996). *Sjófryst flök til framhaldsvinnslu. Tilraunir með nýjar pakkingar við sjófrystingu*. Skýrsla Rf 112. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.