



Titill	Nýting á háfi		
Höfundar	Reynir Þrastarson, Halldór Pétur Þorsteinsson, Sigurjón Arason		
Rit Rf númer	40	Útgáfudagur	Október 1994
Verknr	92.611	Blaðsíðufjöldi	83
Styrktaraðilar	Rannsóknaráð Ríkisins og Afланýtingarnefnd		
Ágrip á íslensku:	Í þessari Riti er leitast við að gera grein fyrir þeim atriðum sem tengjast mögulegri nýtingu á þremur tegundum háfiska sem veiðast við Ísland. Þessar tegundir eru háfur (<i>Squalus acanthias</i>), gljáháfur (<i>Centroscymnus coelolepis</i>) og svartháfur (<i>Centroscyllium fabricii</i>). Fjallað er um líffræði, efnasamsetningu, geymsluþol, veiðiaðferðir, markaðsmöguleika, markaði og þær vinnsluaðferðir sem eru þekktar fyrir þessar tegundir. Tilraunir voru gerðar til að meta geymsluþol reyktra þunnilda og flaka af gljáhafi og háfi sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir annars vegar og geymd í ís hins vegar. Flökin voru geymd í lofttæmdum umbúðum í kæli við 0°C og ópökkuð í ís við 0°C. Þunnildin voru geymd í lofttæmdum umbúðum í kæli við 0°C. Geymsluþol afurðanna var metið með örverutalningum (APC) og mælingum á óbundnu ammóníaki, reiklum köfnunarefnissamböndum (TVN) og sýrustigi (pH). Í heild sýndu niðurstöður geymsluþolstilraunarinnar að geymsluþol á reyktum háfiskum var mjög mismunandi milli tegunda, afurða og þökkunaradferða. Einnig var framkvæmt geðjunarpróf og mælingar voru gerðar á skiptingu gljáhafs, svartháfs og háfs í afurðaflokka (nýtingamælingar). Gerðar voru mælingar til að meta massatap afurðanna við reykingu og á saltinnihaldi afurðanna eftir þækilsöltun og reykingu til að meta salttap við reykinguna. Þá voru gerðar mælingar á prótein-, fitu- og vatnsinnihaldi, magni óbundins ammóníaks og kvikasilfursinnihaldi flaka af gljáhafi, svarthafi og háfi. Niðurstöður efnamælinga sýndu mikinn mun á efnasamsetningu þeirra tegunda sem voru til athugunar í þessu verkefni. Niðurstöður kvikasilfursmælinga sýndu að kvikasilfursinnihald í gljáhafi var töluvert yfir viðmiðunargildum en bæði háfur og svartháfur mældust undir þeim viðmiðunargildum sem gilda á helstu markaðssvæðum Íslendinga. Niðurstöður saltmælinga sýndu að saltupptaka í afurðunum var mismunandi milli tegunda. Virkur saltstyrkur (SVF) jókst í öllum afurðunum nema í þunnildum af háfi við reykingu. Niðurstöður nýtingarmælinga sýndu að nýtanlegur hluti til vinnslu af háfi var um 88% af slögðum fiski sem skiptist í flök, ugga, brjósk og þunnildi. Nýtanlegur hluti til vinnslu af gljáhafi var um 69% af heilum fiski og um 72% af slögðum fiski sem skiptist í sömu afurðaflokka og hjá háfi. Nýtanlegur hluti til vinnslu af svarthafi var um 78% af heilum fisk og um 83% af slögðum fiski sem skiptist í sömu afurðaflokka og hjá háfi. Niðurstöður nýtingamælinga á afurðunum við reykingu sýndu mjög mismunandi massatap tegundanna við reykingu. Niðurstöður geðjunarprófs á reyktum háfiskaafurðum við mismunandi geymsluskilyrði sýndu að flök af háfiskum (gljáháfur og háfur) sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir fengu hæstu einkunn af þessum afurðum.		
Lykilorð á íslensku:	Háfur, vinnsla, aukaafurðir, efnasamsetning, nýting, reyking, markaðir.		
Summary in English:	In this report, possible utilization of three dogfish species, caught in Icelandic waters, is discussed. These are Dogfish (<i>Squalus acanthias</i>), Portuguese shark (<i>Centroscymnus coelolepis</i>) and Black dogfish (<i>Centroscyllium fabricii</i>). Topics covered in the report, relevant to these species, are: biology, chemical composition, storage life, catching techniques, marketing potential, markets and processing methods. The storage life of smoked belly flaps and fillets of Dogfish and Portuguese shark was studied both in vacuum packaging and, alternatively, stored in ice. Both were kept in cold storage at 0°C. The storage life was estimated by counting microorganisms (APC) and by measuring free ammonia, volatile nitrogen compounds (TVN) and acidity (pH). On the whole, these experiments indicated that storage life of smoked products from these dogfish species varies considerably between species, packaging methods and products. In addition, a hedonic sensory analysis was conducted and the allotment of total weight into product categories (i.e. utilization) was calculated. Furthermore, the loss of weight and salt content during smoking was measured. Other measurements include protein, fat and water content, amounts of total volatile nitrogen and mercury, for fillets of the species in question. The results showed substantial differences in the chemical composition of the aforementioned species. The mercury content of Portuguese shark was considerably above reference values, but both Dogfish and Black dogfish were found to be below the reference, i.e. the reference that applies in Iceland's most important market areas. Measurements of salt content revealed that salt intake in the products was different between the species. Concentration in water phase (WPS) increased in all products, except Dogfish bellyflaps, during smoking. Calculations of utilization showed that 88% of the weight of gutted Dogfish could be used, the products being fillets, fins, cartilage, and bellyflaps. For Portuguese shark, 69% of the total weight and 72 % of gutted weight was used for the same products. For Black dogfish, the corresponding percentages were 78% and 83%, respectively with again the same products. Considerable variation in weight loss during smoking was found. In hedonic sensory analysis of smoked products from Dogfish and Portuguese shark under different storage conditions, fillets in vacuum packaging were rated highest of the products studied.		
English keywords:	Dogfish, processing, by-products, chemical composition, utilization, smoking, markets.		

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	1
EFNISYFIRLIT	2
1. INNGANGUR	4
2. FRÆÐILEGT YFIRLIT	5
2.1. Líffræði háfiska.....	5
2.1.1. Háfur (<i>Squalus acanthias</i>).....	5
2.1.2. Gljáháfur (<i>Centroscymnus coelolepis</i>).....	6
2.1.3. Svartháfur (<i>Centroscyllium fabricii</i>).....	7
2.2. Efnasamsetning háfiska.....	8
2.2.1. Prótein.	8
2.2.2. Fita.....	9
2.2.3. Vatn.	10
2.2.4. Steinefni.	11
2.2.5. Óbundið köfnunarefni (Non-protein Nitrogen).....	11
2.2.6. Þvagefni (urea).	11
2.2.7. Þungmálmar og önnur mengunarefni.	12
2.3. Geymsluþol háfiska og háfiskaafurða	13
2.3.1. Slægður og heill ferskur fiskur.....	13
2.3.2. Frystur fiskur.	15
2.3.3. Reyktur fiskur.....	16
2.4. Veiðiaðferðir á háfiskum	17
2.4.1. Lína.	17
2.4.2. Net.....	18
2.4.3. Botnvarpa.	18
2.4.4. Veiðar Íslendinga og annarra þjóða.....	19
2.5. Vinnsla á háfiskum	19
2.5.1. Meðhöndlun á fiski um borð í veiðiskipum.	20
2.5.2. Vinnsla á ferskum fiski.	21
2.5.3. Frysting.....	23
2.5.4. Reyking.	23
2.5.5. Söltun og þurrkun.....	25
2.6. Vinnsla á aukaafurðum	26
2.6.1. Hákarla- og háfiskauggar.	26
2.6.2. Lifur háfiska.	30
2.6.3. Brjósk.	36
2.6.4. Skrápur.	36
2.6.5. Úrgangur.....	38
2.7. Markaðir fyrir háfiska	38
2.7.1. Bretland.	38
2.7.2. Belgía.	38
2.7.3. Frakkland.....	39
2.7.4. Ítalía.....	39
2.7.5. Þýskaland.	39
2.7.6. Asía.	39

3. FRAMKVÆMD	39
3.1. Nýtingarmælingar	39
3.2. Mælingar á efnasamsetningu	40
3.2.1. Aðferð við próteinmælingu.	40
3.2.2. Aðferð við fitumælingu.	40
3.2.3. Aðferð við vatnsmælingu.	41
3.2.4. Aðferð við mælingu á óbundnu ammóníaki.	41
3.2.5. Aðferð við kvikasilfursmælingu.	41
3.3. Efnamælingar	41
3.3.1. Saltmælingar.	41
3.3.2. Sýrustigs (pH) mælingar.	41
3.3.3. Mælingar á TVN-B.	42
3.3.4. Mælingar á ammóníaki.	42
3.4. Aðrar mælingar	42
3.4.1. Geðjunarpróf.	42
3.4.2. Örverumælingar.	43
3.5. Geymslupólstilraun á reyktum háfiskaafurðum	43
3.5.1. Meðhöndlun fisks.	43
4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR	45
4.1. Niðurstöður efnamælinga	45
4.1.1. Prótein.	45
4.1.2. Fita.	45
4.1.3. Vatn.	46
4.1.4. Óbundið ammóníak.	46
4.1.5. Kvikasilfur.	46
4.1.6. Salt í vatnsfasa (SVF).	47
4.2. Nýtingarmælingar	49
4.2.1. Háfur.	49
4.2.2. Gljáháfur.	49
4.2.3. Svartháfur.	50
4.2.4. Massatap við reykingu.	52
4.3. Aðrar mælingar	53
4.3.1. Geðjunarpróf.	53
4.3.2. Niðurstöður geymslupólstilraunar á ísuðum reyktum háfiskaafurðum.	54
4.3.3. Niðurstöður geymslupólstilraunar á reyktum háfiskaflökum í lofttæmdum umbúðum.	57
4.3.4. Niðurstöður geymslupólstilraunar á reyktum háfiskapunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir.	60
5. SAMANTEKT NIÐURSTAÐNA	64
6. LOKAORÐ	66
7. HEIMILDASKRÁ	67
8. VIÐAUKAR	71

1. INNGANGUR

Á seinustu árum hefur áhugi manna á nýtingu vannýtttra fisk- og botndýrategunda sem finnast við Ísland aukist mikið. Má þar nefna ígulker, kúskel, beitukóng, búrfisk, gulllax, tindaskötu, langhala og loks háfiska ýmiss konar. Í ljós hefur komið að töluvert magn af gljáháfi (*Centroscymnus coelolepis*) og svartháfi (*Centroscyllium fabricii*) slæðist með sem aukaafli við hefðbundnar veiðar. Einnig er mjög algengt að sunnlennskir línu- og netabátar fái háf (*Squalus acanthias*) í veiðafærin og þá við lítinn fögnuð.

Þetta Rit skiptist í tvo hluta, fræðilega umfjöllun (heimildavinna) og framkvæmd og niðurstöður tilrauna sem gerðar voru. Ritið er að stórum hluta byggt á lokaverkefni 1. höfundar í matvælafræði við HÍ (Þrastarson, 1994).

Fræðilega umfjöllunin skiptist í umfjöllun um líffræði þessarra tegunda s.s. útlit, lífshætti og útbreiðslu, efnasamsetningu prótein-, fitu-, vatns- og kvikasilfursinnihald, o.fl. Þá er fjallað um þær veiðiaðferðir sem þekktar eru við veiðar á háfiskum, um vinnslu á fiskinum í mismunandi afurðaflokka og á aukaafurðum sem falla til við vinnsluna, s.s. uggar, lifur, brjós og skrápur, og að lokum er gerð örlítill markaðsathugun á afurðum háfiska.

Gerðar voru athuganir á efnasamsetningu flaka af háfi, gljáháfi og svartháfi og skiptingu þeirra í afurðaflokka. Þá var gerð athugun á geymsluþoli reyktra flaka og þunnilda af háfi og gljáháfi. Flökum af gljáháfi og háfi var pakkað í lofttæmdar umbúðir og þau geymd í kæli við 0°C en einnig voru þau geymd í ís, í kæli við 0°C. Þunnildum af gljáháfi og háfi var pakkað í lofttæmdar umbúðir og þau geymd í kæli við 0°C. Þær mælingar sem voru gerðar til að meta geymsluþol þessarra afurða voru örverutalningar (APC) og mælingar á ammóníaki, TVN og sýrustigi. Einnig var gert geðjunarpróf til að meta almenna geðjun reyktra afurða þessara tegunda.

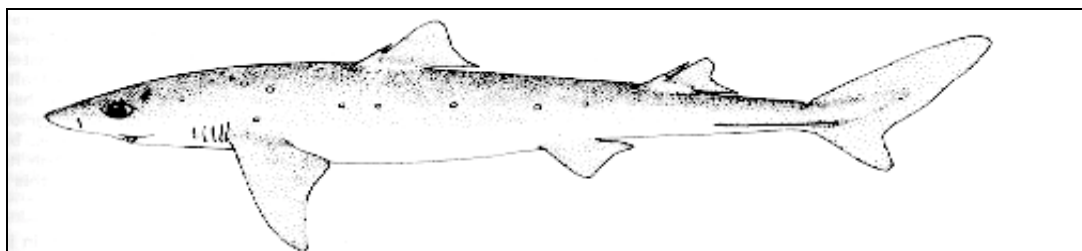
2. FRÆÐILEGT YFIRLIT

2.1. Líffræði háfiska

Háfiskar (*Pleurotremata*) tilheyra flokki brjóskfiska (*Selachii*). Aðaleinkenni brjóskfiska eru að þeir hafa vel þroskaða skolta og beinkenndar tennur. Stoðvefir eru brjósk- og oft kalkkenndir. Egginn frjóvgast inni í hrygnunni (innri frjóvgun) og kviðuggar hænganna eru ummyndaðir í göndul. Flokkur brjóskfiska skiptist í tvo undirflokka, þvermunna og háketti. Háfiskar tilheyra undirflokknum þvermunnar (*Euselachii*) en þeim flokki tilheyra einnig skötur (Jónsson, 1992).

Þeir háfiskar sem um er fjallað í þessu riti, þ.e. háfur, gljáháfur og svartháfur, tilheyra allir gaddháfaætt (*Squalidae*) innan ættbálksins háfiskar. Við Ísland hafa fundist 19 tegundir háfiska og þar af eru 11 tegundir af gaddháfaætt en í NA-Atlandshafi eru 22 tegundir af þeirri ætt þekktar. Allar tegundir gaddháfaættar hafa tvo bakugga og flestar hafa einn gadd fyrir framan hvorn þeirra. Einkennandi fyrir þessa ætt er að raufarugga vantar, tálknaop eru fimm og öll framan við eyrugga. Nasir eru algerlega aðskildar frá kjafti og tegundir þessarrar ættar hafa enga blikhimnu (Jónsson, 1992).

2.1.1. Háfur (*Squalus acanthias*)



Mynd 1. Háfur

Útlit

Háfur (sjá mynd 1) er langvaxinn og straumlínulaga og getur í vissum tilvikum náð 160 cm lengd en er sjaldan lengri en 70-105 cm. Hrygnur eru yfirleitt stærri en hængar og getur fullvaxin hrygna mest orðið 101-124 cm en hængurinn nær mest 83-100 cm lengd (Compagno, 1984). Meðalþyngd háfa er um 3-5 kg en er misjöfn eftir kyni, kynþroska, árstíma, fæðuframboði og fleiri umhverfispáttum. Litur hans er dökk- eða mógrár að ofan en ljós að neðan og á hliðum milli eyr- og kviðugga eru ljósir dílar (Einarsson, 1985; Jónsson, 1992).

Lífshættir

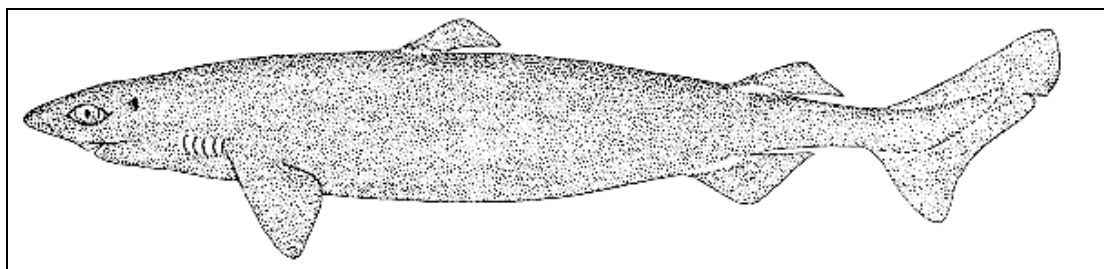
Háfur er botnfiskur og finnst oftast á eða við leirbotn á 10-200 metra dýpi en hefur fundist allt niður á 950 metra dýpi. Hann er hægfara en góður sundfiskur og flækist víða. Þegar hann er í fæðuleit myndar hann oft stórar og þéttar torfur og eru fiskar sömu torfu oftast af sama kyni. Á sama hátt er ungfiskur oftast einn og sér í torfum. Háfur heldur sig oftast í 7-15°C heitum sjó en oft gengur hann þó í mun

kaldari sjó. Er í þeim tilvikum um göngur í átt að landi að vetrarlagi að ræða (Jónsson, 1992). Háfur vex mjög hægt og er talið að hann geti orðið a.m.k. 25-30 ára gamall við náttúrulegar aðstæður og sumir telja hann geta orðið allt að 100 ára gamall. Í raun er ekki hægt að aldursgreina háfiska, þó eru ungir háfar aldursgreindir með því að telja áhringi á bakuggagöddunum. Þessari aðferð er ekki hægt að beita við aldursgreiningu á gömlum háfum því bakuggagaddarnir slitna með aldrinum (Compagno 1984). Dæmi er um að háfur, sem var merktur, hafi aðeins vaxið um 13 cm á ellefu árum (Salsbury, 1986). Talið er að háfur verði kynþroska u.þ.b. 10-20 ára gamall og eru hængarnir þá 59-72 cm langir en hrygnumar 70-100 cm, en aldur við kynþroska er breytilegur eftir svæðum (Compagno, 1984). Háfurinn á lifandi unga, venjulega 1-20 í einu og eru þeir 22-33 cm langir. Hlutföll kynja við got er 1:1. Meðgöngutíminn er langur eða um 18-24 mánuðir. Fljótlega eftir fæðingu mynda ungarnir stórar torfur og halda sig nærri yfirborði (Compagno, 1984; Jónsson, 1992). Háfurinn er gráðugur fiskur og alls konar fiskar verða fyrir barðinu á honum s.s. þorskur, ýsa, lýsa, síld og loðna en einnig krabbadýr, ormar, skrápdýr og önnur sjávardýr (Jónsson, 1992). Háfurinn á ekki marga óvini að mannum undanskildum. Gaddarnir á bakinu á honum og þykkur skrápurinn veita honum góða vörn. Þó er hann á matseðli stærri háfategunda og hákarla, nokkurra beinfiska, sela og háhyrninga. Háfurinn er ekki hættulegur mönnum að því undanskildu að gaddarnir á bakinu eru eitrið en eitrið er hættulaust flestu fólki, sumir geta þó haft ofnæmi fyrir því (Compagno, 1984; Einarsson, 1985; Jónsson, 1992).

Útbreiðsla

Háfurinn er sennilega algengasta háfiskategundin í heimi. Hann er helst að finna við landgrunn og landgrunnshalla kald- og heittempruðu hafanna. Hann finnst beggja vegna N-Atlandshafs frá ströndum Múrmansk að austan suður með allri Evrópu og allt inn í Miðjarðarhaf og Svartahaf. Hann er við Bretlandseyjar, Færeyjar og Ísland. Hann er að finna við SV-Grænland og meðfram ströndum N-Ameríku frá Labrador suður til Flórída. Hann er að finna beggja vegna N-Kyrrahafs, austan til frá Beringssundi til Kaliforníu. Austan megin N-Kyrrahafs er hann að finna við strendur Japan og Kína. Á suðurhluta jarðar er hann að finna við strendur S-Afríku, S-Ameríku og við Ástralíu og Nýja-Sjáland. (Compagno, 1984; Jónsson, 1992)

2.1.2. Gljáháfur (*Centroscymnus coelolepis*)



Mynd 2. Gljáháfur

Útlit

Gljáháfur (sjá mynd 2) er sívalur og í meðallagi gildur. Húðtennur eru mjög smáar, nema á uggum og neðan á höfði og skarast svo þétt að þær mynda samhangandi brynju. Tennur hans eru mjög ólíkar í efri og neðri skolti. Sporður er áberandi stór eða um 20-25% af heildarlengdinni. Gljáháfur greinir sig m.a. frá háfi í því að bakuggagaddar ná svo stutt upp úr húðinni framan við uggana að þeir eru illgreinanlegir. Gljáháfur líkist hákarli og skarðaháfi í vaxtarlagi, legu ugga og lögum tanna en er auðþekktur frá þeim á því að bakuggar þeirra eru gaddalausir. Gljáháfur er dökkbrúnn á litinn (Jónsson, 1992). Gljáháfur getur náð allt að 114 cm lengd en algengasta stærð er á milli 90-95 cm og eru hrygnurnar yfirleitt stærri en hængarnir (Compagno, 1984; Jónsson, 1992).

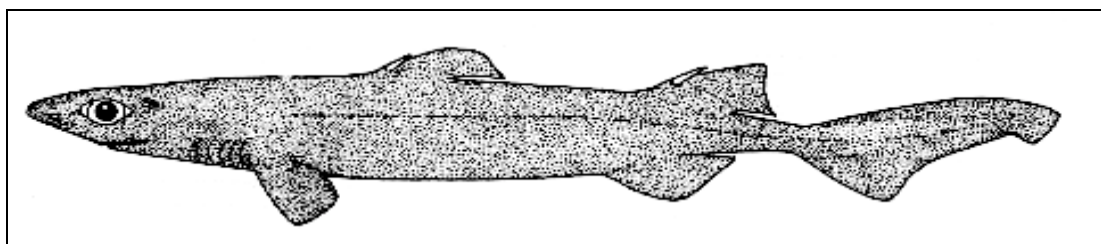
Lífshættir

Gljáháfur er sennilega hægfara djúp- og botnfiskur en heldur sig þó stundum miðsævis. Hann hefur fundist á 270-3675 metra dýpi en er oftast á 400-2000 metra dýpi. Hann á lifandi unga eins og háfur, venjulega 13-16 í einu. Kjörhitastig hans er um 4-13°C. Fæða hans er fiskar s.s. gulllax og fleiri djúpsjávartegundir (Compagno, 1984; Jónsson, 1992).

Útbreiðsla

Gljáháfur finnst við landgrunnshalla NA-Atlandshafsins frá Íslandi um Færeyjar til Madeira, Asóreyja, og suður til stranda Senegal, þá hefur hann einnig fundist við Namibíu. Hann finnst einnig í vestanverðu Miðjarðarhafi. Í NV-Atlandshafi finnst hann frá Massachusetts til Stórabanka við Nýfundnaland. Einnig er hann að finna við strendur Ástralíu. Hann er töluvert algengur djúpt undan S- og SV- strönd Íslands (Compagno, 1984; Jónsson, 1992).

2.1.3. Svartháfur (*Centroscyllium fabricii*)



Mynd 3. Svartháfur

Útlit

Svartháfurinn (sjá mynd 3) hefur langa og áberandi bakuggagadda eins og háfurinn en þekktist frá honum á margydduðum tönnumi, á húðtönnunum og dökkbrúnum lit, en svartháfur er næstum svartur að neðan og á uggum. Hann hefur rennilegan bol, sívalan sem mjókkar aftur. Hann hefur stóran sporð sem er um 25% af heildarlengdinni. Húðtennur eru örsmáar og dreifðar, svo að húðin er víða ber (Jónsson, 1992).

Lífshættir

Svartháfur getur náð allt að 107 cm lengd en algengasta stærð fullorðinna fiska er á milli 58 og 70 cm (Compagno, 1984). Svartháfur er botnfiskur og djúpfiskur en er þó stundum miðsævis yfir landgrunnshallanum á 250-1600 metra dýpi. Hann hefur fundist á 1100 m dýpi við Færeyjar og á 1495 m dýpi við V-Afríku. Svartháfur heldur sig oftast í um 3,5-4,5°C heitum sjó en hefur fundist í allt að 1°C heitum sjó (Jónsson, 1992; Compagno, 1984). Hann á unga eins og háfurinn. Svatháfur heldur sig oft í torfum sem eru mismunandi eftir kynjum og stærð fisksins (Compagno, 1984). Aðal-fæða hans er smokkfiskar, krabbadýr, marglittur og fiskar (Compagno, 1984; Jónsson, 1992).

Útbreiðsla

Svartháfur hefur fundist beggja vegna N-Atlantshafs, frá S-SV-Íslandi til Senegal við V-Afríku og vestanmegin N-Atlantshafs er hann frá Grænlandi og suður til Georgsbanka. Einnig hefur hann fundist við Suður Afríku og Namibíu (Compagno, 1984; Jónsson, 1992). Hann er mjög algengur við S- og SV-strönd Íslands frá Ingólfshöfða að Faxaflóa á 500-950 metra dýpi og einnig á 250-340 metra dýpi S og SA af Vestmanneyjum. Sennilega er aðalútbreiðslusvæði hans við Ísland (Jónsson, 1992).

2.2. Efnasamsetning háfiska

Þær erlendu rannsóknir sem hafa verið gerðar á efnasamsetningu háfiska hafa flestar verið gerðar á háfi (*Squalus acanthias*). Þessar athuganir hafa beinst að mælingum á helstu efnaflokkum, fitusýrusamsetningu, steinefnainnihaldi og kvikasílfursinnihaldi háfiska (Jhaveri og Constantinides, 1981; Bilinski *et al.*, 1983; Shiau og Chai, 1985; Ravesi *et al.*, 1985; Einarsson, 1993). Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á Íslandi er varða þetta efni (Pálmadóttir og Sigurgísladóttir, 1989; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992).

2.2.1. Prótein.

Próteininnihald háfs virðist vera mismunandi eftir veiðistöðum en er tiltölulega stöðugt miðað við árstíma en virðist fara eftir æti fiskanna (Jhaveri og Constantinides, 1981). Í þeim rannsóknum sem hafa verið gerðar kemur fram mikill munur á próteininnihaldi háfs. Próteininnihald háfs hefur mælst frá 12,6±1.4% upp í 20,8% í holdi (flök) (Jhaveri og Constantinides, 1981; Shiua og Chai, 1985; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992; Einarsson, 1993). Þessi munur á próteininnihaldi stafar af mismunandi aðferðum sem notaðar voru til að ákvarða magn próteins í fiskinum. Tvenns konar aðferðir voru notaðar, annars vegar var próteininnihald reiknað út frá heildarköfnunarefnisinnihaldi og hins vegar var magn óbundins ammóníaks (non-protein nitrogen, NPN) dregið frá magni köfnunarefnis og próteininnihald reiknað út frá mismuninum. Í einni athugun var gert ráð fyrir að óbundið köfnunarefni (NPN) væri 33% af heildarmagni köfnunarefnis sem mælt var í

sýninu (Shiua og Chai, 1985). Próteininnihald gljáháfs hefur mælst 19,3% í holdi (Guðmundsson og Salómundsdóttir, 1976) en í þeirri athugun var próteininnihald reiknað út frá heildarinnihaldi köfnunarefnis.

2.2.2. Fita.

Háfur hefur nokkra sérstöðu miðað við hinar tvær tegundirnar vegna mikils fituinnihalds. Rannsóknir sem gerðar hafa verið á fituinnihaldi í háfi sýna að það er nokkuð breytilegt milli veiðisvæða, árstíma og fæðuframboði fisksins. Fituinnihald háfs hefur mælst frá 10,1±0,5% upp í 14,5±2,2% í holdi (flök) (Boyd *et al.*, 1967; Jhaveri og Constantinides, 1981; Ravesi *et al.*, 1985; Shiua og Chai, 1985; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992; Einarsson, 1993). Fituinnihald í þunnildum af háfi hefur mælst frá 22,5% upp í 22,6±3,7% (Ravesi *et al.*, 1985, Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992). Í athugun Gordievskaya (1971) reyndust 19 af 21 hákarlategundum sem athugaðar voru innihalda minna en 2% af fitu en hinar tvær voru hákarl (Greenland shark) sem innihélt 10% fitu og "sevengill shark" sem innihélt 13% fitu. Bilinski *et al.* (1983) mældi fituinnihald í háfi og reyndist það vera 16,51±0,62% en sýnið var blanda af flökum og þunnildum sem gefur hærri niðurstöður heldur en aðrar mælingar. Fituinnihald gljáháfs hefur mælst 0,7% í holdi (flak) (Guðmundsson og Salómundsdóttir, 1976). Þá hafa verið gerðar athuganir á fitusýrusamsetningu í holdi karl- og kvenkyns háfs og sýnir tafla 1 niðurstöður þeirra (Jhaveri og Constantinides, 1981; Einarsson, 1993).

Tafla 1. Fitusýrusamsetning í holdi háfs eftir kyni.

Fitusýra	% í karkyns háf ^a	% í kvenkyns háf ^a	% í háf ^b
14:0	1,0	1,3	1,4
16:0	32,6	22,6	17,5
18:0	11,7	2,7	2,6
20:0	----	----	10,8
22:0	----	----	2,5
Heildarmettaðar f.s.	45,3	26,6	34,8
16:1	3,1	6,3	4,1
18:1	15,3	26,3	22,4
20:1	3,5	9,8	2,1
22:1	8,2	7,6	----
Heildareinómettaðar f.s.	30,1	50,0	28,6
18:2	1,3	2,2	1,7
18:4	1,9	3,4	1,1
20:2	----	----	1,1
20:5	4,4	3,9	7,6
22:5	----	----	2,5
22:6	15,9	12,2	17,8
Heildar fjölómettaðar f.s.	23,5	21,7	31,8
Aðrar f.s.	1,2	2,0	4,8
Kólesteról¹	60,6	75,5	----

1: mg Kólesteról í 100 g af vöðva.

a: Jhaveri og Constantinides (1981)

b: Einarsson (1993)

Helsti munur á fitusýrusamsetningu kynja háfs er að magn mettaðra fitusýra er 70% meira í karkyns háfi heldur en í kvenkyns háfi. Aftur á móti er magn einómettaðra fitusýra í karkyns háfi 40% lægra heldur en í kvenkyns en magn fjölómettaðra fitusýra er svipað hjá báðum kynjum. Magn kólesteróls er tiltölulega lágt hjá báðum kynjum (60,6 og 75,5 mg/100g) í samanburði við 75-95 mg/100g í ýsu, ufsa og laxi og yfir 140 mg/100g í skelfiski (Kritchevsky *et al.*, 1967). Önnur athugun á magni kólesteróls í háfi sýndi að magn þess væri frá 28,4 upp í 73,0 mg/100g (Ackman, 1974). Í athugun Einarssonar (1993) kemur í ljós að flök af háfi innihalda mikið af omega-3 fitusýrunum eicosapentanoic sýru (EPA, C20:5) og docosahexaenoic sýru (DHA, C22:6) og mun meira heldur en í athugun Jhaveris og Constantinides (1981). Flökin innihéldu 7,6% EPA og 17,8% DHA og er háfur meðal þeirra fiska sem hafa hæst hlutfall omega-3 fitusýra í holdi eða um 2,1%/100g af flökum (Einarsson, 1993). Þá hefur verið gerð athugun á fitusýrusamsetningu mismunandi hluta gljáháfs á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og sýnir tafla 2 þær niðurstöður nánar (Pálmadóttir og Sigurgísladóttir, 1989).

Tafla 2. Fitusýrusamsetning mism. hluta gljáháfs.

Fitusýra	% í holdi	% í slógi	% í lifur
14:0	0,7	1,5	1,2
16:0	16,8	12,8	13,3
18:0	4,9	2,7	1,4
Heildarmettaðar f.s.	22,4	17,0	15,9
16:1	2,6	3,9	4,9
18:1	17,4	22,8	29,2
20:1	4,7	8,8	11,9
22:1	2,3	9,9	14,9
Heildareinómettaðar f.s.	18,2	45,4	60,9
18:2	1,1	1,2	1,0
18:3	0,4	0,7	0,8
18:4	0,6	1,1	0,7
20:4	4,3	3,2	0,6
20:5	2,2	4,4	0,8
22:6	27,7	14,4	4,5
Heildarfjölómettaðar f.s.	36,3	25,0	8,4

Pálmadóttir og Sigurgísladóttir (1989)

Eftirtektarvert er hve hátt hlutfall er af fjölómettuðum fitusýrum í holdi gljáháfs og þá sérstaklega af 22:6 ω -3 (Docosahexaenoic sýra, DHA) sem mælist rúmlega þriðjungur fitusýra í holdi gljáháfs. Er hlutfall fjölómettaðra fitusýra í holdi gljáháfs mun meira heldur en í háfi eða 36,3% á móti 21,7-31,8% í holdi háfs (Jhaveri og Constantinides, 1981; Pálmadóttir og Sigurgísladóttir, 1989; Einarsson, 1993).

2.2.3. Vatn.

Vatnsinnihald þessara tegunda er töluvert mismunandi og er það vegna mismunandi fituinnihalds þeirra. Þær rannsóknir sem hafa verið gerðar sýna að vatnsinnihald háfs hefur mælst frá 69,3% - 75,0 $\pm$ 1,1% í flökum og frá 61,9% - 64,55 $\pm$ 2,35% í þunnildum (Jhaveri og Constantinides, 1981; Ravesi *et al.*, 1985; Shiau og Chai, 1985; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992; Einarsson, 1993). Í athugun Ravesi

et al. (1985) reyndist vatnsinnihald í háfi vera $71,56 \pm 1,94\%$ í heilum fiski. Vatnsinnihald gljáháfs hefur mælt $82,6\%$ af holdi (flak) (Guðmundsson og Salómundsdóttir, 1976).

2.2.4. Steinefni.

Þær rannsóknir sem hafa verið gerðar á öskuinnihaldi háfs sýna að það er frá $0,9 \pm 0,1\%$ - $1,3\%$ í flökum (Jhaveri og Constantinides, 1981; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992; Einarsson, 1993). Þá hefur verið gerð athugun á aðalsteinefnum og snefilsteinefnum í háfi og kom í ljós að kynin innihalda mismikið af þessum efnum (Jhaveri og Constantinides 1981).

Tafla 3. Magn aðalsteinefna og snefilsteinefna í háfi.

	μg					mg				
	Mn	Ni	Cd	Cu	Hg	Ca	Mg	Na	Zn	Fe
Karlk.	71,30	2,90	1,10	42,81	45,60	6,01	31,35	19,38	0,32	0,66
Kvenk.	102,60	2,90	1,10	71,30	31,40	3,71	15,68	13,54	0,29	0,36

1: μg og mg í 100g blautvigt.

Jhaveri og Constantinides (1981)

Heildaröskuinnihald (án salts) gljáháfs hefur mælt $0,84\%$ af holdi (flak) og saltinnihald hans hefur mælt $0,28\%$ af holdi (Guðmundsson og Salómundsdóttir, 1976).

2.2.5. Óbundið köfnunarefni (Non-protein Nitrogen).

Eitt aðaleinkenni háfiska er að þeir hafa hátt hlutfall af óbundnu köfnunarefni í holdi og vessum. Óbundið köfnunarefni samanstendur af rokgjörnum bösum, trimethylamín (TMA), trimethylamín oxíði (TMAO), urea (þvagefni), kreatíni og fríum amínósýrum og er u.þ.b. $33\text{--}39\%$ af heildarköfnunarefnisinnihaldi brjóskfiska (Jhaveri og Constantinides, 1981). Í athugun Jhaveri og Constantinides (1981) reyndist heildarmagn óbundins köfnunarefnis vera um 1% af ætum hluta í háfi og að mestum hluta sem urea (þvagefni). Magn TMAO er yfirleitt meira í holdi brjóskfiska heldur en beinfiska. Þannig var magn TMAO sbr. Dyers (1952), eftirfarandi: ($\text{mg N}/100\text{g}$), hámeri (*Lamna nasus*) 200, háfur (*Squalus acanthias*) 190 og þorskur (*Gadus morhua*) 95.

2.2.6. Þvagefni (urea).

Heildarmagn þvagefnis hefur mælt allt að $1,6\%$ í háfi (Gordievskaya, 1971) en í annarri athugun mældist það $1,3\%$ af ætum hluta háfsins (Jhaveri og Constantinides, 1981). Í öðrum háfiska- eða hákarlategundum hefur magn urea mælt

allt að 2,5% af heildarþyngd (Morris, 1975). Til samanburðar hafa beinfiskar aðeins um 0,01-0,03% þvagefni í holdi (Hannesson og Guðbjörnsdóttir, 1984).

2.2.7. Þungmálmar og önnur mengunarefni.

Í sjávardýrum er magn þungmálma mun meira en í lífverum í fersku vatni eða landdýrum. Hver einasta lífvera virðist safna þessum málmi í sig, þótt misjafnt sé, hve mikið safnast fyrir af hverjum málmum fyrir sig. Það er einnig töluverður munur á tilhneigingu lífvera til að safna í sig þungmálma. Ekki er vitað með vissu hvers vegna svo er en þó er vitað að magn þungmálma í fiskum er háð því hvar í fæðukeðjunni fiskurinn er, t.d. hafa hákarl, hámeri, háfiskar og stórlúða að geyma frekar mikið magn þungmálma enda eru þessar tegundir mjög ofarlega í fæðukeðjunni. Einnig virðist skipta máli stærð, þyngd, aldur og veiðisvæði fisksins (Arnesen *et al.*, 1986).

Kvikasilfur er mikið notað til framleiðslu á ýmsum iðnaðarvörum, s.s. skipamálningu, hitamælum. Í vatnslausnum myndast jafnvægi milli mismunandi oxunarstiga kvikasilfurs sem eru Hg^0 , Hg_2^{2+} (mercurous) og Hg^{2+} (mercuric). Hg^{2+} jónir mynda stöðuga komplexa við mörg lífræn efni sem hafa mikla fíkn í -SH (sulphydryl) hópa. Alkýl kvikasilfurssambönd og halógenar mynda rokgjörn efnasambönd sem eru mjög eitruð. Methýl og ethýl kvikasilfurklóríð eru mjög leysanleg í vatni og í fitu og methýl kvikasilfur hefur mikla fíkn í -SH hópa og binst við prótein í lífverum í gegn um þá. Methýl kvikasilfur (CH_3Hg^+) er myndað af örverum í botnsetum sjávar og vatna úr Hg^0 og Hg^{2+} jónum og er tekið hratt upp af lífverum og kemst þannig inn í fæðukeðjuna. Mestur hluti þess kvikasilfurs sem við neytum úr matvælum er á forminu methýl kvikasilfur og kemur úr fiskafurðum. Methýl kvikasilfur er tekið hratt upp í þörmum manna og kemst inn í líkaman bundið við blóðprótein og dreifist um líkamann (Reilly, 1980).

Í rannsókn Jhaveris og Constantinides (1981) mældist kvikasilfur 45,60 µg/100g (0,46 ppm) í holdi karlkyns háfs og 31,4 µg/100g í holdi kvenkyns háfs (sjá töflu 3). Í öðrum athugunum hefur magn kvikasilfurs mælst allt að 168 µg/100g í holdi karlkyns háfs og 196 µg/100g í holdi kvenkyns háfs (Forrester *et al.*, 1972), 80 µg/100g í háfi (kyn óþekkt) (Sidwell *et al.*, 1978), 0,21-0,62 ppm í holdi háfs (meðaltal, 0,1 - 1,5 ppm) (Greig *et al.*, 1977), 0,92 ppm að meðaltali (0,09-2,58 ppm) í flökum og 0,85 ppm að meðaltali (0,14 - 2,24) í þunnildum (Hall *et al.*, 1977). Á Íslandi hefur magn kvikasilfurs mælst 0,13 mg/kg (0,13 ppm) í holdi háfs (blautvigt) og 0,02 mg/kg í lifur (blautvigt) (Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992) en í holdi gljáháfs hefur mælst allt að 3,1 mg/kg (3,1 ppm) (meðaltal 6 sýna, 3,08-3,34 mg/kg) (Arnesen *et al.*, 1986) og 1,3-1,5 mg Hg/kg (Auðunsson, 1994) sem er langt fyrir ofan þau mörk sem flestar þjóðir setja sem er frá 0,5-1,0 mg/kg Hg (Arnesen *et al.*, 1986; Steichen, 1993).

Ekki hafa verið mæld önnur mengunarefni s.s., PCB, DDT o.fl. í háfiskum sem finnast við Ísland. Magn kadmíums í háfiskum hefur mælst 1,10 µg/100g í háfi (sjá töflu 3) og í öðrum háfiskategundum hefur kadmíum mælst allt að 20 µg/100g (Sidwell *et al.*, 1978). Skv. alþjóðlegum stöðlum er hámarksmagn kadmíums í fiski 0,5 mg/kg fyrir lifur og 0,05 mg/kg fyrir önnur matvæli (Arnesen *et al.*, 1986).

2.3. Geymsluþol háfiska og háfiskaafurða

Athuganir á geymsluþoli háfiska hafa aðeins verið gerðar á einni af þeim þremur tegundum sem eru til umfjöllunar í þessu verkefni, þ.e. á háfi (*Squalus acanthias*). Þessar athuganir eru allar byggðar upp á svipaðan hátt og notuð eru sömu mæligildi til að meta geymsluþol háfiska. Helstu mælingar sem voru gerðar á geymslutímanum í þessum tilraunum eru: Skynmat (ferskleikamat), pH, TVN, TMA, TBA, ammóníak, örverumælingar (APC) og nokkrar aðrar mælingar í sumum tilraununum. (Boyd *et al.*, 1967; Bilinski *et al.*, 1980; Jhaveri og Constantinides, 1981, Bilinski *et al.*, 1983, Ravesi *et al.*, 1985, Shiau og Chai, 1985)

2.3.1. Slægður og heill ferskur fiskur.

Eins og áður hefur komið fram innihalda háfiskar mikið af þvagefni í holdi. Ureasa, sem er framleitt af bakteríum, brýtur þvagefnið niður í ammóníak og koltvísýrling og gerist þetta niðurbrotsferli mjög hratt ef meðhöndlun háfiskana er ekki rétt frá byrjun. Sá þáttur sem hefur mest áhrif á gæði fisks er hitastig. Ef fiskur er geymdur við 0-25°C þá minnkar geymsluþol háfiska um 70% við hverja 5°C hækkun á hitastigi (Ravesi *et al.*, 1985).

Í þeim athugunum sem gerðar hafa verið á geymsluþoli háfs sem geymdur var slægður í ís kemur fram mikill munur á geymsluþoli milli athugana og eru mismunandi ástæður fyrir því að hann skemmist (Jhaveri og Constantinides; 1981; Bilinski *et al.*, 1983; Ravesi *et al.*, 1985; Shiau og Chai, 1985).

Jhaveri og Constantinides (1981) athuguðu geymsluþol háfs sem var slægður og ísaður. Athuguðu þeir magn NPN, urea, heildarfjölda örvera og framkvæmdu skynmat á háfinum. Yfir geymslutímenn lækkaði magn NPN í holdi úr 800 mg/100g í 200 mg/100g af holdi eftir 15 daga geymslu. Einnig lækkaði magn urea úr 700 mg/100g í 450 mg/100g eftir 14 daga geymslu. Fjöldi örvera (APC) jókst stöðugt yfir geymslutímenn og var fjöldi örvera í upphafi log 3,04 og jókst í log 7 eftir 13 daga geymslu. Út frá þessum niðurstöðum áætluðu þeir að geymsluþol háfs væri um 6-8 dagar í ís og að hann skemmdist vegna myndunar ammóníaks í holdi og slímmyndunar. Bilinski o.fl. (1983) athuguðu geymsluþol háfs sem var mismunandi meðhöndlaður og geymdur við mismunandi hitastig. Athuguðu þeir áhrif slægingar og áhrif hitastigs á geymsluþol og síðan áhrif blóðgunar og mismunandi biðtíma fyrir ísun á geymsluþol háfs. Í ljós kom að í slægðum ísuðum háfi jókst ammóníaksmyndun mjög hægt yfir 20 daga geymslutímabil en í óslægðum háfi jókst ammóníaksmyndun hægt fyrstu 15 daga geymslutímabilsins en mjög hratt eftir það. Í óslægðum háfi sem geymdur var við 5°C og 10°C jókst ammóníaksmyndun mjög hratt eftir 4 og 6 daga geymslu. Áhrif blóðgunar á geymsluþol háfs reyndust vera töluverð töluverð. Í háfi sem var ekki blóðgaður en ísaður strax eftir blóðgun jókst ammóníaksmyndun hægt fyrstu 12 geymsludagana en mjög hratt þar eftir. Í háfi sem var blóðgaður og ísaður strax eftir blóðgun jókst ammóníaksmyndun lítið sem ekkert yfir geymslutímenn. Í blóðguðum fiski sem geymdur var í 6 til 24 klst fyrir ísun við 9-12°C jókst ammóníaksmyndun talsvert eftir 9 daga geymslu. En í háfi sem geymdur

var í 48 klst. fyrir ísun jókst ammóníaksmyndun hratt eftir 5 daga geymslu. Einnig athuguðu þeir áhrif áðurtalinna geymsluaðstæðna á þránun fisksins og kom í ljós að minni þránun varð í óslægðum fiski heldur en slægðum. Töldu þeir það stafa af því að meira yfirborðsflatarmál slægða fisksins var í snertingu við loft. Þá gerðu þeir skynmat (ferskleikamat) á þessum fiski og kom í ljós að óslægður og slægður fiskur var í lagi eftir 6-9 daga og reyndist hann skemmast vegna myndunar á óbragði, ólykt og vegna meyrnunar á holdi. Mælingar á sýrustigi fisksins sýndu að pH fisks sem var slægður, óslægður og ísaður breyttist lítið yfir 18 daga geymslu en hækkaði hratt eftir það. En í fiski sem geymdur var við 5 og 10°C breyttist pH mjög hratt eftir 4 og 6 daga geymslu. Niðurstöður þessarar rannsóknar benda til þess að ef háfur er kældur strax eftir blóðgun niður að 0°C má hægja töluvert á myndun ammóníaks í a.m.k. 12 daga og því má lengja geymsluþol hans töluvert með góðri meðferð og kælingu.

Ravesi o.fl. (1985) gerðu athugun á geymsluþoli háfs sem var slægður, ísaður og geymdur við 2°C. Í þeirri tilraun breyttist bragð og lykt fisksins (flök) lítið fyrstu 15 geymsludagana en þar eftir minnkuðu gæði fisksins hratt. Magn ammóníaks, TMA, TVB og sýrustigs hækkaði lítilllega fyrstu 15 geymsludagana en hækkaði mjög hratt þar eftir. Í þeirri tilraun kom á óvart hve ammóníak myndaðist hægt og myndun ammóníaks í háfi varð eins og gerist í beinfiskum þó að beinfiskar hafi miklu minna magn þvagefnis í holdi. Áætluðu þau geymsluþol ísaðs háfs vera um 16 -17 dagar. Endurtóku þau síðan tilraunina og notuðu slægðan, hausaðan og ísaðan háf. Athuguðu þau annars vegar flök og hins vegar þunnildi af háfi. Í þessum hluta breyttist bragð, lykt, áferð og pH gildi stöðugt yfir geymslutímann í flökum og þunnildum en TBA gildi í flökum hækkaði fyrstu 15 geymsludagana en lækkaði eftir það. TBA gildi í þunnildum hækkaði stöðugt yfir geymslutímann. Myndun á ammóníaki og TVN jókst lítið fyrstu 16 dagana en jókst hratt þar eftir. Styrkur DMA reyndist lágur út allan geymslutímann (< 1 mg %N) bæði í flökum og þunnildum. Styrkur TMA jókst mjög hægt yfir 23 daga tímabil og varð hámarksgildi TMA um 6 mg % N í lokin. Heildarörverufjöldi lækkaði fyrstu 12 dagana en jókst síðan hratt þar eftir og varð um log 8,48 í enda geymslutímabilsins. Í þessari tilraun áætluðu þau að fjöldi örvera í háfi sem er á mörkunum að skemmast væri um log 7,18. Einnig athuguðu þau fjölda þvagefnissundrandi örvera og reyndist hlutfall þeirra vera frá 3% og upp í 20% af heildarörverufjölda út geymslutímann. Út frá þessum niðurstöðum áætluðu þau geymsluþol háfs (flök) væri um 16-18 dagar. Í þessari tilraun reyndist háfur frekar þrána heldur en að hann skemmdist vegna myndunar á ammóníaki. Einnig reyndust þunnildi skemmast fyrr heldur en flök vegna þránunar og geymsluþol þunnilda mældist um 12-13 dagar. Þá voru könnuð áhrif mismunandi meðferðar á geymsluþol háfs. Notaðir voru þrír mismunandi sýnahópar, heill óslægður fiskur, heill slægður fiskur og hausaður og slægður fiskur sem geymdur var í ís. Fyrstu 10 geymsludagana lækkaði skynmatseinkunn svipað hjá öllum sýnahópum en eftir það lækkaði skynmatseinkunn hraðast í heilum fiski, hægara í hausuðum, slægðum fiski og hægast í slægðum fiski. Eftir geymslu í 21 dag voru öll sýnin þránuð og þránunarlyktin yfirgnæfði alla ammóníakslykt. Þránun vegna oxunnar jókst í öllum sýnahópum fyrstu 10 dagana í geymslu en eftir það minnkaði hún í heilum fiski, jókst lítilllega í hausuðum og slægðum fiski en jókst talsvert í slægðum fiski. Sýrustig jókst lítilllega fyrstu 10 geymsludagana en hækkaði í öllum sýnahópum þar eftir, hraðast í heilum fiski og hægast í slægðum. TMA jókst mjög hægt í öllum tilvikum fyrstu 18 dagana (3 mg % N) en jókst eftir það. Magn DMA minnkaði línulega yfir allan geymslutímann í öllum tilvikum. Magn ammóníaks og TVB hélst stöðugt fyrstu 10

dagana en jókst töluvert þar eftir, hraðast í heilum fiski en hægst í slægðum fiski. Heildarörverufjöldi lækkaði í öllum tilvikum fyrstu 4 dagana en hækkaði mjög hratt þar eftir, hraðast í hausuðum, slægðum fiski og hægst í heilum fiski. Ennfremur könnuðu þau áhrif mismunandi hitastigs á geymsluþol háfs. Geymdu þau heilan háf við 0°C, 8°C og 14°C. Bragð og lykt breyttist hraðast í fiski sem geymdur var við 14°C, hægar í fiski sem geymdur var við 8°C og hægst í fiski sem geymdur var við 0°C. Út frá skynmatsniðurstöðum áætluðu þau geymsluþol háfs sem geymdur var við 0°C vera 12-14 dagar, geymsluþol háfs sem geymdur var við 8°C 5 dagar og geymsluþol háfs sem geymdur var við 14°C 3,5-4 dagar. TBA gildi hækkaði lítið í öllum hópunum yfir geymslutímann. Hækkun á pH var háð geymsluhitastigi. Í upphafi var sýrustig fisksins pH=5,8 en hækkaði mjög hratt í fiski sem geymdur var við 14°C, minna í fiski sem geymdur var við 8°C. En í fiski sem geymdur var við 0°C lækkaði pH fyrstu 7 dagana en hækkaði lítillega þar eftir. Magn ammóníaks, DMA og TMA jókst mjög hratt í fiski sem geymdur var við 14°C og 8°C en miklu minna eða ekkert í fiski sem geymdur var við 0°C. Heildarörverufjöldi jókst mjög hratt í fiski sem geymdur var við 14°C og 8°C en lækkaði fyrstu 8 dagana og jókst síðan þar eftir í fiski sem geymdur var við 0°C.

Í annarri athugun reyndist geymsluþol háfisks (ókunn tegund) sem geymdur var við 0°C í lofti vera um 10 dagar (James og Olley, 1971). Southcott o.fl. (1960) áætluðu geymsluþol háfs sem geymdur var í ís u.þ.b. 16-19 dagar og Stansby *et al.* (1968) áætlaði að geymsluþol á hausuðum og slægðum háfi væri um 14 dagar og takmarkaðist af þránun fisksins.

2.3.2. Frystur fiskur.

Nokkrar athuganir hafa verið gerðar á skemmdarferli frystra háfiskaafurða (Boyd *et al.*, 1967; Bilinski *et al.*, 1980; Jhaveri og Constantinides, 1981).

Boyd o.fl. (1967) athuguðu áhrif mismunandi hitastigs á geymsluþol búka sem voru íshúðaðir og þunnilda sem voru pökkuð á hefðbundinn hátt. Til að meta geymsluþol háfs voru gerðar mælingar á þránun vegna oxunar (peroxíðgildi og skynmat), sýrustigsmælingar (pH), mælingar á fríum fitusýrum og breyting á lit fisksins í frystigeymslu þar sem fiskurinn var geymdur við -5, -10, -20 og -30°C. Í ljós kom að við geymslu breyttist litur fisksins eftir 12, 19 og 70 daga við -10°C, -20°C og -30°C í sömu röð. Breyting á lykt og bragði greindist eftir 22, 70 og <180 daga við -10°C, -20°C og -30°C í sömu röð. Engin breyting varð á sýrustigi yfir geymslutímann. Þá reyndist þránun vegna oxunar vera mest við -5°C og -10°C og reyndust þunnildin vera þránuð eftir geymslu í 36 daga við -10°C. Yfir geymslutímann breyttist magn frírra fitusýra lítið í öllum sýnahópum. Út frá þessum niðurstöðum áætluðu þau geymsluþol búka og þunnilda af háfi vera 3-5 mánuðir við -20°C til -25°C vegna þránunar, oxunar, vatnsrofs fitu og breytinga á lit fisksins.

Bilinski o.fl. (1980) athuguðu áhrif frystiaðferðar/frystihraða og frystigeymslu á geymsluþol búka og þunnilda af háfi. Búkarnir voru frystir í 20 kg pakkningum eða einir sér (IQF), þunnildin voru fryst í 7 kg pakkningum eða í 0,5 kg pakkningum í blástursfrysti við -35°C sem síðan voru geymdar við -18°C og -30°C. Þær mælingar sem gerðar voru til að meta geymsluþol afurðanna voru á niðurbroti fitu vegna oxunar

og vatnsrofs (PV, FFA og TBA gildi), myndun á ammóníaki, breyting á lit, bragði, lykt og áferð, dripi og sýrustigi. Athuguðu þau í sitt hvoru lagi sundvöðva (rauða vöðvann undir skrápnum) og hvíta vöðva búksins og síðan þunnildin sér. Í sundvöðvanum urðu þær breytingar við geymslu við -18°C að litur hans breyttist úr rauðum yfir í gulan eftir 4 mánaða geymslu og eftir 7 mánaða geymslu varð guli liturinn dökkbrúnn. Við geymslu á bökum við -30°C urðu litlar sem engar breytingar á lit sundvöðvans. Niðurbrot fitu vegna oxunar og vatnsrofs í sundvöðvanum var mun hraðari við -18°C heldur en við -30°C þar sem það var lítið sem ekkert. Breyting á lykt og bragði var greinileg í sundvöðvanum eftir geymslu í 3,5 og 6 mánuði við -18°C en lítil sem engin við -30°C . Þær breytingar sem verða á lit sundvöðvans í frystigeymslu eru vegna oxunar myoglobins yfir í metmyoglobin sem hefur gulan eða brúnan lit. Í fiski finnst myoglobin í miklu magni í sundvöðvanum en ekki í hvíta vöðvanum. Hröð þránun í sundvöðvanum er vegna hvötunaráhrifa heme-járns í myoglobíni og afleiðum þess á oxunarferli fitu. Hægt er að koma í veg fyrir niðurbrot fitu sundvöðvans í frystigeymslu með íshúðun og er íshúð með natriúm erythorbate áhrifaríkust. Einu breytingarnar sem urðu á hvíta vöðvanum við geymslu voru þær að við -18°C varð litur vöðvans ljós grár eftir geymslu í 7 mánuði. Í öllum sýnahópum breyttist magn ammóníaks ekkert yfir geymslutímenn. Í þunnildum urðu þær breytingar við geymslu við -18°C að litur sundvöðvans á þeim breyttist úr rauðum yfir í gulan eftir 3,5 mánaða geymslu og úr gulum yfir í brúnan eftir 7 mánaða geymslu. Við -30°C breyttist litur þeirra lítið sem ekkert eftir 3,5 og 7 mánaða geymslu. Niðurbrot fitu í þunnildum var sterklega háð hitastigi í frystigeymslu og var hraðast við -18°C . Breyting á bragði og lykt þunnilda var lítil sem engin eftir 3,5 mánaða geymslu við -18 og -30°C en eftir 7 mánaða geymslu við -18°C myndaðist súr lykt og bragð sem myndaðist ekki í þunnildum sem geymd voru við -30°C . Áhrif frystiðaðferðar/frystihraða á geymsluþol afurðanna voru lítil sem engin. Frystihraði hafði ekki áhrif á þránun en vatnsrof fitu var meiri í afurðum sem frystar voru hægar. Út frá þessum niðurstöðum er ekki ráðlagt að geyma háfiskaafurðir við -18°C . Geymsluþol búka við -30°C er um 6 mánuðir og þunnilda um 8 mánuðir.

Samkvæmt rússneskum stöðlum er geymsluþol háfs 2, 3, 4 og 6 mánuðir við -18 , -20 , -25 og -30°C í sömu röð (Anon, 1975).

Jhaveri og Constantinides (1981) athuguðu áhrif frystigeymslu og mismunandi meðferðar á geymsluþol háfs. Sýnahóparnir voru þrír, fiskur sem dýft var í 0,5% ascorbicsýrulausn í 90 sek., fiskur sem dýft var í 8% tripolyfosfat (TPP) lausn í 90 sek. og síðan ómeðhöndlaður fiskur. Mældu þeir TBA gildi, drip og gerðu skynmat á þessum sýnum eftir að þau höfðu verið fryst við -15°C . C-vítamín og TPP höfðu þau áhrif að þránun og drip minnkaði eftir 4 mánaða geymslu miðað við ómeðhöndlaðan fisk. Eftir 15 vikna geymslu breyttist bragð, lykt og áferð fisksins töluvert.

2.3.3. Reyktur fiskur.

Ein athugun hefur verið gerð á geymsluþoli reyktra háfiska. Shiau og Chai (1985) athuguðu geymsluþol á heitreyktum háfi sem pakkaður var inn í álpappír og geymdur við 2°C í kælskáp. Geymsluþol var metið með skynmati, örverumælingum og TBA mælingu. Heildarörverufjöldi var í upphafi $1,4 \cdot 10^4/\text{g}$ og hækkaði stöðugt

yfir geymslutímann þar til hann varð $6,0 \cdot 10^5$ /g eftir 6 vikna geymslu og endaði í 10^8 /g eftir geymslu í 9 vikur. TBA gildi hækkaði stöðugt yfir geymslutímann en lækkaði síðan eftir 6 vikna geymslu. Vegna þess hve sum efni í reyktum afurðum eru lyktsterk var erfitt að greina breytingu á lykt jafnvel eftir 2,5 mánaða geymslu. Út frá þessum niðurstöðum var áætlað að geymsluþol á reyktum háfi væri um 1,5 mánuðir (6 vikur) ef hann er geymdur við 2°C í kæli.

2.4. Veíðiaðferðir á háfiskum

Þær tegundir sem eru til umfjöllunar hér, þ.e. háfur, gljáháfur og svartháfur, eru aðallega veiðdar á línu, í botnvörpu (troll) og í net. Háfur veiðist mest á línu og í net en í minna mæli í botnvörpu hér við land (Jónsson, 1993). Svartháfur veiðist í mestu magni á línu en einnig í botnvörpu og í net (Kristjánsson, 1994). Gljáháfur veiðist aðallega í net (Kristjánsson, 1994).

2.4.1. Lína.

Þessar tegundir veiðast í töluverðum mæli á línu hér á landi. Töluvert magn af svartháfi veiðist á línu hér við land sem aukaafli við hefðbundnar línuveiðar og þá sérstaklega á djúpmiðum vestan og sunnan við land. Það magn sem hugsanlega er hægt að veiða af svartháfi er óljóst en vitað er um nokkur svæði á djúpmiðum þar sem þessi tegund veiðist í töluverðum mæli og er þá fiskur á hverjum krók ef hann veiðist á annað borð. Veiðar á háfi hafa verið stundaðar um nokkurn tíma af litlum dagróðrabátum frá Suðurnesjum og veiðist hann í töluverðu magni nálægt landi frá Krísuvík austur að Þjórsárósum. Þeir bátar sem hafa stundað þessar veiðar hafa fengið allt að þremur tonnum af háfi eftir daginn niður í nokkur stykki (Jónsson, 1993). Gljáháfur veiðist í litlu magni á línu hér við land og er það nokkuð einkennilegt þar sem hann heldur sig á sömu svæðum og svartháfur (Kristjánsson, 1994).

Norðmenn hafa lengi stundað veiðar á háf með sérstakri línu. Línan er í grundvallaratriðum ekki frábrugðin venjulegri fiskilínu. Sú lína sem Norðmenn nota er venjuleg botnlína en krókarnir eru hins vegar stærri en venjulegir fiskikrókar og er beini leggur öngulsins lengri þannig að háfurinn nái ekki að bíta tauminn í sundur. Heildarfjöldi öngla á línunni er á bilinu sex til sjö þúsund (Salsbury, 1986).

Helstu vankantar við veiðar á háfiskum með línu hér við land eru að venjuleg fiskilína sem notuð er hér á landi er óhentug vegna þess hve litlir önglar eru notaðir og því eiga háfur og gljáháfur auðvelt með að sarga tauminn í sundur með beittum sagtönnunum og tapast því með öngul í sér og skemma línuna. Einnig skemma þessar tegundir línuna því þegar þær koma upp með línunni er erfitt að losa þær af krókunum og er oft nauðsynlegt að slíta tauminn til að þær losni.

Helstu kostir við línuveiðar eru þær að línan gefur jafnari stærðardreifingu afla og betri gæði vegna þess að fiskurinn sem veiðist á línu kemur lifandi um borð og kremst ekki eins og við veiðar með botnvörpu (Salsbury, 1986).

2.4.2. Net.

Að sögn sjómanna veiðist háfur í töluverðu magni við hefðbundnar netaveiðar frá Breiðafirði austur að Berufjarðarál. Aðalveiðisvæðið er þó frá Reykjanesi austur að Höfn í Hornafirði. Þó nokkrir bátar hafa reynt að veiða háf í net við suðurströndina og hafa þeir verið að fá allt að 5 tonnum eftir daginn. Gljáháfur og svartháfur veiðast í sára litlu magni í net þar sem þessar tegundir halda sig á mun meira dýpi heldur en háfurinn. Sumarið 1993 stundaði Tjaldur II SH 370 tilraunaveiðar á svartháfi og gljáháfi djúpt fyrir sunnan og vestan land og veiddist töluvert af þessum tegundum ef netin voru lögð á 600 til 1000 faðma dýpi. Þessar tegundir veiddust í mestum mæli í landgrunnskantinum fyrir sunnan land og fékkst allt að 6 tonn af svartháfi og 1-2 tonn af gljáháfi eftir daginn. Tjaldur II reyndi fyrir sér með grálúðunet á Hampiðjutorginu vestur af Vestfjörðum og fengust netin full af gljáháf en þeir togarar sem voru á svæðinu urðu ekki varir við gljáháf (Gunnarsson, 1994). En í raun eru þessar veiðar óhentugar og tafsamar vegna þess hve langan tíma tekur að draga net sem eru lögð á þessu dýpi. Einnig var mikið um það að gljáháfur rífi netin þar sem hann er töluvert þungur. Kanadamenn telja veiðar á háfiskum í net ekki borga sig vegna mikils viðhaldskostnaðar (Salsbury, 1986).

2.4.3. Botnvarpa.

Háfur og svartháfur veiðast í nokkrum mæli sem aukaafli við hefðbundnar botnvörpuveiðar hér við land en minna veiðist af gljáháfi. Sérstakar veiðar á þessum tegundum hafa ekki verið stundaðar hingað til þó að töluvert hafi verið gert í því að fá sjómenn til að hirða þessar tegundir. Með átaki Aflakaupabankans hefur nýting á þessum tegundum aukist seinustu árin. Að sögn sjómanna er hægt að veiða háf í töluverðum mæli í botnvörpu á hefðbundinni veiðislóð sunnan við land þar sem hann heldur sig oft í stórum torfum en ef hans verður vart í afla togara flýja þeir oft af svæðinu þar sem þá er engan afla að vænta af öðrum fisktegundum. Þó hefur háfur verið veiddur í nokkru magni í dragnót við suðurströndina og hafa bátar verið að fá allt að 15 tonn af háfi í dragnótina í einu kasti en heyrst hefur að sjómenn hendi miklu magni af háfi sem þeir hafa fengið í dragnót á þessu svæði. Svartháfur veiðist aðallega sem aukaafli hjá togurum sem eru á grálúðuveiðum vestan og austan við land en einnig hjá togurum sem eru á karfaveiðum fyrir sunnan land.

Kanadamenn telja að veiðar á háfi í botnvörpu séu mun hentugri heldur en veiðar með línu eða í net vegna veiðigetu botnvörpunnar og vegna þess að háfur heldur sig í torfum. Ókostir botnvörpunnar eru þeir að háfur festist mikið í pokanum og oft þarf að tína hann úr einn í einu. Því er nauðsynlegt að gera vissar breytingar á trollinu til að koma í veg fyrir að hann festist í möskvunum og er nauðsynlegt að minnka möskvana og hafa í þeim sterkari girni. Einnig eru pokarnir klæddir að innan sem hefur vissa ókosti því þá veiðist meira af smáum háfi sem er ekki hægt að nýta. Meirihluti afla Kanadamanna á háfi fæst í botnvörpu (Salsbury, 1986).

2.4.4. veiðar Íslendinga og annarra þjóða.

Þær þjóðir sem veiða mest af háfi eru Danir, Frakkar, Írar, Norðmenn, Bretar, Kanadamenn og Bandaríkjamenn (sjá töflu 4). (Blöndal, 1991; FAO, 1993; FAO, 1993).

Tafla 4. Veiðar ýmissa þjóða á háfi (tonn).

Land	1987 (tonn)	1988 (tonn)	1989 (tonn)	1990 (tonn)	1991 (tonn)
Danmörk	1394	1494	1086	1364	1246
Frakkland	13523	9892	9892	9892	3449
Ísland	5	4	17	15	53
Írland	8706	5612	3062	3000	2500
Noregur	3614	4139	5329	8105	9627
Bretland	6754	5894	4369	4384	2749
Skotland	8044	7864	7463	7781	8536
Kanada	3767	5314	2370	3174	3167
USA	2738	2968	4477	14838	13334
Heildarveiði	48545	43181	38065	52553	44661

Eins og sést í töflu 4 hér á undan eru veiðar Íslendinga á háfi miklu minni en annarra Evrópuþjóða. Einnig er athyglivert að veiðar Frakka, Íra og Breta hafa minnkað mikið á seinustu fimm árum en á móti hafa veiðar Norðmanna og Bandaríkjamanna aukist. Má telja að veiðar Frakka, Íra og Breta hafi minnkað vegna ofveiði seinustu ára. Mikil aukning varð á veiðum Íslendinga árið 1992 þar sem þeir veiddu 181 tonn af háfi en þar af voru 142 tonnum landað á erlendum mörkuðum (Blöndal, 1992).

Þær þjóðir sem veiða mest af öðrum háfiskum (svartháfi, gljáháfi og skildum tegundum) eru Frakkar sem veiða um 7000 tonn á ári og Portúgalir sem veiða um 3000 tonn á ári (FAO, 1993). Svartháfur og gljáháfur hafa ekki komið fram á veiðiskýrslum hjá Fiskifélagi Íslands fyrr en árið 1992 þar sem gefið er upp að veiðst hafi eitt tonn af hvorri tegund (Blöndal, 1992). Má telja fyrir víst að veiðar Íslendinga á þessum tegundum séu mun meiri þar sem fullvíst þykir að mikill hluti sjómanna hendi þessum afla fyrir borð ef hann kemur í veiðarfæri þeirra.

2.5. Vinnsla á háfiskum

Vinnsla á háfiskum er ekki ósvipuð vinnslu á venjulegum bolfiski með þó nokkrum undantekningum. Þessi vinnsla hefur ekki verið stunduð á Íslandi nema í nokkur ár en þó nokkur fyrirtæki hafa skoðað þessa vinnslu áður en ekki tekist sem skildi (Jónsson, 1993). Þeir vinnsluferlar sem eru þekktir fyrir þessa vinnslu eru, vinnsla á ferskum og frystum háfiski, vinnsla á reyktum fiski og þunnildum og vinnsla á söltuðum og þurrkuðum fiski. Þær háfiskaafurðir sem eru þekktar úr þessum vinnsluferlum eru heill fiskur, "búkar", "bökö", flök, þunnildi, reykt "bökö", flök og þunnildi, saltaður og þurrkaður fiskur og síðan aukaafurðir s.s. uggar, lifur, brjósk, skrápur og úrgangur s.s. innnyfli (Salsbury, 1986).

2.5.1. Meðhöndlun á fiski um borð í veiðiskipum.

Meðhöndlun á háfiskum er mjög svipuð meðhöndlun á bolfiski um borð í veiðiskipum. Þessi meðhöndlun er þó frábrugðin meðhöndlun á bolfiski að því leyti að blóðgun á háfiskum er hægt að framkvæma á annan hátt en á bolfiski. Meðhöndlun á háfiskum um borð í veiðiskipum skiptir miklu máli fyrir á endanleg gæði fisksins vegna þess hve háfiskar hafa mikið óbundið köfnunarefni í holdi og vessum og einnig vegna þess hve fituinnihald háfs er mikið og honum er því hætt við þrúnun (Salsbury, 1986; FAO, 1991). Talsverður munur er á meðhöndlun fisks og aðstöðu um borð í dagróðrabátum annars vegar og bátum eða togurum sem eru lengur á veiðum hins vegar. Því verður tekið fram í hverju skrefi hvaða vinnsluaðferð er hentugust um borð í dagróðrabátum og síðan í togurum og bátum sem eru á veiðum lengur en í tvo daga. Meðhöndlun á háfiskum um borð í veiðiskipum skiptist niður í 6 skref sem eru eftirfarandi (Salsbury, 1986; FAO, 1991).

Blóðgun.

Eftir að fiskurinn hefur verið innbyrtur um borð í veiðiskip er æskilegt að blóðga hann sem fyrst og setja hann í blóðgunarker með rennandi köldum sjó. Ef blóðgunarker er ekki fyrir hendi s.s. hjá dagróðrabátum skal fiskurinn blóðgaður og síðan leyft að blæða út. Æskilegt er að fiskurinn sé í blóðgunarkerinu í a.m.k. 15 mínútur eða þar til hann hefur losað sig við mest allt blóð. Ef fiskurinn er í þar í styttri tíma er hætt á að það komi óæskilegir blóðblettir í holdið.

Háfiska er hægt að blóðga á tvo vegu. Annars vegar með eins og bolfisk með því að skera á lífoddinn og hins vegar með því að skera sporðinn af við sporðræturnar. Með því að skera sporðinn af telja sumir að fiskurinn nái að losa sig við meira blóð vegna þess að öll líffæri eru óskemmd og þá nær hjartað að dæla blóðinu betur út (Ravesi *et al.*, 1985; Salsbury, 1986).

Í Noregi er stór hluti háfiskaaflans ekki blóðgaður vegna kröfu breska markaðarins um rauðleitan háfisk (Einarsson, 1985; Salsbury, 1986; FAO, 1991).

Slæging.

Eftir að fiskinum hefur blætt út er hann tekinn úr blóðgunarkerinu og slægður. Hentugasta og algengasta aðferðin við slægingu háfiska er að stinga hníf upp í gottraufina og rista fram með maganum og alla leið inn í haus fisksins til að auðvelda innanúrtöku. Gæta verður að því að skera ekki of langt inn í kviðarholið vegna þess hve lifrin í þessum fiskum er stór og ef lifrin skemmist getur töluvert magn af lýsi runnið úr henni (Hjaltason, 1993).

Innanúrtaka.

Eftir að skorið hefur verið á eru innnyflin tekin úr og lifrin skilin frá öðrum innnyflum. Þegar lifrin er tekin verður að gæta þess að hún rifni ekki vegna þess að um leið byrjar lýsið að renna úr henni og fer til spillis. Lifrinni er síðan komið fyrir í geymslutanki eða er fryst en öðrum innnyflum er yfirleitt hent (Hjaltason, 1993).

Þvottur.

Eftir innanúrtöku er fiskurinn settur í þvottakar, blóðleifar og innýflaleifar, s.s. nýru í kviðarholi, þvegnar í burtu með því að bursta kviðarholið og/eða nýrun skafin með skeið. Æskilegt er að þvo fiskinn vel til að auka geymsluþol hans (FAO, 1991).

Ísun.

Þegar fiskurinn hefur verið þvegin er hann settur í kassa og ísaður vel. Góð ísing getur lengt geymsluþol hans töluvert (Jhaveri og Constantinides, 1981; Bilinski *et al.*, 1983; Ravesi *et al.*, 1985). Einnig er gott að geyma hann í ískrapa.

Löndun.

Þegar bátarnir og/eða togarnir koma að landi eftir veiðiferð er fiskinum landað. Helstu atriði sem skipta máli við löndun er að hindra að sólin nái að skína á fiskinn. Þá bráðnar ísinn og einnig getur skrápur fisksins þornað og skemmst ef fiskurinn er lengi í sólarljósi. Einnig skiptir máli að hindra hugsanlega örverumengun vegna fugla sem oft sækja í fiskinn þegar honum er landað.

2.5.2. Vinnsla á ferskum fiski.

Vinnsla á háfiskum er bæði mannfrek og sérhæfð og því er hentugast að vinna þá í sérhönnuðum vinnslum (FAO, 1991; Jónsson, 1993). Þó er möguleiki á að vinna háfiska um borð í frystiskipum þar sem pláss er nægilegt. Helstu afurðir sem fást við vinnslu á ferskum fiski eru heill fiskur, sporð, haus og uggaskorinn fiskur ("búkur"), hausskorinn fiskur, uggaskorinn og skrápflettur ("bök"), flök og þunnildi. Afgangurinn er aukaafurðir s.s. uggar, skrápur, brjósk og úrgangur sem er fjallað um í kafla 2.6. Yfirlit yfir vinnslu á háfiskum má sjá á mynd 29 í viðauka 8 (Salsbury, 1986; FAO, 1991).

Vinnsla á "búkum" og "böku"

Þessi vinnsluferill er yfirlétt notaður við vinnslu á minni tegundum háfiska s.s. fyrir haf og svarthaf sem hafa skráp sem er tiltölulega auðvelt að fjarlægja í höndunum. Þennan vinnsluferil er hentugt að nota um borð í frystiskipum sem hafa annað hvort lausfrysti eða lárétt frystitæki til að frysta "búka" og "böku". Vinnsluferill fyrir vinnslu háfiska er eftirfarandi (Salsbury, 1986; FAO, 1991). Miðað er við að unnið sé úr slægðum ísuðum háfiskum.

Uggar skornir af.

Slægður háfur er tekinn, þvegin í þvottakari og settur á borð þar sem starfsmaður sker ugga og sporð af slétt við búkinn eða samkvæmt þeim skurðaraðferðum sem er lýst í kaflanum um vinnslu á háfiskauggum (sjá kafla 2.6). Ef fiskurinn er blóðgaður með því að skera af sporðinn þá fylgja sporðarnir með ísaðir í kassa.

Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi er ugga- og sporðskorinn háfiskur, þ.e. heill fiskur, sem er annaðhvort flutt út sem ferskur eða frystur fiskur til frekari vinnslu erlendis eða unninn frekar eins og lýst er í næstu skrefum.

Önnur vinnsluleið er að skera ugga, sporð og haus af háfiskinum og er sú afurð sem verður til eftir þetta skref kölluð "háfiskabúkur" sem er annað hvort fluttur út ferskur eða frystur.

Þunnildi skorin af.

Því næst er háfiskurinn skorðaður af með því að þrýsta hausnum niður á tein sem festur er við borðið. Er þetta gert til að auðveldara sé að vinna fiskinn. Þá eru þunnildin skorin af slétt við búkinn þannig að lítill hluti flakanna fari með þunnildunum. Þunnildin eru síðan unnin frekar og þá sem fersk, fryst eða reykt þunnildi. Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi er ugga-, sporð- og þunnildalaus háfiskur sem er yfirleitt unnin frekar eins og lýst er í næstu skrefum.

Skrápfletting.

Eftir að þunnildin hafa verið skorin af er fiskurinn skrápflettur. Skrápfletting er framkvæmd þannig að starfsmaður sker skrápinn frá hausnum með grunnum skurði. Því næst er skrápurinn rifinn frá holdinu eftir endilöngum bolnum með því að nota töng eða hendurnar. Er þetta verk töluvert vandasamt vegna þess skrápurinn er mjög fastur við holdið. Á þetta sérstaklega við um gljáháf þar sem skrápurinn er mun fastari heldur en hjá hinum tveimur tegundunum. Einnig þarf að passa upp á að lítið verði eftir af himnum á búknum við skrápflettingu. Ástæðan er sú að þessar himnur eru útlitsgalli og rýra gæði vörunnar, einnig geta þær hindrað reykupptöku í fisknum ef hann er reyktur (Salsbury, 1986; FAO, 1991; Þórarinsson, 1994).

Skrápurinn sem fellur til í þessu vinnsluþrepi fer síðan áfram í vinnslu sem er lýst nánar í kaflanum um skráp háfiska.

Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi er skrápflettur búkur með haus og er unnin frekar eins og lýst er í næsta skrefi.

Hausun.

Eftir skrápflettingu er hausinn skorinn af. Starfsmaður sker hann af með hnífi þannig að sem minnsti hluti af búknum fylgi með hausnum.

Hausinn getur síðan verið nýttur eins og lýst er í kaflanum um brjósk háfiska. Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi er kölluð bak og er flutt út fersk, fryst eða reykt.

Flakavinnsla

Þær afurðir sem verða til í þeim vinnsluþrepum sem er lýst hér að ofan eru yfirleitt unnar meira og þá frystar, reyktar eða saltaðar eins og er lýst í öðrum köflum hér á eftir (Bannerman, óþ. ártal; Shiau og Chai, 1985; Salsbury, 1986; FAO, 1991; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992; Þórarinsson, 1994).

Þessi vinnsluferill er notaður á stærri háfiskategundir s.s. gljáháf og aðrar tegundir sem hafa skráp sem er mjög fastur á og erfitt er að fjarlægja með skrápflettingu í höndunum. Vinnsluferlið samanstendur af eftirfarandi skrefum (Salsbury, 1986; FAO, 1991; Jónsson, 1993).

Uggar skornir af.

Uggar eru skornir af háfiskinum eins og lýst er í kaflanum um vinnslu á háfiskabúkum.

Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi er ugga- og sporðskorinn háfiskur, þ.e. heill fiskur sem er annaðhvort fluttur út sem ferskur eða frystur fiskur til frekari vinnslu erlendis eða unninn frekar eins og lýst er í næstu skrefum.

Flökun.

Ef sporður hefur verið skorinn af við blóðgun er nauðsynlegt að byrja á því að skera á lífoddinn og niður með hausnum sitt hvoru megin. Háfiskurinn er því næst flakaður í höndunum eins og gert er við bolfisk s.s. þorsk. Flökun háfiska er frábrugðin flökun á bolfiski að því leyti að þegar háfiskar eru flakaðir er skorið meðfram brjóskinu og síðan í gegn inn í kviðarholið við þunnildið (Guðmundsson, 1994). Fást þá flök sem eru með áföstum þunnildum.

Haus og brjósk fara síðan áfram í vinnslu sem er lýst nánar í kaflanum um vinnslu á háfiskabrjóski.

Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi eru flök með áföstum þunnildum sem eru yfirleitt unnin frekar eins og lýst er í næstu skrefum.

Þunnildi skorin frá.

Þunnildin eru skorin af slétt við flökin þannig að lítill hluti flakanna fari með þunnildunum. Þunnildin eru síðan unnin frekar og þá sem fersk, fryst eða þau eru reykt eftir skrápfléttingu. Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi eru flök með áföstum skráp sem er yfirleitt unnin frekar eins og lýst er í næstu skrefum.

Skrápflétting.

Flökin eru síðan skrápflett í höndunum með því að renna hníf skáhallt með skrápnum. Skrápurinn sem fæst í þessu vinnsluþrepi er yfirleitt of lítill til að nýta hann og er því hent. Lokaafurðin úr þessu vinnsluþrepi er flök sem eru síðan flutt út fersk, fryst eða reykt eftir frekari meðhöndlun.

2.5.3. Frysting.

Þær afurðir sem falla til við vinnslu á háfiska- "búkum" og "böfum" og við vinnslu á flökuðum háfiskum eru flestar frystar eða reyktar og fluttar þannig út. Frysting er sú geymsluaðferð sem kemst næst því að varðveita upprunalegu gæði fisksins og hún er mest notuð við geymslu á háfiskum (Salsbury, 1986). Þau atriði sem hafa verður í huga við frystingu og frystigeymslu á háfiskum eru þrúnun á fitu í háfi vegna oxunar, áferðarbreytingar á holdi í frystigeymslu og myndun ammóníaks í holdi fisksins í frystigeymslu. Hægt er að koma í veg fyrir þessi atriði með því að nota gott hráefni og íshúða flökin, búkana og bökin vel (Einarsson, 1993).

2.5.4. Reyking.

Reyking er ævaforð aðferð til þess að auka geymsluþol matvæla og má segja að hún hafi verið notuð allt frá því að maðurinn lærði að nýta sér eldinn. Nú á tímum hafa aðrar leiðir til að auka geymsluþol matvæla rutt reykingu úr vegi en reyking er samt sem áður vinsæl vinnsluleið þar sem hún gefur matnum sérstakt bragð, lykt og

áferð sem mörgum líkar. Reyking eykur geymsluþol afurða með tvennu móti. Í fyrsta lagi lækkar vatnsvirkni afurðanna og þar með hægir á örveruvexti. Í öðru lagi hemja ýmis efni í reyknum sjálfum vöxt örvera og hægja á þránun (Þórarinsson, 1992).

Neysla á reykum háfi er töluverð í nokkrum löndum Evrópu og þá sérstaklega í Þýskalandi. Þjóðverjar eru aðalinnflutningsaðilar á þunnildum af háfi og neyta þeirra nær eingöngu reyktra. Í öðrum löndum Evrópu s.s. í Belgíu og Frakklandi er töluverð hefð fyrir neyslu á reykum háfiska"böfum". (Salsbury, 1986)

Um vinnslu á reykum háfiskum er lítið vitað hér á landi en þó hefur þekking og áhugi á reykingu háfs aukist seinustu ár. Vinnsla á reykum háfiskum fer nær eingöngu fram með heitreykingu og þá er hitastig reykkléfans haft allt að 130°C til þess að kjarnahitastig vörunnar nái 65°C (Bannerman, óþ. ártal; Þórarinsson, 1994).

Vinnsluferill fyrir reykingu á háfiskum

Forvinnsla.

Á undan reykingunni sjálfri eru nokkur vinnsluþrep s.s. flökun, snyrting, þurrkun og söltun. Söltun er algengasta forvinnsla fyrir reykingu. Þrjár aðferðir eru algengastar við söltun á fiski fyrir reykingu. Þær eru þurrsöltun, þækilsöltun og sprautusöltun. Þurrsöltun fer þannig fram að fiskurinn er hulinn salti í 18-24 klst., saltið síðan skolað af og er fiskurinn þá tilbúinn til reykingar. Helstu kostir þurrsöltunar eru að hún gefur æskilega áferðareiginleika, minnkar vatnsinnihald og stjórnun söltunar er auðveld. Gallarnir sem fylgja þurrsöltun eru þeir að við hana fæst verri nýting, hún tekur langan tíma og krefst nokkurrar reynslu. Þækilsöltun fer þannig fram að fiskurinn er lagður í mismunandi sterkan saltþækil í nokkrar klst., þá er fiskurinn tekinn upp úr þæklinum og þurrkaður lítillega og er hann þá tilbúinn til reykingar. Helstu kostir þækilsöltunar eru að hún er fljótleg, gefur góða nýtingu og stjórnun söltunar í daufum þækli er auðveld. Gallarnir sem fylgja þækilsöltun eru að erfitt er að stjórna söltun í sterkum þækli og þessi aðferð krefst meiri þurrkunar fyrir reykingu en aðrar aðferðir. Sprautusöltun fer þannig fram að saltþækli er sprautað með nálum í fiskholdið. Helstu kostir við sprautusöltun eru að hún er mjög fljótleg, gefur góða nýtingu, afurðin þarfnast lítillar þurrkunar fyrir reykingu og auðvelt er að stjórna söltun. Gallarnir við þessa aðferð eru þeir að hún opnar hold fisksins og eykur hættu á örverumengun (Þórarinsson, 1992).

Sá tími sem fiskurinn er hafður í salti (þækli) fer eftir stærð hans, þykkt og fituinnihaldi (Þórarinsson, 1992; Bannerman, óþ. ártal). Æskilegur lokastyrkleiki salts í vatnsfasa afurðar er yfir 3,5% SVF (salt í vatnsfasa) til að hindra vöxt matareitrunarörvera s.s. *Clostridium botulinum* o.fl. og svo að lokaafurðin hafi ekki of salt bragð (Dodds *et al.*, 1992). Saltstyrkur í vatnsfasa er ákvarðaður skv. eftirfarandi jöfnu (Þórarinsson, 1994).

$$\%SVF = (\% \text{ salt í lokaafurð} / (\% \text{ salt í lokaafurð} + \% \text{ vatn í lokaafurð})) * 100$$

Þurrkun.

Eftir að fiskurinn hefur verið saltaður er hann þurrkaður. Þurrkun er framkvæmd til þess að rétt vatnsmagn sé í fiskinum áður en hann er reyktur. Ástæðan er sú að til þess að fiskurinn taki upp reyk má hann hvorki vera of rakur né of þurr. Ef fiskurinn er of rakur verður reykupptakan ekki jöfn og útkoman verður misleit afurð. Sé hann of þurr verður reykupptakan of lítil þar sem flest þau efni í reyknum sem gefa

vörunni bragð eru vatnsleysin. Rakastig á yfirborði fisksins ræður mestu um reykupptöku hans. Einnig er hraði þurrkunarinnar mjög mikilvægur þáttur. Of hæg þurrkun gerir vinnslutímamann óþarflega langan og þar af leiðandi dýran auk þess sem meiri hætta er á að fiskurinn spillist. Sé hins vegar þurrkunin of hröð er mikil hætta á ofþornun á yfirborði fisksins en við það myndast skán sem bæði rýrir útlit hans og dregur úr reykupptöku. Þeir þættir sem hafa mest áhrif á þurrkhraða eru yfirborðsflatarmál fisksins, lofthraði reykklefans og rakastig loftins í reykklefanum (Þórarinsson, 1992). Þessi þurrkun er yfirleitt framkvæmd við 30°C í reykklefanum áður en fiskurinn er reyktur (Bannerman, óþ. ártal; Þórarinsson, 1992).

Reyking.

Þegar fiskurinn hefur náð æskilegri áferð á yfirborði er reykur látinn leika um hann. Þeir þættir sem hafa mest áhrif á reykupptöku eru yfirborðsflatarmál fisksins, lofthraði í reykklefa, rakastig, þéttleiki og hitastig reyksins. Eins og áður hefur verið nefnt eru háfiskar nær eingöngu heitreyktir. Við heitreykingu er hitastig reykklefans hækkað í allt að 130°C til þess að kjarnahitastig vörunnar nái 65°C. Til þess að ná þessu háa hitastigi er rakastigið í reykklefanum á milli 60 og 70% rakamettað (Þórarinsson, 1992). Í Bandaríkjunum er talið æskilegt að kjarnahitastig vörunnar nái 82,2°C í a.m.k. 30 mín. (FDA recommendations) en þá minnka líkurnar á vexti og eiturmyndun af völdum *Clostridium botulinum* típu E (Dodds *et al.*, 1992). En í iðnaðinum er yfirleitt miðað við að kjarnahitastig vörunnar sé a.m.k. 65,5°C í 30 mín. til að minnka líkurnar á vexti annarra sýkla s.s. *Listeria*, *Salmonella* og *Staphylococcus* sem valda matareitrunum (Dodds *et al.*, 1992).

Vinnsluferillinn í heitreykingu skiptist yfirleitt í þrjú skref. Þurrkun við 30°C, reykingu og suðu við 50°C og að lokum suðu við 80°C. Heildarvinnslutíminn og sá tími sem fer í hvert vinnsluskref fer eftir tegund, stærð, fituinnihaldi og afurð (Bannerman, óþ. ártal).

Eftirvinnsla.

Eftir reykingu er nauðsynlegt að fiskurinn fái að kólna þar til hann hefur að minnsta kosti náð stofuhita eða hann sé látinn jafna sig í kæli þar sem hann kólnar, reykefni jafnast þá um hann og lykt og bragð mildast áður en honum er pakkað. Ef á að pakka fiskinum í lofttæmdar umbúðir er æskilegt að hann sé ekki settur í kæligeymslu því þegar honum er síðan pakkað þá myndast dökk innan á pokanum sem rýrir útlit hans og geymsluþol. Einnig er óæskilegt að fiskinum sé pakkað of heitum því þá myndast dökk á fiskinum vegna uppgufunar og umhverfi myndast sem er æskilegt fyrir vöxt myglusveppa (Bannerman, óþ. ártal; Þórarinsson, 1992).

2.5.5. Söltun og þurrkun.

Vinnsla á söltuðum og þurrkuðum háfiski er mest stunduð í þróunarlöndum þar sem mikið veiðist af háfiskum t.d. í löndum í kringum Indlandshaf. Vinnsluferillinn fyrir vinnslu á söltuðum og þurrkuðum háfiskum er eftirfarandi. Flök með skráp eða án skráps eru þvegin vel með vatni. Síðan eru þau þurrsöltuð í körum þar sem þeim er raðað í lög og salt sett á milli. Fiskurinn er saltaður í u.þ.b. sex daga á köldum stað. Þá eru flökin tekin upp úr körunum og saltið skolað af þeim. Flökin

eru síðan þurrkuð í sól eða þurrkklefa þar til rakainnihald þeirra er um 35-40%. Þessi vinnsluaðferð er ekki mikið notuð til vinnslu á litlum háfiskum en frekar á stórum hákörslum (Shenoy og Dey, 1984; FAO, 1991).

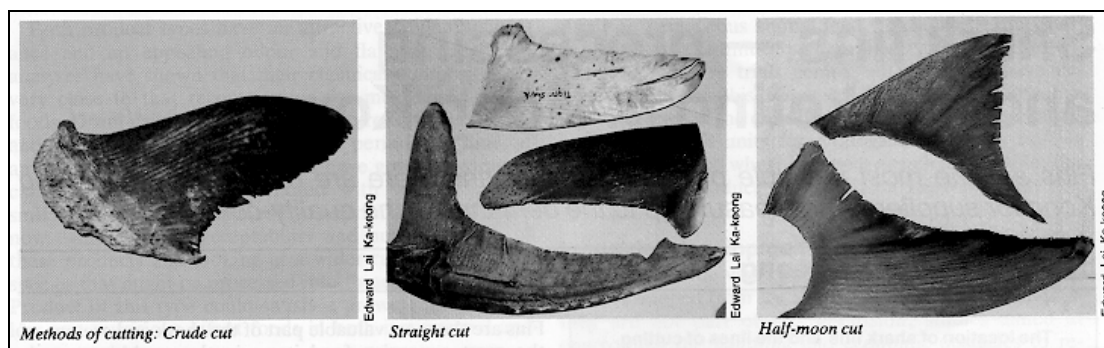
2.6. Vinnsla á aukaafurðum

2.6.1. Hákarla- og háfiskauggar.

Hákarlauggar eru á meðal dýrustu matvæla sem eru framleidd í heiminum. Þeir eru í miklum metum meðal fólks af kínverskum ættum og myndar undirstöðu margra uppáhalds rétta Kínverja. Helsti markaður fyrir hákarlaugga er Hong Kong þar sem búa yfir fimm milljónir manna af kínverskum ættum. Það magn sem var flutt inn af hákarlauggum í Hong Kong 1982 var 2746 tonn að verðmæti HK\$ = 245,4 milljónir eða að meðaltali US\$ = 11,46 \$/kg sem eru um 820 íkr/kg, miðað við US\$ = 7,80 HK\$ og US\$ = 71,9 ÍSK. (Ramachandran-Nair og Madhavan, 1974; Ka-keong, 1983; FAO, 1991)

Hráefni

Jafnvægi halda hákarlar og háfiskar með eyruggunum en bakuggana nota þeir til að halda stöðugleika, öfugt við beinfiska sem nota þá til að hreyfa sig. Af þeim ástæðum myndast mjúkir elastín og kollagen þræðir inni í uggum háfiska. Kínverskir matreiðslumenn nota þessa þræði til að búa til uggasúpu og heildsalar kalla þá ugga nálar (fin needles). Heildsalar hafa mestan áhuga á gæðum og magni ugganálanna í hverjum ugga. Í forvinnslu á hákarlauggum þá skal skera uggana frá fiskinum eins fljótt og hægt er eftir að fiskurinn hefur verið veiddur. Eyr- og bakuggar eru skornir af slétt meðfram fiskinum en sporðurinn er skorinn af með þverskurði við sporðræturnar. Algengustu skurðaraðferðirnar eru ákvarðaðar af heildsölum sem grófur skurður (crude cut), beinn skurður (straigh cut) og hálfmánaskurður (half-moon cut). Hálfmánaskornir eyr- og kviðuggar eru vinsælastir vegna þess hve gott er að vinna þá frekar. (Ka-Keong, 1983)



Mynd 4. Mismunandi skurðaraðferðir á hákarla- og háfiskauggum.(Ka-Keong, 1983)

Gæða- og stærðarflokkun.

Hákarla- og háfiskauggar eru flokkaðir eftir tegund fisksins, lit ugganna (svartur eða hvítur) og tegund ugganna í fjóra gæðaflokka eftir stærð (Ka-keong, 1983). Gæðaflokkun á eyrugga, bakugga, kviðarugga og raufarugga má sjá í töflum 5 og 6.

Tafla 5. Gæðaflokkun á eyr-, bak- og raufaruggum.

Gæðaflokkur	Stærð ugga í cm
D (3. flokkur)	minni en 10
C (2. flokkur)	10 -20
B (1. flokkur)	20 -30
A (úrvalsflokkur)	30 og stærri

Tafla 6. Gæðaflokkun sporðugga.

Gæðaflokkur	Stærð ugga í cm
D (3. flokkur)	minni en 20
C (2. flokkur)	20 -30
B (1. flokkur)	30 - 40
A (úrvalsflokkur)	40 og stærri

(Ka-Keong 1983)

Minnsti flokkurinn D (3. flokkur) er ekki seldur í settum heldur sem ugganet eða blönduð ugganet eftir fullvinnslu (sjá kafla um fullvinnslu háfiskaugga). Stærð eyr-, bak- og raufarugga af háfiskum sem finnast við Ísland er yfirleitt minni en 10 cm og stærð sporðugga er yfirleitt minni en 20 cm. Þess vegna myndu uggar af háfiskum flokkast í 3ja gæðaflokk.

Vinnsla á hákarla- og háfiskauggum

Hákarla- og háfiskaugga er hægt að markaðssetja á mismunandi vinnslustigum þar sem að vinnslan byrjar á ferskum uggum (wet fins) og endar í fullunnu ugganeti (fin nets). Yfirlit yfir vinnsluferla á hákarlauggum má sjá á myndum 26 og 27 í viðaukum 6 og 7. Meðhöndlun á ferskum uggum er eftirfarandi (Ka-keong, 1983).

Meðhöndlun á ferskum uggum

Kæling.

Uggar sem hafa verið skornir af hákarli eða háfiski eru kallaðir ferskir uggar (fresh fins) eða blautir uggar (wet fins) og ef þeir eiga seljast innan fárra daga eru þeir yfirleitt þvegnir í sjó og geymdir í ís.

Sólþurrkun.

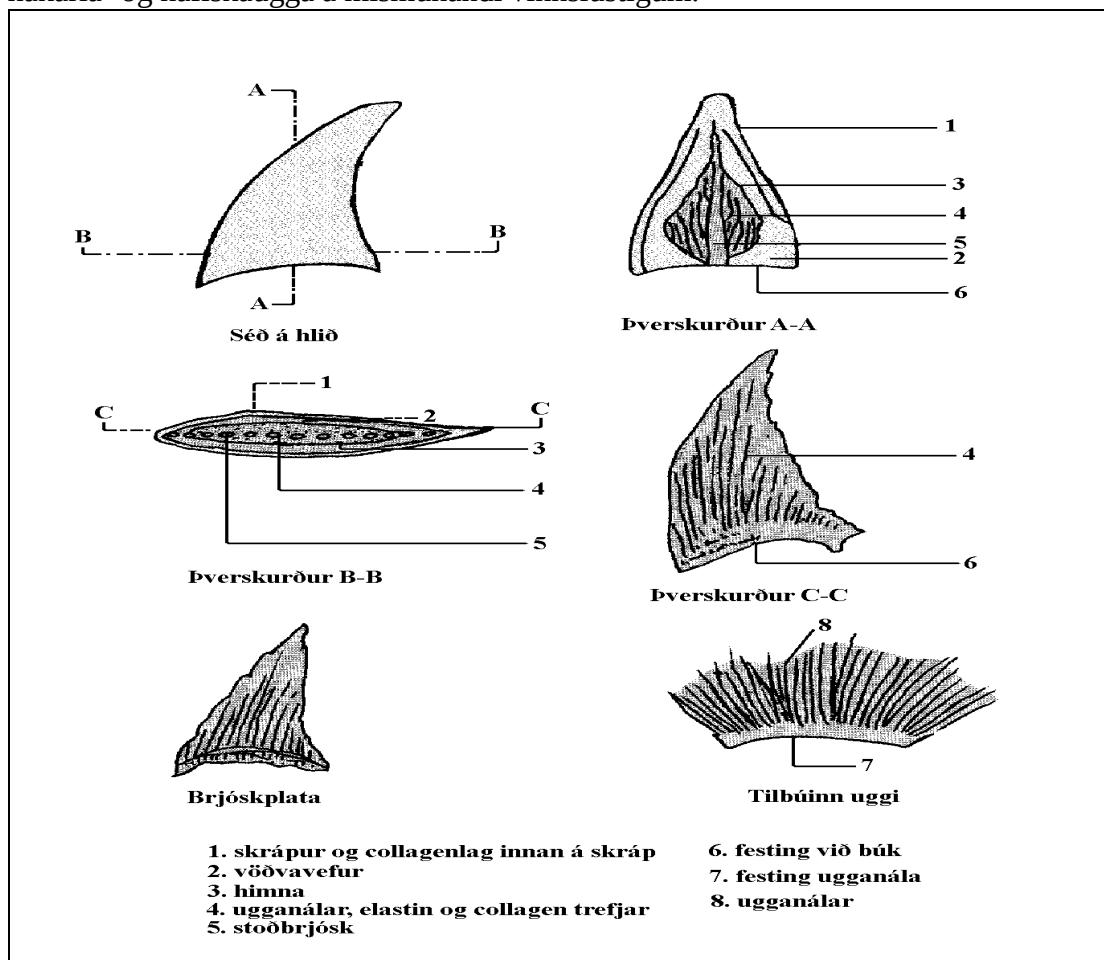
Þar sem aðstæður gera það að verkum að ekki er hægt að flytja ferska ugga beint á markað eða vinna þá strax er æskilegt að þvo þá í 3% saltlausn eða hreinum sjó og hengja þá síðan upp eða leggja á bakka og þurrka í sól. Stórir uggar eru yfirleitt hengdir upp. Mjög óæskilegt er að láta rigna á uggana við þurrkun og ef þeir eru sólþurrkaðir verður að taka þá inn á nóttunni til að forðast daggarmyndun. Uggarnir þorna yfirleitt á 10-14 dögum.

Önnur forvinnsla.

Ef ekki er hægt að sólþurrka uggana er æskilegt að nota til þess þurrkklefa einnig kemur til greina að salta uggana og frysta eða frysta þá ferska (Ramachandran-Nair og Madhavan, 1974; Ka-keong, 1983; FAO, 1991).

Framhaldsvinnsla á uggum

Vinnslan á hákarla- og háfiskauggum sem lýst er að neðan er almennt notuð en sumir framleiðendur hafa sínar leynilegar uppskriftir (Ka-keong, 1983). Mynd 5 sýnir hákarla- og háfiskaugga á mismunandi vinnslustigum.



Mynd 5. Sýnir mismunandi vinnslustig hákarla- og háfiskaugga.(Ka-Keong, 1993)

Forvinnsla.

Forvinnsla fyrir vinnslu á hákarla- og háfiskauggum er mismunandi eftir því hráefni sem stendur til boða hverju sinni. Helsta hráefni fyrir framhaldsvinnslu eru frosnir, ferskir og þurrkaðir uggar. Forvinnsla á þessu hráefni felst í að:

- Frosnir uggar eru þíddir í vatni og bleyttir upp í 8-9 klst.
- Ferskir uggar eru þvegnir og bleyttir upp í 8-9 klst.
- Þurrkaðir uggar eru bleyttir upp í 16-20 klst.

Afhreistrun og flánning á skráp.

Eftir að uggarnir hafa verið bleyttir upp eru þeir settir í 80-90°C heitt vatn. Þetta er gert til að losa hreisturplötturnar og skrápinn en þessu ferli verður að stjórna vel til að skemma ekki ugganálarnar. Þá er uggunum dýft í kalt vatn og járnbursti notaður til að losa allt hreistur og skráp af uggunum. Að lokum eru uggarnir þvegnir með fersku vatni.

Fjarlæging á kjöti.

Eftir afhreistrun og fláningu er kjöt á uggum og á brjóskplötunni sem uggarnir eru festir við fjarlægt.

Fjarlæging á blóði og aflitun.

Þegar kjötið hefur verið fjarlægt eru uggarnir látnir í rennandi vatn og þvegnir vel. Vegna þess hve erfitt er að þvo blóðið í brjóskplötunni sem ugganálarnar eru festar við er nauðsynlegt að aflita það. Yfirleitt er notuð 3% H₂O₂ (peroxíð) lausn til að aflita og er það gert í 30-40 mínútur og síðan eru uggarnir þvegnir vel í vatni.

Þurrkun.

Þá eru uggarnir settir á bambusmottur og sólþurrkaðir eða þurrkaðir í þurrkofni og tekur þurrkunin um 4-5 daga.

Lokaafurðin úr þessum vinnsluferli eru skráplausir uggar sem að öðru leyti halda lögun sinni. Sumir framleiðendur fjarlægja hörðu brjóskplötuna af bakuggum fyrir þurrkun.

Fullvinnsla á uggum

Þar sem töluverð vinna fer í að gera ugga hæfa til matreiðslu eru fullunnir uggar að verða æ vinsælli. Þær afurðir sem eru framleiddar sem fullunnir uggar eru ugganálar og ugganet (fin nets). Vinnsluferillinn fyrir vinnslu á þessum afurðum má sjá á mynd 28 í viðauka 7 (Ka-keong, 1983).

Vinnsla á ugganálum

Uggar bleyttir upp.

Uggar sem hafa farið í gegnum framhaldsvinnslu eru bleyttir upp í vatni í 8-12 klst. til að mýkja þá.

Önnur aflitun.

Ef nauðsynlegt er þá eru uggarnir aflitaðir aftur eins og lýst er í kaflanum um framhaldsvinnslu á uggum.

Suða.

Uggarnir eru settir í sjóðandi vatn í u.þ.b. 5 mínútur þar til ugganálarnar þenjast út og verða sýnilegar. Suðan leysir upp himnuna á ugganálunum og þeir þenjast út. Við suðuna vilja ugganálarnar stundum krullast upp. Því næst eru ugganálarnar teknar upp úr suðupottinum og settar í kalt vatn.

Fjarlæging á himnu.

Síðan eru uggarnir teknir upp úr vatninu og festingar ugganálanna við brjóskplötuna nuddaðir og mýktir þar til himnan utaná ugganálunum er laus. Þá er það sem er eftir af himnunni plokkað af. Lokaafurðin úr þessum vinnsluferli kallast blautar ugganálar (wet fin needles).

Framleiðsla á ugganeti

Uggar af lægri gæðaflokkum eru aðallega unnir í ugganet (fin nets). Skref 1-4 í vinnsluferli fyrir ugganálar eru eins í framleiðslu á ugganeti. Síðana bætast við eftirfarandi vinnsluþrep (Ka-keong, 1983).

Röðun á ugganálum.

Þvegnum ugganálum er raðað á olíubornar bambusmottur og mótaðar í tungllaga eða netlaga form sem er um 100 g á þyngd.

Aflitun með afoxun.

Þá eru ugganálarnar aflitaðar með sérstakri afoxunaraðferð í "brennisteins boxi" þar sem brennisteinn er brenndur á milli bakka með uggum á í u.þ.b. 20 mínútur. Aflitunin má ekki taka of langan tíma því þá er hætt við að ugganálarnar krullist upp og brúnist.

Þurrkun.

Síðan eru ugganetin sólþurrkuð eða þurrkuð í þurrkklefa.

2.6.2. Lifur háfiska.

Lifur háfiska er að mörgu leyti sérstök miðað við lifur annarra fisktegunda hér við land. Sérstaða hennar felst í háu hlutfalli ósápanlegra fituefna í olíufasa lifrarinnar. Ósápanleg fituefni eru t.d. squalene, glýserýl eterar (alkýl glýseról), sterólar, alkahól terpenar, alífatísk alkahól og önnur vetniskolefni (deMan, 1990). Þau fituefni sem menn hafa mestan áhuga á eru squalene og glýserýl eterar en þessi efni eru notuð mikið í snyrtivöruíðnaði (Lubowe og Wells, 1964; Lambertsen, óþ. ártal; Buranudeen og Richards-Rajadurai, 1986; Anon, 1989; Hjaltason, 1993). Hlutfall squalene af ósápanlegu fituefnunum í lifur háfiska er sérstaklega hátt. Nýting á lifur úr háfiskum hefur verið athuguð af tveimur fyrirtækjum hér á landi með hugsanlega forvinnslu á lýsi og vinnslu á squalene í huga en þær hafa allar strandað á hráefnisskortri hugsanlegrar vinnslu en möguleiki er á því að vinnsla á squalene hefjist hér á landi á næsta ári (Hjaltason, 1993).

Háfiskaolía hefur verið notuð í lækningaskyni í mörg ár en upphaflega var hún notuð sem A-vítamín gjafi en mikilvægi háfiskalifrar minnkaði á fjórða áratug aldarinnar vegna þess að byrjað var að framleiða A-vítamín með efnafræðilegum aðferðum. Í dag er háfiskaolía notuð í litlum mæli í textíl og sútunariðnaði, sem smurolía með sérstaklega lága mótstöðu og mikið hitaþol en aðallega er unnið úr henni squalene. (Buranudeen og Richards-Rajadurai, 1986; Anon, 1989; Batista og Nunes, 1992)

Magn lifrar í háfiskum

Fáar athuganir hafa verið gerðar á hlutfalli lifrar í háfiskum hér á landi. Erlendis hafa menn í auknum mæli litið á háfiska og hákarla sem nýtilega auðlind og hafa rannsakað þá töluvert. Helstu athuganir erlendra aðila hafa snúist um vinnslu og nýtingu á lifrarlýsi og efnum úr því (Hjaltason, 1993). Í þessu verkefni var athugað hlutfall lifrar af heildarþunga gljáháfs og svartháfs. Tafla 7 sýnir niðurstöður þeirra athuganna á hlutfalli lifrar í gljáháfi og svartháfi en ekki var gerð athugun á magni lifrar í háfi vegna þess að ekki fékkst óslægður háfur til að vinna með. Í verkefni sem var gert í matvælaverkfræði II vorið 1992 (Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992) reyndist hlutfall lifrar af heildarþyngd háfs vera 13,6 % sem er töluvert lægra heldur en hjá svartháfi og gljáháfi.

Tafla 7. Lifur sem hlutfall af heilum fisk í svartháfi og gljáháfi.

Mæling nr.	% lifur í gljáháfi	% lifur í svartháfi
1	29,66	21,24
2	28,20	21,88
3	25,03	22,18
4	20,10	17,42
5	28,28	17,14
6	26,99	----
7	17,65	----
8	29,20	----
9	25,64	----
Meðaltal	25,64	19,97

Nokkrar erlendar rannsóknir hafa verið gerðar á hlutfalli lifrar í háfiskum sem finnast í ýmsum heimshöfum og sumar af þeim tegundum finnast ekki hér við land. (Anon, 1989)

Tafla 8. Hlutfall lifrar af heildarþyngd nokkurra háftegunda.

Tegund	Lægst - hæst	Meðaltal
<i>Deania calceus</i> (flatnefur)	12-24	19
<i>Centroscymnus crepidator</i> (þorsteinsháfur)	15-26	19
<i>Centroscymnus owstoni</i>	17-31	22
<i>Centroscymnus coelolepis</i> (gljáháfur)	18-32	27
<i>Etmopterus baxteri</i>	12-24	18
<i>Etmopterus sp. nov</i>	19-19	19
<i>Dalatias licha</i> (skarðháfur)	14-22	18
<i>Centrophorus squamosus</i> (rauðháfur)	21-25	23

Eins og sést í töflu 8 eru fjórar tegundir sem finnast við Ísland, það er gljáháfur (*Centroscymnus coelolepis*), flatnefur (*Deania calceus*), þorsteinsháfur (*Centroscymnus crepidator*) og rauðháfur (*Centrophorus squamosus*). Þessi athugun sem var gerð í Ástralíu sýnir mjög svipað hlutfall lifrar af heildarþyngd gljáháfs og okkar athuganir. Talið er að töluverður árstíðarmunur sé á hlutfalli lifrar í háfiskum og einnig munur eftir kyni, stærð, veiðisvæði og því dýpi sem þeir lifa við (Anon, 1989).

Glýserýl eterar

Glýserýl eterar (alkýl glýseról) finnast í miklu magni í lifur vissra tegunda háfiska. Bygging glýserýl etera er svipuð og þríglýseríða nema að fitusýran í stöðu eitt er afoxuð í fitualkahóll. Fitualkahólin í glýserýl eternum eru yfirleitt mettuð eða einómettuð og þeir glýserýl eterar sem finnast í mestu magni í háfiskalýsi eru batýl-alkahól (18:0) og selachyl-alkahól (18:1). Lifrarlýsi úr hákarli (*Somniosus microcephalus*) og háfi (*Squalus acanthias*) inniheldur um 30-60% glýserýl etera og því telja menn að vinnsla á lýsi úr þessum tegundum geti verið áhugaverð vegna þess að glýserýl eterar eru notaðir í snyrtivöruíðnaðinum (Lambertsen, óþ. ártal).

Squalene

Squalene er mjög ómettað alífatískt vetniskolefni sem finnst víða í náttúrunni. Það finnst í litlum mæli í jurtaolíum en í meira magni í vissum fiskolíum (Anon, 1989). Squalene er aðalvetniskolefnið í fitufasa húðar mannsins og hefur mælst allt að 11% húðfitunnar. Einnig finnst það í kyrtlum í innra lagi húðarinnar, eyrnamerg, hárfitu og í fitukyrtlum. Þá er squalene milliefni í kólesterólmyndun og breytist við það í 7-dehýdrókólesteról sem breytist í D-vítamín við sólarljós (geislun). Squalene stuðlar að eðlilegu rakajafnvægi húðarinnar og myndar vörn gegn bakteríum og sveppum. (Lubowe og Wells, 1964)

Squalene sem finnst í lifur háfiska, hefur efnaformúluna $C_{30}H_{50}$ (2,6,10,15,19,23-hexamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaene) og er óstöðugt efni sem oxast auðveldlega, dökknar við geymslu, verður seigfljótandi og tekur upp lykt (Lubowe og Wells, 1964). Af þeim orsökum felst forvinnsla á squalene yfirleitt á herslu sem ummyndar squalene yfir í squalane sem hefur efnaformúluna $C_{30}H_{62}$ (2,6,10,15,19,23-hexamethyltetracosane) (Anon, 1989) og er stöðugra form squalene sem er litlaus, lyktarlaus, bragðlaus, gegnsæ, stöðug og einsleit fljótandi olía (Lubowe og Wells, 1964). Squalane er notað í efna-, snyrtivöru- og lyfjaiðnaði. Squalane er notað í vissar snyrtivörur s.s. húðkrem, húðlyf, varaliti, ilmvötn, sólkrem o.fl. Það er einnig notað við framleiðslu á yfirborðsvirkum efnum, aromatískum vetniskolefnum, hitaþolnum smurningsefnum, gúmmíefnum, litarefnum, gervisilki og ilmvötnum (Lubowe og Wells, 1964; Buranudeen og Richards-Rajadurai, 1986; Anon, 1989; Batista og Nunes, 1992).

Magn squalenes í lifur háfiska

Þær athuganir sem hafa verið gerðar á magni squalene í lifur háfiska sýna að það er mjög mismunandi, eða frá um það bil engu upp í tæplega 80% af lýsi lifrarinnar (Buranudeen og Richards-Rajadurai, 1986; Anon, 1989; Batista og Nunes, 1992). Talið er að squalene sem finnst í lifur háfiska hafi einhvern líffræðilegan tilgang sem tengist því að lifa á miklu dýpi (Anon, 1989). Eftirfarandi töflur sýna niðurstöður þeirra mælinga sem hafa verið gerðar hérlandis og erlendis á magni ósápanlegra efna í háfiskalýsi og squalenes. En hlutfall squalene af ósápanlega hlutanum er mismunandi milli tegunda en hjá gljáháfi er hlutfallið um 66% eins og sést í töflu 12 (Batista og Nunes, 1992).

Tafla 9. Prósentuhlutfall lýsis af lifur og ósápanlegra efna í lýsi háfiska sem finnast við Ísland.

Tegund	% Ósápanlegt efni	% Olía í lifur
Gíslaháfur (<i>Apristurus laurussonii</i>)	3,3	37,9
Flatnefur (<i>Deania calceus</i>)	4,9	64,1
Dökkháfur (<i>Etmopterus princeps</i>)	45,0	61,4
Litli loðháfur (<i>Etmopterus spinax</i>)	67,5	62,5
Svartháfur (<i>Centroscyllium fabricii</i>)	41,8	65,3
Þorsteinsháfur (<i>Centrosca. crepidater</i>)	65,0	73,3
Gljáháfur (<i>Centroscymnus coelolepis</i>)	51,7	67,6

(Guðmundsson, 1985)

Tafla 10. Prósentuhlutfall ósápanlegra efna í lýsi háfiska sem finnast í öðrum heimshöfum.

Tegund	% ósápanlegt efni
<i>Squalus mitsukurii</i> (Shortspine spurdog)	87,32 - 90,17
<i>Centrophorus squamosus</i> (rauðháfur)	71,87 - 86,39
<i>Centrophorus acus</i> (Needle dogfish)	62,90
<i>Centrophorus atromarginatus</i> (kornháfur)	58,30
<i>Cetorhinus maximus</i> (beinhákarl)	22,80 -55,30

(Buranudeen og Richards-Rajadurai, 1986)

Tafla 11. Hlutfall lifrarlýsis og squalenes í lifur nokkurra háfiskategunda.

Tegund	% Olía í lifur	% Squalene í lifur
<i>Deania calceus</i> (flatnefur)	87,8	58,9
<i>Etmopterus baxteri</i>	77,7	48,9
<i>Scymnorhinus lica</i> (skarðaháfur)	84,5	72,6
<i>Centrophorus squamosus</i> (rauðháfur)	81,5	62,9
<i>Centroscymnus plunketi</i>	84,2	1,4
<i>Centroscymnus owestoni</i>	80,6	67,7
<i>Centroscymnus coelolepis</i> (gljáháfur)	81,4	44,0

(Hjaltason, 1993)

Í athugun sem gerð var á djúpsjávarháfiskum við Portúgal sýnir svipaðar niðurstöður eins og sést í töflu 12 en í þeirri athugun var einnig mælt hlutfall ósápanlegra efna og squalenes í lifur háfiskanna.

Tafla 12. Prósentuhlutfall lifrar, olíu, ósápanlegra efna og squalenes af heildarþyngd nokkurra háfiskategunda.

Tegund	% Lifur ¹	% Olía í lifur ²	% Ósáp. efni í lifur	% Squalene
<i>Centrop. granulosus</i> (kornháfur)	21,4 -26,2	71,4 -78,0	86,2±0,9	74,5±2,9
<i>Centrop. squamosus</i> (rauðháfur)	19,5 -22,8	68,0 -71,3	80,13	67,9±0,2
<i>Dalantias licha</i> (skarðaháfur)	23,9 -26,5	53,7 -63,4	62,1±0,99	48,1±5,2
<i>Deania calceus</i> (flatnefur)	17,0 -20,3	70,0 -77,0	70,5±1,55	52,5±9,5
<i>Etmop. pusillus</i> (mjóháfur)	17,9	75,0	61,3	44,3
<i>Centros. coelolepis</i> (gljáháfur)	25,4 -33,3	56,0 -61,1	50,6±7,9	33,3±6,7
<i>Etmop. spinax</i>	24,6	56,3	49,2	26,2
<i>Scymnodon ringens</i>	22,6	70,5	34,3±1,9	0,8±0,6

¹ Hlutfall lifur/heildarþyngd (w/w)

² Hlutfall olía/lifur (w/w)

(Batista og Nunes, 1992)

Eins og sést í töflum 11 og 12 er hlutfall squalenes af lifur gljáháfs frá 33,3 upp í 44,0% af heildarþyngd lifrarinnar en athuganir á squalene innihaldi lifrar í

svartháfi og háfi hafa ekki verið gerðar og talið er að squalene magn í háfslifur sé mjög lítið (Lambertsen, óþ. ártal; Anon, 1989).

Tafla 13. Samantekt yfir þær mælingar sem hafa verið gerðar á þeim háfiskategundum sem finnast við Ísland.

Tegund	% Lifur ¹	% Olía í lifur ²	% Ósáp. efni í lifur	% Squalene
<i>Centros. coelolepis</i> (Gljáháfur)	18-33	56-81,4	50,6-51,7	33,3-44,0
<i>Deania calceus</i> (Flatnefur)	12-24	64,1-87,8	4,9-70,5	52,5-58,9
<i>Dalatias licha</i> (Skarðaháfur)	23,9-26,5	53,7-84,5	62,1	48,1-72,6
<i>Etmop. princeps</i> (Dökkháfur)	---	61,4	45,0	---
<i>Etmop. spinax</i> (Litli loðháfur)	---	62,5	67,5	---
<i>Centros. crepidator</i> (Þorst.háfur)	15-26	73,3	65,0	---
<i>Centros. fabricii</i> (Svartháfur)	20,0	65,3	41,8	---
<i>Cetorh. maximus</i> (Beinhákarl)	---	---	22,8-55,3	---
<i>Centrop. squamosus</i> (Rauðháfur)	19,5-22,8	68,0-71,3	71,9-86,4	67,9

Eins og sést í töflu 13 er hlutfall lifrar, olíu í lifur, ósápanlegra efna í lifur og squalenes töluvert hátt í þeim tegundum sem finnast hér við land og því ætti að vera möguleiki á að vinna squalene og önnur efni úr lifur háfiska ef sjómenn fara í auknum mæli að nýta þessar tegundir.

Aðferðir við að mæla squalene í háfiskalýsi

Nokkrar aðferðir eru þekktar til að mæla squalene innihald lifrarlýsis úr háfiskum. Helstu mælingarnar eru mæling á ósápanlegum hluta lifrarlýsisins, mælingar með ljósgleypniaðferð og með HPLC og GLC (Batista og Nunes, 1992; Hjaltason, 1993). Portúgalirnir Batista og Nunes (1992) athuguðu hvort mæling á eðlisþyngd, ljósbroti og seigju gætu komið í stað dýrari mælinga til að ákvarða squalene innihald lifrarlýsis úr háfiskum. Kom í ljós að mjög mikil fylgni var á milli squalene innihalds, ósápanlegra fituefna og joðtölugildis lifrarlýsis úr háfiskum og eðlisþyngdar, ljósbrots og seigju og því er hægt að nota þessar aðferðir til að mæla á fljótvirkan hátt squalene innihald, ósápanleg fituefni og joðtölu lifrarlýsis úr háfiskum. Fundu þeir jöfnu fyrir squaleneinnihald háfiskalýsis með því að mæla ljósbrot þess. Þessi jafna fyrir squaleneinnihald er eftirfarandi:

$$SI(\%) = -5,333 \cdot 10^3 + 3,633 \cdot 10^3 RI \quad (r = -0,955)$$

Þar sem SI(%) er squalene innihald háfiskalýsisins í prósentum og RI er mælt ljósbrot (Refractive index).

Vinnsla á lifrarlýsi

Ef vinna á squalene úr lifur háfiska er nauðsynlegt að gera að þeim um leið og þeir koma inn fyrir borðstokkinn og koma lifrinni í geymslu til að minnka tap á squalene (Buranudeen og Richards-Rajadurai, 1986). Squalene er óstöðugt efni og brotnar niður og eyðileggst við langa geymslu. Því er nauðsynlegt að lifrin sé unnin samdægurs og ef það er ekki hægt skal frysta hana strax eftir slægingu fisksins.

Nokkrar aðferðir eru þekktar til að vinna lifrarlýsi úr háfiskum og lifur annarra fisktegunda (Anon, 1989; Hjaltason, 1993).

Aðferð 1.

Lifrin er skorin í litla bita og hituð að suðumarki vatns í 2% NaOH lausn í 30-45 mínútur. Hrært er í við og við. Eftir smá tíma skilst olían frá og er fleytt ofanaf vatnsfasanum. Afgangurinn er settur í skilvindu og skilið að við 4000 rpm í 15 mínútur.

Aðferð 2.

Lifur er blönduð við vatn sem er u.þ.b. 10% af þyngd lifrarinnar. Blandan er hituð í 20 mínútur og síðan látin kólna. Þá er blandað í natríum súlfati og lausnin skilin að í skilvindu. Þetta er algeng iðnaðaraðferð.

Aðferð 3.

Hakkaðri lifur er blandað saman við vatn sem er u.þ.b. 5-10% af þyngd lifrarinnar. Blandan er síðan hituð í gufu í u.þ.b. klukkustund og hrært er í á meðan, síðan er hún skilin í skilvindu. Þetta er algengasta iðnaðaraðferðin sem notuð er í dag til að vinna lýsi úr lifur fiska.

Aðferð 4.

Sýru og lífrænn aðskilnaður. Lifrin er hökkuð og melt í maurusýru (formic acid) í u.þ.b. 96 klst, eða í sykurreyrböndu í 6 daga.

Vinnsla á squalene/squalane

Vinnsla á squalene og squalane er mjög lík vinnslu (herslu) á venjulegu fiskalýsi, þó með nokkrum undantekningum (Hjaltason, 1993). Mjög fá fyrirtæki í heiminum vinna squalene/squalane úr háfiska- eða hákarlalifur því búnaður til þess er mjög dýr vegna þess að squalene/squalane er ekki hægt að vinna nema við mjög lágan þrýsting. Vinnsluferli fyrir þessa vinnslu má sjá á mynd 25 í viðauka 4 og er eftirfarandi (Hjaltason, 1993):

- 1) Háfiskalifur er tekin og hökkuð niður í hakkavél.
- 2a) Síðan er lifrin melt í maurusýru í u.þ.b. 96 klst. eða:
- 2b) Blandað er í lifrarhakkið u.þ.b. 10% vatni og blandan hituð upp í 40-60°C í mismunandi langan tíma þar til próteinin hafa fallið út úr blöndunni.
- 3) Þá er blandan sett í skilvindu og lýsið skilið frá hratinu.
- 4) Lýsið er síðan þvegið með vatni og þurrkað með natríum súlfati.
- 5a) Þá er squalene eimað úr lýsinu undir ofurlofttæmi og það síðan hert yfir í squalane með hvata (Ni) og vetni. Eða:
- 5b) Lýsið er hert yfir í squalane með hvata (Ni) og vetni sem er síðan eimað úr lýsinu undir ofurlofttæmi. Eða:
- 5c) Úr lýsinu eru fjarlægð sápanleg efni með sápun og síðan er annað hvort squalene eimað úr ósápanlega hlutanum og síðan hert eða ósápailegi hlutinn hertur og squalane síðan eimað úr lýsinu.

2.6.3. Brjósks.

Seinustu ár hefur áhugi á nýtingu á brjóski úr hákörllum og háfiskum aukist mikið. Ástæðan er sú að brjóskið er talið hafa áhrif á krabbameinsæxli. Einnig er talið að brjósk úr háfiskum lofi góðu við lækningu á ýmsum sjúkdómum s.s. gigtarsjúkdómum, psoriasis og exemi. Vinnsla á brjóski úr hákörllum og háfiskum er einföld í sniðum. Brjóskið sem fellur til við vinnslu á öðrum afurðum er tekið og af því er skafið allt hold til þess að minnka mögulega þráamyndun í brjóskinu. Síðan er brjóskið þurrkað í um 10% vatnsinnihald í þurrkklefa. Þá er brjóskið malað niður í duft þar sem kornastærðin er undir 100 µm að stærð. Þessi mölun er mjög vandasöm þar sem æskileg kornastærð er svo lítil. Þá myndast mikill hiti við mölunina sem hefur slæm áhrif á brjóskduftið og því þarf að beita vissum aðferðum til að minnka þessa hitamyndun (Anon, óþ. ártal).

Rannsóknir á áhrifum hákarla- og háfiskabryósks sýna að brjóskið hindrar vöxt krabbameinsæxla með því að koma í veg fyrir myndun æða inni í æxlunum og þar með draga úr vexti þeirra. Einnig hafa tilraunir sýnt að hákarla- og háfiskabryósks hafa eiginleika til að drepa krabbameinsfrumur. Þá hefur komið í ljós að hákarla- og háfiskabryósks hafa öflugar bólgueyðandi verkanir. Þau efni í brjóskinu sem talin eru hindra bólgur eru hópur fjölsykra sem nefndur hefur verið "mucopolýsaccarid". Skyld efni hafa verið notuð til að draga úr bólgum en hákarla- og háfiskabryósks eru mun öflugri heldur en þessi efni (Anon, óþ. ártal).

2.6.4. Skrápur.

Vinnsla á skráp háfiska og hákarla er mjög vandasöm og eru ekki mörg fyrirtæki í heiminum sem búa yfir þekkingu til að vinna skráp af háfiskum eða hákörllum. Lítið er vitað um vinnslu á hákarla- eða háfiskaskrápi á Íslandi en töluverð vinnsla fer fram á þeim stöðum í heiminum sem liggja að gjöfulegum miðum þessara tegunda. Eins og áður hefur verið nefnt er vinnsla á skráp mjög vandasöm og þau fyrirtæki sem vinna skráp liggja á sinni þekkingu eins og ormur á gulli þannig að þekking á vinnslu á hákarla- eða háfiskaskrápi er ekki á allra vörum.

Á Íslandi hefur á seinustu árum aukist áhugi á nýtingu á fiskroði s.s. steinbíts-, hlýra- og þorskroði og er í gangi tilraunaverkefni með nýtingu á roði til sútunar og lofar það góðu. Einnig er í gangi verkefni í úrvinnslu bindiefnis úr roði. Þá hafa farið fram athuganir á möguleikum á nýtingu skráps af hákarli eða háfiskum og verið send sýni af hákarlaskráp til sútunar vestur í Bandaríkjunum.

Hákarla- eða háfiskaleður hafa aðallega verið notuð í sérhæfðum skinnaiðnaði þar sem aðaláherslan hefur verið lögð á sérstöðu þessa leðurtegundar en á nokkrum stöðum er töluverður iðnaður í kringum vinnslu á hákarla- og háfiskaleðri. Til dæmis er bandarískt einkaleyfi sem tilgreinir notkun á hákarlaleðri í geimfarabúninga, stígvél og hanska vegna einstakra einangrunareiginleika leðursins við þær aðstæður sem eru í tunglferðum (Bostoc, 1991).

Vinnsla á hákarla- og háfiskaleðri

Vinnsla á háfiska- eða hákarlaleðri er mjög vandasöm og skiptist í grófum dráttum í 15 skref. Skrápar sem eru af fiskum stærri en 1,5 m eru æskilegastir í vinnslu á þessu leðri svo að skrápa af háfi og svartháfi er ekki mögulegt að nýta í leðurvinnslu en skráp af gljáháfi væri hægt að nota því hann er allt að 1,3 m langur. Helstu vandamál sem fylgja vinnslu á hákarla- eða háfiskaskrápum eru mismunandi eiginleikar húðtannanna sem eru á skrápnum, mismunandi efnasamsetning skrápsins milli tegunda og meðferð hans fyrir vinnslu (Bostoc, 1991).

Forvinnsla á skráp er framkvæmd á nokkuð sérstæðan hátt. Þegar fiskurinn er fleginn er hann ekki slægður heldur er skorið á skrápinn eftir bakinu. Fyrst eru uggar og sporður skornir af. Síðan er skorið á skrápinn eftir bakinu og í kringum hausinn. Þá er skrápurinn fleginn frá búknum og gæta verður að því að skilja eftir töluvert af holdi svo að ekki myndist göt á skrápinn. Skrápurinn fer síðan í þá vinnslu sem er lýst hér á eftir (Limpus, 1987; Bostoc, 1991; FAO, 1991).

Vinnsluferill fyrir á hákarla- eða háfiskaleður er í grófum dráttum eins og sést á mynd 6 en vinnsluferillinn getur verið mismunandi milli hákarla- og háfiskategunda. Miðað er við að vinna 100 kg af skráp í hverju vinnsluprepi, einnig er tekið fram hvaða efni eru notuð í hverju vinnsluprepi (Bostoc, 1991).

Vinnsluprep	Aðferð og tími	Efni sem notuð eru
1.Ferskur skrápur	100 kg skráp dýft í lausn	90% NaCl, 1% NaHCO ₃ , 0,2% Na-trichlorophenate
2.Þvottur		Vatn
3.Bleyting	100 kg þveginn skrápur bleyttur upp yfir nótt	300 lítrar vatn, 0,2 lítrar ójónískt bleytiefni, 0,1 kg trichlorophenate
4.Súrsun	100 kg bleyttur skrápur í 5 daga	300 lítrar vatn, 10 kg lime safi (sitrónusafi)
5.Fjarlæging á holdi		
6.Afsúrsun	100 kg bleyttur skrápur þar til pH = 7	300 lítrar vatn, 1,5 kg NaHSO ₃
7.Þvottur í vatni		Vatn
8.Pæklun	1) 100 kg skrápur í 15 mín. 2) 100 kg skrápur stillt á pH = 2,6-2,8 í tvo daga	300 lítrar vatn, 15 kg NaCl 10% HCl lausn
9.Sútun	1) 100 kg pæklaðir skrápar 2) bætt í á 3 tímum og látið vera yfir nótt 3) bætt í á 3 tímum þar til pH = 3,8	300 lítrar vatn, 6 kg NaCl 10 kg krómlausn, 30 lítrar vatn 15 lítrar vatn, 1,5 kg NaHSO ₃
10.Þurrkun	Yfir nótt	
11.Skrápur skafinn		
12.Hlutleysing	100 kg skrápur, pH stillt á 5,5	15 kg vatn, 16,5 lítrar 10% NaHSO ₃ lausn
13.Þvottur		Vatn
14.Fituhúðun		Fituefni
15.Lokafrágangur		

Mynd 6. Vinnsluferill fyrir á hákarla- og háfiskaleður. (Bostoc, 1991)

2.6.5. Úrgangur.

Þar sem hægt er að nýta stóran hluta af háfiskunum er ekki mikið eftir sem hægt er að kalla úrgang. Í rauninni eru það aðeins innnyflin sem eru úrgangur ef allur fiskurinn er unnin á þann hátt sem er lýst í köflunum hér að framan. Hægt er að nýta innnyflin og afskurð af háfiskunum í fiskmjöl, meltu og sem áburð (Salsbury, 1986).

2.7. Markaðir fyrir háfiska

2.7.1. Bretland.

Markaður fyrir háfiskaafurðir í Bretlandi einskorðast við "bökö" af háfiskum og þá fersk eða fryst. Engin eftirspurn er eftir þunnildum, uggum eða reyktum afurðum. Þær tegundir sem eru seldar á þessum markaði eru aðallega háfur og skyldar tegundir (*Squalidae* spp.). Þeir afurðaflokkar sem háfurinn þekkist undir eru "rock salmon", "huss", "flake" eða "rigg". "Rock salmon" er háfur sem hefur ekki verið blóðgaður og hefur bleikan lit. Æskileg þyngd baka er yfir 0,7 kg og undir 1,75 kg. Háfurinn er aðallega seldur í "fish and chips" búðir þar sem hann er seldur á sama verði og þorskur og "rock salmon" en lítill hluti fer í kínversk veitingahús. Markaðssvæði fyrir háfisk er mjög takmarkað í Bretlandi og er nær eingöngu í um 150 km radíus í kring um London. Eftirspurn eftir háfi er stöðug árið um kring en eykst yfir sumartímann og er mest á ferskum háfi en sumar verslanir vilja frystan fisk til að geta mætt sveiflum í eftirspurn (Salsbury, 1986).

2.7.2. Belgía.

Markaður fyrir háfiskaafurðir í Belgíu er eingöngu fyrir "bökö" af háfiskum og þá fersk eða fryst. Kaupendur á þessum markaði vilja fisk sem hefur verið blóðgaður og slægður og frystan fisk sem er lausfrystur (IQF) og íshúðaður. Þau nöfn sem háfiskar þekkjast undir á þessum markaði eru "doornhai", "zeepaling" og "rousette" í suðurhluta Belgíu. Meirihluti af þeim háfiska "bökö" sem eru seld á þessum markaði fara í reykhus og eru seld í búðum og stórmörkuðum í neytendaumbúðum. Æskileg þyngd á ferskum og frystum "bökö" sem ætlunin er að selja í reykhus er yfir 1 kg. Stór hluti háfiska á þessum markaði er unninn af verksmiðjum og fiskbúðum í afurð sem gengur undir nafninu "excaveche". Þessi afurð er úr háfiskabökum sem eru skorin í litla bita og soðin með lauk og blöndu af öðru grænmeti. Annað nafn sem þessi afurð þekkist undir er "zeepaling in gelei" (Salsbury, 1986).

2.7.3. Frakkland.

Markaður fyrir háfiskaafurðir í Frakklandi er eingöngu fyrir "bökö" af háfiskum og þá fersk eða fryst. Kaupendur á þessum markaði vilja aðallega fisk sem hefur verið blóðgaður og slægður en einnig óblóðgaðan fisk. Þau nöfn sem háfiskar þekkjast undir á þessum markaði eru "chien de mer", "chat de mer", "saumonette" og "rousette". Lítil markaður er fyrir reyktan háf á því svæði sem liggur við landamæri Belgíu og Þýskalands (Salsbury, 1986).

2.7.4. Ítalía.

Háfiskur gengur undir nafninu "spinarolo" á Ítalíumarkaði. Stór markaður er fyrir háfiska á Ítalíu en þeir vilja aðeins ferskan háf sem takmarkar útflutning á þann markað vegna lítils geymslupóls (Salsbury, 1986).

2.7.5. Þýskaland.

Markaður fyrir háfiskaafurðir í Þýskalandi eru fyrir "bökö" og þunnildi. "Bökin" eru annað hvort reykt eða seld fersk eða fryst. Þunnildin eru nær eingöngu reykt. Þau nöfn sem háfiska "bökö" ganga undir eru "dornhai" og "see aal" en þunnildin ganga undir nafninu "shillerlocken" og þykja lostæti. Áætlað er að 70-80% af innflutningi Þjóðverja á háfiskum séu þunnildi (Salsbury, 1986).

2.7.6. Asía.

Asíulönd eru aðalmarkaðssvæði fyrir ugga af háfiskum. Þeir sem flytja inn mest af háfiskauggum eru íbúar Hong Kong. Í Japan, Evrópu og Bandaríkjunum er aðalmarkaðssvæði fyrir olíu úr háfiskalífur. Brjósk úr háfiskum er selt sem fæðubætifni víða um heim (Salsbury, 1986; Anon, 1989).

3. FRAMKVÆMD

3.1. Nýtingarmælingar

Hluti af þessu verkefni var að framkvæma nýtingarmælingar á háfiskum og gera grein fyrir því hve stór hluti af háfiski væri nýtanlegur og í hvaða hlutföllum hver afurð væri. Mælingarnar voru framkvæmdar á frystum heilum gljáháfi og svartháfi en

slægðum háfi. Ástæðan er sú að ekki fékkst óslægður háfur til að vinna með á þeim tíma sem mælingarnar voru gerðar. Gljáháfurinn var veiddur sumarið 1993 af Tjaldi II frá Rífi, hann heilfrystur í lausfrysti (blástursfrysti) um borð strax eftir veiði og geymdur í frysti við við -30°C þar til tilraunir voru gerðar. Svartháfurinn var fenginn hjá Aflakaupabankanum og var geymdur í frysti við við -30°C þar til tilraunir voru gerðar en ekki lágu fyrir upplýsingar um hvaða meðferð fiskurinn fékk áður en hann var frystur. Háfurinn var tveggja daga gamall þegar hann kom frá Fiskeyri hf. á Stokkseyri og frystur við -30°C í geymslufrysti Rf og geymdur þar í þrjár vikur. Fiskurinn var síðan þíddur í kæli við 0°C yfir nótt. Upphaflega var ætlunin að vinna þessa fiska þannig að nýtingartölur fengjust fyrir bök, búka, ugga, lifur, flök, skráp, brjósk og úrkast en vegna þess hve erfitt er að ná skrápnum af gljáháf og svartháf í heilu lagi var því sleppt og fiskurinn flakaður í staðinn. Síðan voru uggar og sporður skornir af og vigtaðir. Þá var fiskurinn slægður og lifur og innyfli vigtuð í þeim tilfellum sem fiskurinn var heill. Síðan var fiskurinn flakaður, þunnildi skorin frá og flökin skrápflett með hníf. Þunnildin með skráp voru síðan vigtuð, flökin (skrápflett), hausar og hryggir (brjósk) voru einnig vigtuð. Fengust þá nýtingartölur fyrir eftirfarandi afurðaflokka: Slægður fiskur, uggar og sporður, lifur, innyfli, þunnildi með skráp, flök, brjósk (haus og hryggur), blóðvatn og afskurður (úrkast).

3.2. Mælingar á efnasamsetningu

Sýni voru tekin úr háfi, svartháfi og gljáháfi og mæld var efnasamsetning flakanna. Notuð voru skráplaus flök í þessar mælingar.

3.2.1. Aðferð við próteinmælingu.

Prótein í háfiskunum var mælt skv. Kjeldahl aðferð skv. AOAC 2.055-2.057, 14. útg. 1984. Prótein var melt (brotið niður) í fullsterkri H_2SO_4 með oxunarhvata. Að meltingu lokinni var köfnunarefnissamböndum breytt í ammóníak með lút, sem síðan var eimað yfir í staðlaða sýrulausn. Ofgnótt sýru var síðan títruð með lút. Prótein var fundið með því að margfalda hlutfall bundins köfnunarefnis með 6,25 skv. stöðluðum aðferðum AOAC, 15. útg. (1990).

3.2.2. Aðferð við fitumælingu.

Fita í háfiskum var ákvörðuð skv. aðferð Soxhlet eftir útdrátt með eter skv. aðferð AOAC nr. 960.39, 15. útg. (1990). Fita var dregin út úr sýninu með eter í vigtaða kúlufloSKU. Eterinn var síðan eimaður ofanaf og flaskan vigtuð. Magn fitu er mismunur á þyngd kúlufloSkunnar og er reiknað sem % af þyngd sýnis.

3.2.3. Aðferð við vatnsmælingu.

Vatn í háfiskum var ákvarðað skv. aðferð AOAC, CA, 2a-45, 1950. Sýnið var blandað sandi í postulínsskál og þurrkað í ofni við 105°C í 4 klst. Vatnsinnihald er sú létting sem verður á sýninu við þurrkun.

3.2.4. Aðferð við mælingu á óbundnu ammóníaki.

Ammóníak í háfiskum var mælt þannig að ammóníak var eimað yfir í staðlaða sýrulausn, ofgnótt sýru var síðan títruð með lút skv. aðferð sem lýst er í aðferðahandbók almennu efnadeildar Rf.

3.2.5. Aðferð við kvikasilfursmælingu.

Kvikasilfur í háfiskum var mælt þannig að sýnin voru melt í megnri saltþétursýru með hitun í lokuðum kvarshólkum og kvikasilfur síðan mælt með kaldri atómiseringu í Perkin-Elmer 403 logagleypnitæki sem tengt var kvikasilfur mælíbúnaði (P-E mercury analyser) skv. aðferð sem lýst er í aðferðahandbók snefilefnadeildar Rf.

3.3. Efnamælingar

3.3.1. Saltmælingar.

Salt var mælt í háfiskunum fyrir og eftir reykingu til að meta salttap við reykingu og til að finna út lokasaltstyrk í fullunnum afurðum. Salt var mælt með títrun skv. aðferð Volhards, aðferð AOAC nr. 937.09., 15. útgáfa (1990).

3.3.2. Sýrustigs (pH) mælingar.

Sýnin voru hökkuð í matvinnsluvél, 10 grömm af sýni voru vigtuð í bikarglas og 40 ml af afjönuðu vatni bætt úti. Hrært var í blöndunni í 2 mínútur og hún látin bíða í mislangan tíma til að ná umhverfishita. Síðan var sýrustig mælt með pH mæli sem hafði verið stilltur á pH = 7,0. Mælingar á sýrustigi voru gerðar 5 sinnum yfir geymslutímann á ísuðum reyktum háfiskum, 6-7 sinnum á flökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og 6-7 sinnum á þunnildum í lofttæmdum umbúðum.

3.3.3. Mælingar á TVN-B.

Sýnin voru hökkuð í matvinnsluvél, sett í þéttar umbúðir (sýnaglös) og fryst fyrir mælingu á TVN-B. Sýnin voru þídd upp við stofuhita og TVN-B mælt skv. aðferð sem er notuð á Rf. Aðferðin byggir á því að reikulir basar (Total volatile nitrogen) eru gufueimaðir úr sýninu og títraðir með HCl, skv. aðferð sem er lýst í aðferðahandbók almennu efnadeildar Rf og Antonacopoulos, N. (1968).

Mælingar á TVN voru gerðar 5 sinnum yfir geymslutímann á ísuðum reyktum háfiskum, 5-7 sinnum á flökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og 6-7 sinnum á þunnildum í lofttæmdum umbúðum.

3.3.4. Mælingar á ammóníaki.

Sýnin voru hökkuð í matvinnsluvél, sett í þéttar umbúðir og fryst fyrir mælingu á ammóníaki. Sýnin voru þídd við stofuhita og ammóníak mælt skv. aðferð sem notuð er á Rf (sjá kafla 3.2.4). Aðferðin byggir á því að ammóníak er eimað yfir í staðlaða sýrulausn, ofgnótt sýru er síðan títruð með basa.

Mælingar á ammóníaki voru gerðar 4 sinnum yfir geymslutímann á ísuðum reyktum háfiskum, flökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og þunnildum í lofttæmdum umbúðum. Mælingum á ammóníaki var hætt eftir að fiskurinn hafði verið geymdur í 21 dag vegna mikilla sveiflna á mæligildum.

3.4. Aðrar mælingar

3.4.1. Geðjunarpróf.

Geðjunarpróf var framkvæmt á öllum sýnahópum eftir að afurðirnar höfðu verið geymdar í 4 og 6 daga í kæli við 0°C. Notað var staðlað geðjunarpróf sem framkvæmt er á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og er samkvæmt aðferðahandbók vinnslu- og vöruþróunardeildar Rf. Einkunnaskalinn fyrir geðjunarpróf er 9 punkta þar sem lýsingin fyrir hæstu einkunn (9) er "afskaplega gott" og lýsingin fyrir lægstu einkunn (1) er "hræðilega vont."

Fiskurinn var tekinn úr kæli, látinn hitna upp í stofuhita og metinn hrár þ.e. fiskurinn var ekki soðinn fyrir skynmat. Í skynmatinu tóku þátt 6-8 nemendur og starfsfólk Rf. Fæstir í hópnum voru þjálfaðir í skynmati eða höfðu reynslu í að bragða á reyktum fiskafurðum. Meðaltöl einkunna fyrir geðjunarpróf eru sýnd í niðurstöðum hvers skynmats ($\pm$ staðalfrávik).

3.4.2. Örverumælingar.

Í hverjum hópi voru gerðar örverutalningar á holdsýnum. Sýnin voru skorin niður í bita og 25 g af sýni flutt sterílt yfir í blöndunarpoka og 225 ml af Butterfield's buffer þynningarvatni bætt í. Sýnin voru síðan sett í maga (stomacher) í 1 mínútu. Fékkst þá tífold þynning. Sýnin voru síðan þynnt mismikið eftir því sem leið á geymslutímann. Sýnin voru ræktuð í PCA agar (plate count agar) sem innihélt 0,5% salt (NaCl) í 4 daga við 22°C og var áhellingaraðferð notuð við sáningu. Eftir ræktun voru allar kólóníur taldar til að fá heildarörverufjölda. Þessi aðferð er skv. aðferðahandbók örverudeildar Rf. Örverumælingar voru framkvæmdar á geymslutímanum þar til heildarörverufjöldi varð $30 \cdot 10^7$ (log heildarörv.fj.=8,48). Meðaltal talninga á tveimur til fjórum skálum var notað við samantekt á öllum niðurstöðum örverutalninga. Miðað var við að fiskurinn teldist vera skemmdur ef heildarörverufjöldinn var yfir 10^7 í grammi (Dodds *et al.*, 1992).

3.5. Geymslupolstilraun á reyktum háfiskaafurðum

3.5.1. Meðhöndlun fisks

Hráefni.

Þær fisktegundir sem voru notaðar í geymslupolstilraunina voru háfur og gljáháfur. Háfiskurinn var meðhöndlaður eins og lýst er í kafla 3.1 um nýtingarmælingar. Flök af háfi og gljáháfi voru skrápflett með hníf en þunnildi af háfi voru skrápflett í roðflettivél (Baader 51). Þunnildi af gljáháfi voru skrápflett í höndunum vegna þess að ekki var hægt að skrápfletta þau í roðflettivélinni. Flökin og þunnildin voru síðan þvegin tvisvar í hreinu vatni og látin aðeins þorna. Fiskurinn var síðan ísaður í kassa og geymdur í kæli við 0°C yfir nótt eða þar til hann var saltaður. Yfirlit yfir framkvæmd tilraunarinnar má sjá á mynd 26 í viðauka 5.

Pækilsöltun.

Daginn eftir var fiskurinn settur í saltþækil sem innihélt 4,25% salt (NaCl) og 2% sykur. Hlutfallið milli fisks og þækils var 1:2 (fiskur:þækil). Var fiskurinn þækilsaltaður í u.þ.b. tvo sólarhringa í kæli við 0°C vegna bilunar sem varð í reykofni.

Vegna mistaka voru flök af háfi sett í 10% sterkari saltþækil en aðrir hópar. Ætlunin var að lokasaltstyrkur í þækluðum fiski yrði 3,5%. Saltstyrkur í þækli var ákveðinn skv. eftirfarandi massajöfnu fyrir saltstyrk til að gefa áætlaðan saltstyrk í flökum og þunnildum (Arason, 1994).

$$0,5\% (\text{salt}) * x (\text{kg}) = 3,5\% (\text{salt}) * y (\text{kg})$$

0,5% = saltstyrkur í ferskum fiski

x = kg ferskur fiskur

3,5% = áætlaður saltstyrkur í þækluðum fiski

y = kg þæklaður fiskur.

Reyking.

Flökin og þunnildin voru síðan tekin upp úr þæklinum og þau þurrkuð lítillega. Þá var flökunum raðað á grindur en teini stungið í annan enda þunnildanna og þau látin hanga á grind. Þau voru síðan heitreykt í reykofni Rf í 3 klst. og 25 mínútur (Þórarinsson, 1994; Guðmundsson, 1994). Brennið sem notað var samanstóð af beyki, eik og hickory í hlutföllunum 2:1:1 og var blandað vatni í hlutföllunum 1:10 (vatn:brenni). Hitastig reykklefans var haft 35°C í upphafi, hækkað í 51°C eftir 1,3 klst. og í 75°C eftir 2,6 klst. og haldið við þann hita í 35 mín. Rakastig í reykofninum var 60% allan reykingartímann. Eftir reykingu var fiskurinn látinn kólna inni í ofninum í tvær klst. þar til honum var pakkað.

Pökkun.

Flökin og þunnildin voru síðan flokkuð eftir tegundum og skorin niður í hæfilega stóra bita. Sýnahóparnir voru sex. Tveir voru ísaðir og fjórir pakkaðir í lofttæmdar umbúðir. Í hópunum sem voru ísaðir voru eingöngu flök af háfi og gljáháfi og voru þau ísuð í flakabakka, bæði undir og yfir flökunum. Í hópunum sem var pakkað í lofttæmdar umbúðir voru flök og þunnildi af háfi og gljáháfi. Hverjum hópi var pakkað í sjö poka. Voru pakkningarnar síðan merktar þeim dögum sem áætlaðir voru til sýnatöku. Að endingu voru sýnin sett inn í kæli Rf og haldið við 0°C

4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

4.1. Niðurstöður efnamælinga

Tafla 14. Niðurstöður mælinga á efnasamsetningu háfiska (flök)

Mæling	Svartháfur (n=3)	Gljáháfur (n=3)	Háfur (n=3)
%Vatn	81,2	80,0	67,7
%Fita	0,7	0,5	13,3
%Tot. köfnunarefni.	3,17	3,49	3,54
%Ób. köfnunarefni	0,23	0,38	0,42
%Bundið "-.	2,94	3,11	3,12
%Prótein	18,4	19,4	19,5
%Ób. ammóníak	0,28	0,46	0,51

4.1.1. Prótein.

Í þessari athugun reyndist próteininnihald háfs (flak) vera 19,5% sem er töluvert mikið hærra heldur en í öðrum athugunum (sjá kafla 2.2.1) Þetta stafar líklega af því að magn óbundins köfnunarefnis (NPN) og þvagefni (urea) er inni í þessari tölu en ef notuð er sama reikniaðferð og í athugun Shiau og Chai (1985) er próteininnihald háfs 14,6% sem er sambærilegt við þær athuganir sem hafa verið gerðar. Próteininnihald gljáháfs (flak) reyndist vera 19,4% en ef sama reikniaðferð er notuð og í athugun Shiua og Chai reynist það vera 14,4%. Próteininnihald svartháfs (flak) reyndist vera 18,4% en ef sama reikniaðferð er notuð og í athugun Shiua og Chai reynist það vera 13,1%.

4.1.2. Fita.

Í þessari athugun reyndist fituinnihald háfs (flak) vera 13,3% sem er sambærilegt við aðrar athuganir (sjá kafla 2.2.2). Fituinnihald gljáháfs (flak) reyndist vera 0,5% sem er sambærilegt fituinnihald og mælist í mögrum fiskum s.s. þorski og ýsu (Guðmundsson og Salómundsdóttir, 1976). Fituinnihald svartháfs (flak) reyndist vera 0,7% sem er sambærilegt við fituinnihald gljáháfs og annarra magurra fiska. Má telja að mismunandi fæðuframboð og lífshættir háfs, gljáháfs og svartháfs sé ástæða fyrir þessum mikla mun á fituinnihaldi þar sem háfur heldur sig á minna dýpi og nærast því frekar á fitumiklum uppsjávarfiskum s.s. síld og loðnu.

4.1.3. Vatn.

Mikill munur er á vatnsinnihaldi þessara þriggja tegunda og er það vegna mismunandi fituinnihalds þeirra (þurrefni). Vatnsinnihald háfs reyndist vera 67,7% sem er svipað og hefur mælt í öðrum athugunum (Jhaveri og Constantinides, 1981; Bilinski *et al.*, 1983; Ravesi *et al.*, 1985; Shiau og Chai, 1985; Sigurgeirsson og Arnórsdóttir, 1992; Einarsson, 1993). Vatnsinnihald gljáháfs reyndist vera 80,0% sem er sambærilegt við aðrar mælingar (Guðmundsson og Salómundsdóttir, 1976) og er sambærilegt við vatnsinnihald magurra fiska eins og þorsks. Vatnsinnihald svartháfs reyndist vera 81,2% sem er sambærilegt við vatnsinnihald gljáháfs og annarra magurra fiska.

4.1.4. Óbundið ammóníak.

Magn óbundins ammóníaks í þessum tegundum er mismunandi milli tegunda. Í háfi mældist óbundið ammóníak (NH_3) 0,51% (0,51g/100g) af ætum hluta (flak), 0,28% (0,28g/100g) í svartháfi og 0,46% (0,46g/100g) í gljáháfi.

4.1.5. Kvikasilfur.

Vegna þess hve gljáháfur hefur mælt með hátt kvikasilfursinnihald skv. skýrslu Rf (Arnesen *et al.*, 1986) voru framkvæmdar nokkuð ítarlegar kvikasilfursmælingar á háfiskunum sem eru hér til umfjöllunar, háfi, svartháfi og gljáháfi, og sýnir tafla 15 þær niðurstöður nánar.

Tafla 15. Niðurstöður kvikasilfursmælinga á háfiskum.

Sýni nr.	Tegund	Lengd (cm)	H.þyngd (kg)	Slægður fiskur (kg)	Kvikasilfur (mg/kg)
1	Svartháfur	67	1,295	0,930	0,40
2	Svartháfur	69	1,440	0,990	0,39
3	Svartháfur	64	1,195	0,830	0,17
4	Svartháfur	56	0,775	0,575	0,29
5	Háfur	88	----	2,185	0,14
6	Háfur	88	----	2,120	0,17
7	Gljáháfur	107	----	6,665	2,0
8	Gljáháfur	109	----	6,195	2,0
9	Gljáháfur	104	11,135	7,405	2,0
10	Gljáháfur	112	13,790	7,710	2,3

Eins og sést í töflu 15 mælist magn kvikasilfurs í öllum sýnum svartháfs og háfs undir þeim viðmiðunarmörkum sem EB og Bandaríkjamenn setja sem hámark fyrir kvikasilfursinnihald í fiski sem er 0,5 mg Hg/kg í Bandaríkjunum en 1,0 mg Hg/kg í EB (Steichen, 1993). Öll sýnin fyrir gljáháf mælast yfir mörkunum og skv. því er þessi stærð af gljáháfi óhæf til útflutnings til þessara landa (Steichen, 1993; Auðunsson, 1994). Magn kvikasilfurs í gljáháfi og háfi er sambærilegt við aðrar mælingar (sjá kafla 2.2.8 og töflu 15). Tafla 16 sýnir niðurstöður mælinga sem hafa

verið gerðar á magni kvikasilfurs í nokkrum fisktegundum hér við land sem eru þekktar fyrir að innihalda töluvert magn kvikasilfurs. Þessar mælingar sýna að magn kvikasilfurs í gljáháfi er talsvert meira heldur en í búra og stórlúðu en magn kvikasilfurs í hákarli er rétt yfir þeim viðmiðunarmörkum sem gilda í EES. Samkvæmt samningum um evrópska efnahagssvæðið eru nokkrar fisktegundir undanþegnar ákvæðum um 0,5 ppm hámark kvikasilfurs en þó má magn þess ekki fara yfir 1,0 ppm. Þessar fisktegundir eru ýmsar hákarla- og háfiskategundir, búrfiskur (*Hoplostethus atlanticus*), lúða (*Hippoglossus hippoglossus*), karfi (*Sebastes marinus*), blálanga (*Molva dipherygia*), skötur (*Raja spp.*) og fleiri tegundir (Steichen, 1993).

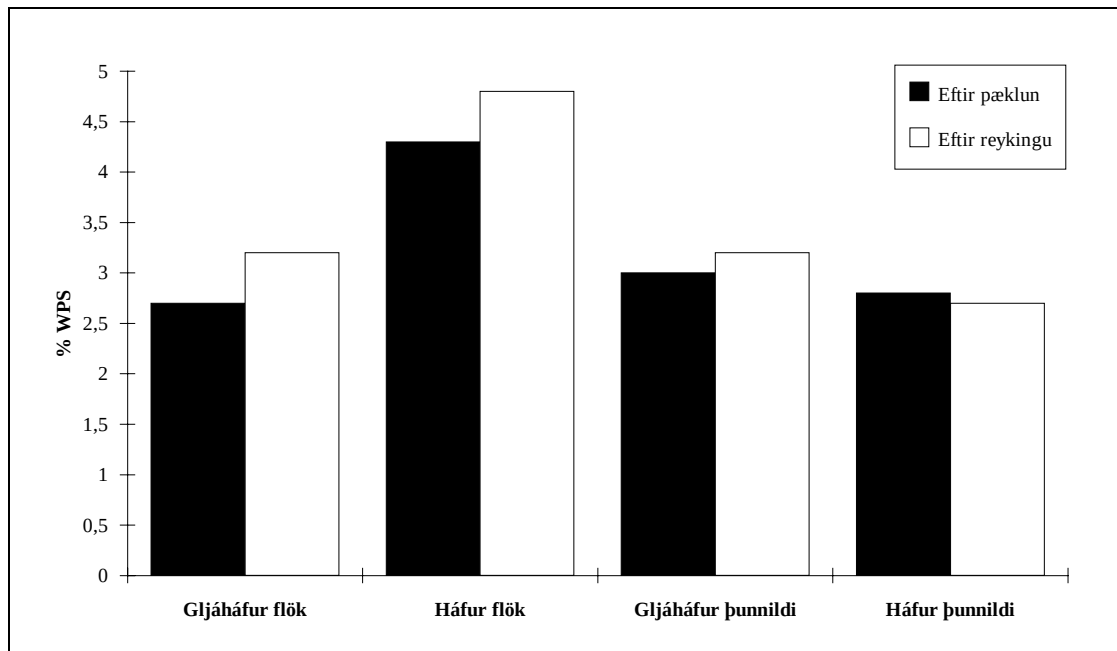
Tafla 16. Kvikasilfursinnihald í nokkrum fisktegundum sem finnast við Ísland.

Tegund	Lengd (cm)	Þyngd	mg Hg/kg	Mælt	Mæling gerð á
Búri	63	3810	0,50	maí '93	Rf
Búri	58	2900	0,39	maí '93	Rf
Búri	51	2270	0,34	maí '93	Rf
Búri	---	---	0,76	mars '93	Rf
Búri	---	---	0,48	mars '93	Rf
Búri	---	---	0,70	nóv '88	Rf
Stórlúða	122	---	max 0,50	ágú '89	Rf
Hákarl	---	---	1,13	sep '93	Rf
Hákarl	---	---	1,2	sep '93	Rf
Háfur	---	---	0,13	apr '92	Rf
Háfur, lifur	---	---	0,02	apr '92	Rf
Gljáháfur	---	---	1,5	nóv '88	Rf
Gljáháfur	---	---	1,3	nóv '88	Rf

Auðunsson (1994)

4.1.6. Salt í vatnsfasa (SVF).

Salt- og vatnsinnihald var mælt í háfiskaafurðunum sem voru til athugunar í geymslupólstilrauninni. Saltmagn í flökum af háfi varð hærra en í öðrum afurðum vegna mistaka sem voru gerð við þækilsöltun. Salt og vatn var mælt eins og lýst er í köflum 3.2.3 og 3.3.1 og voru þessar mælingar gerðar fyrir og eftir reykingu. Þessar mælingar voru gerðar til að meta saltstyrk í afurðunum og breytingu á honum við reykingu vegna þess að salt hefur rotverjandi áhrif á vissar tegundir örvera og því nauðsynlegt að vita styrk saltsins til að meta áhrif þess á örveruvöxt. Mynd 7 sýnir niðurstöður þessara mælinga nánar.



Mynd 7. Niðurstöður salt- og vatnsmælinga fyrir og eftir reykingu.

Saltstyrkur í afurðunum breyttist lítið við reykinguna, nema í þunnildum af háfi, en vatnsinnihald þeirra minnkaði þannig að SVF jókst í flestum tilfellum. Fyrir reykingu er SVF fyrir flök af gljáháfi 2,7% en jókst í 3,2% við reykinguna. Aukningin á SVF var um 16%. Aukningin á SVF var ekki eins mikil í flökum af háfi eða um 12% þar sem SVF fyrir reykingu var 4,3% og jókst í 4,8% eftir reykingu. Aukning á SVF í þunnildum af gljáháfi var mun minni en fyrir flökin eða um 8,5% en í þunnildum af háfi var minnkunin á SVF um 3% þar sem saltstyrkurinn minnkaði um 15% við reykinguna.

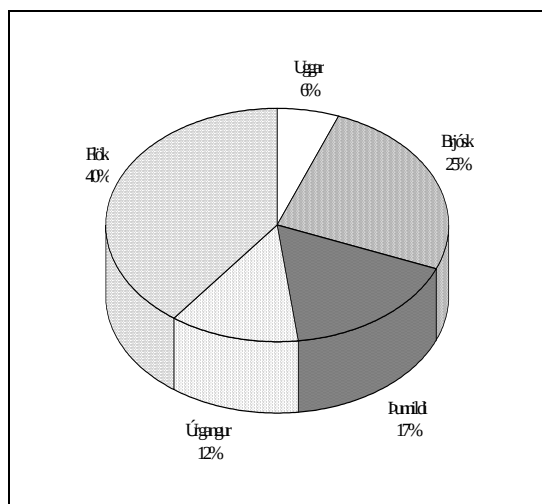
Í athugun Sigurgeirssonar og Arnórsdóttur (1992) minnkaði SVF í flökum af háfi um 12,6% við reykinguna og í þunnildum um 28,5% þannig að í þessari tilraun er mun minni lækkun á SVF í þunnildum og hækkun í SVF í flökum af háfi. Taka verður þessar tölur með fyrirvara þar sem í þeirra athugunum eru afurðirnar með miklu lægra vatnsinnihald eftir reykingu heldur en í þessari athugun.

Saltupptaka í afurðunum er mjög mismunandi og er áberandi lægst í þunnildum af háfi og gljáháfi (sjá töflu 25 í viðauka 1) og er ekki í samræmi við þá jöfnu sem gengið var út frá við söltun fisksins. Saltmagn í flökum af gljáháfi og háfi er mismunandi vegna þeirra mistaka sem urðu við söltunina. Ástæður fyrir mismunandi saltupptöku í þunnildum af gljáháfi og háfi geta verið að salt er aðeins tekið upp á helmingi yfirborðs þunnildana þar sem blikhimnan er öðrum megin og getur því verið ójöfn í þeim en er á öllu yfirborði flakanna þar sem engar himnur hindra saltupptöku. Einnig eru önnur atriði sem geta skipt máli við saltupptöku í pækilsöltun s.s. saltstyrkur pækils, hitastig við söltun, hlutfall á milli fisks og pækils (w/w), áhrif sykurs á saltupptöku, stærð fisks, söltunartími, eðlisfræðilegt ástand fisksins, efnasamsetning fisksins og frysti-þíðingaraðferðir. (Bannerman, óþ. ártal; Shiao og Chai, 1985)

4.2. Nýtingarmælingar

4.2.1. Háfur.

Niðurstöður nýtingamælinga á háfi má sjá á mynd 8 og töflum 17 og 18 í viðauka 1. Nýtingarprósenturnar fyrir háf miðast við slægðan fisk.



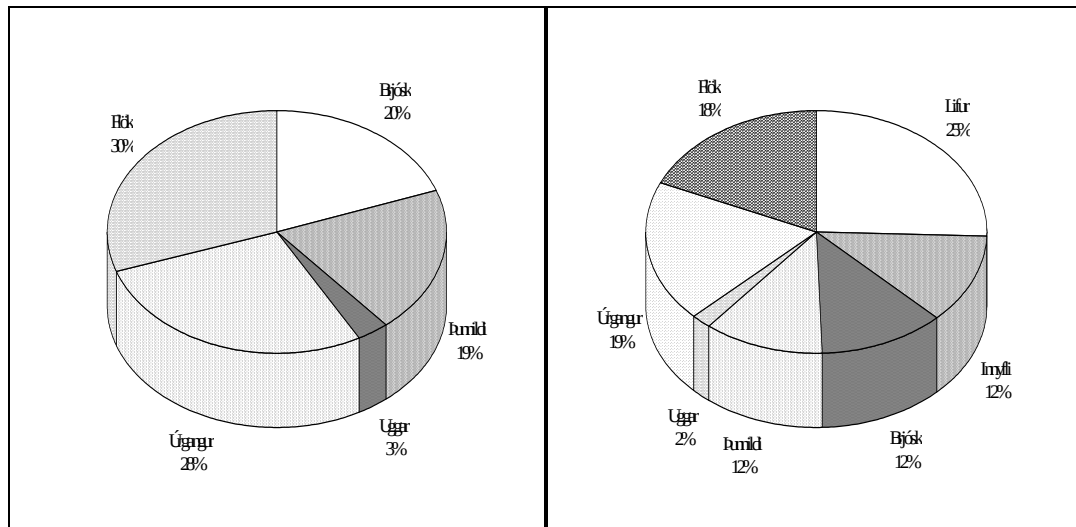
Mynd 8. Skipting háfs í mismunandi afurðaflokka miðað við slægðan fisk.

Skv. töflu 18 í viðauka 1 eru nýtingartölur fyrir háf eftirfarandi. Flökin eru um 40% af slægðum fiski, uggar um 6%, brjós (haus og hryggur) um 25%, þunnildi með skráp um 17% og úrgangur (blóðvatn og afskurður) um 12%. Nýtanlegur hluti við vinnslu á háfi er um 88% af slægðum fiski sem er töluvert hátt hlutfall miðað við t.d. nýtingartölur fyrir þorsk.

Í athugun Einarssonar (1993) reyndust nýtingartölur fyrir háf vera: Flök 37,7%, uggar 14,2%, brjós (haus og hryggur) 27,2%, þunnildi með skráp 18,7% og úrgangur (blóðvatn og afskurður) 2,2% miðað við slægðan fisk. Hinsvegar reyndust nýtingartölur fyrir háf í athugun Sigurgeirssonar og Arnórsdóttur (1992) vera: Flök með skráp 38,6%, uggar 7,1%, brjós (haus og hryggur) 37,8%, þunnildi með skráp 11,3% og úrgangur (blóðvatn og afskurður) 5,2% miðað við slægðan fisk. Niðurstöður Einarssonar (1993) eru sambærilegar við niðurstöður þeirra athuganna sem hér eru kynntar. Þó er úrgangur mun stærra hlutfall og hlutfall ugga að sama skapi mun minna en í athugun Sigurðar og stafar það hugsanlega að því að afurðirnar sem hér eru notaðar eru fullsnyrtar og tilbúnar til vinnslu. Niðurstöður athuganna Sigurgeirssonar og Arnórsdóttur (1992) eru töluvert frábrugðnar þeim sem hér fengust. Þar er hlutfall þunnilda mun minna og hlutfall brjósks meira og stafar það hugsanlega af lélegri flökun fisksins.

4.2.2. Gljáháfur.

Niðurstöður nýtingarmælinga fyrir gljáháf má sjá á mynd 9 og í töflum 19, 20 og 21 í viðauka 1. Nýtingarmælingar á gljáháfi miðast bæði við heilan og slægðan fisk.



Miðað við slægðan fisk.

Miðað við heilan fisk.

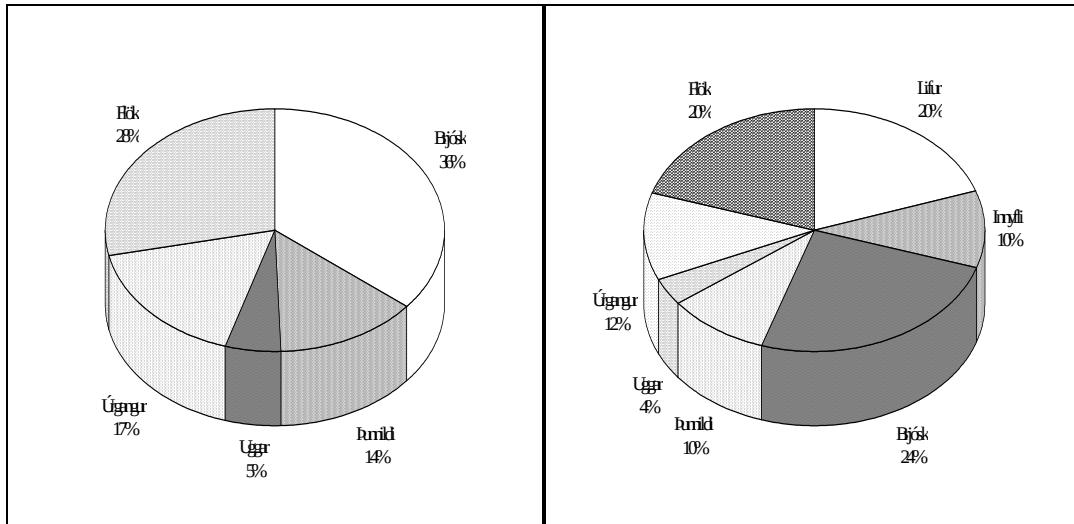
Mynd 9. Skipting gljáháfs í mism. afurðaflokkum miðað við slægðan og heilan fisk.

Lifur í gljáháfi er töluvert stór hluti af fisknum eða um og yfir 25% af heildarþyngd fisksins (sjá mynd 9 og töflu 20 í viðauka). Eflaust er hlutfall lifrar herra en þessar tölur gefa til kynna því þegar gljáháfur var þíddur og slægður rann töluvert magn af lýsi úr kviðarholinu sem var síðan mælt sem blóðvatn. Hlutfall blóðvatns og afskurðar mældist hátt eða um 19% af heilum fiski og er það eflaust vegna ástæðnanna sem áður voru nefndar. Innyfli fyrir utan lifur eru um 12% af heildarþyngd fisksins. Töluverður munur var milli mælinga og stafar hann af því að hluti af fiskunum var hrygnur með fóstur og eykur það hlutfall innyfla mjög mikið í sumum tilvikum. Hlutfall brjóks af heildarþyngd er um 12% og er það eins og vænta mátti. Hlutfall þunnilda (með skráp) er um 12% en hlutfall fullunninna þunnilda var ekki mælt, þ.e. þunnildi án skráps. Uggar eru um 2% af heildarþyngd gljáháfs sem er töluvert minna en við áttum von á. Skráplaus flök voru um 18% af heildarþyngd og mældist töluvert minna en búast mátti við. Hlutfall þeirra afurðaflokka sem hægt er að nýta úr gljáháfi er u.þ.b. 69% af heilum fiski.

Ef miðað er við slægðan fisk þá mælast þunnildi með skráp um 19% af slægðum fiski, brjók um 20%, flök um 30%, uggar 3% og úrgangur um 28%. Nýtanlegt hlutfall af slægðum gljáháfi er um 72% sem er mun lægra hlutfall en fyrir háf.

4.2.3. Svartháfur.

Niðurstöður nýtingarmælinga fyrir svartháf má sjá á mynd 10 og í töflum 22, 23 og 24 í viðauka 1. Nýtingarmælingar á gljáháf miðast bæði við heilan og slægðan fisk.



Miðað við slægðan fisk

Miðað við heilan fisk

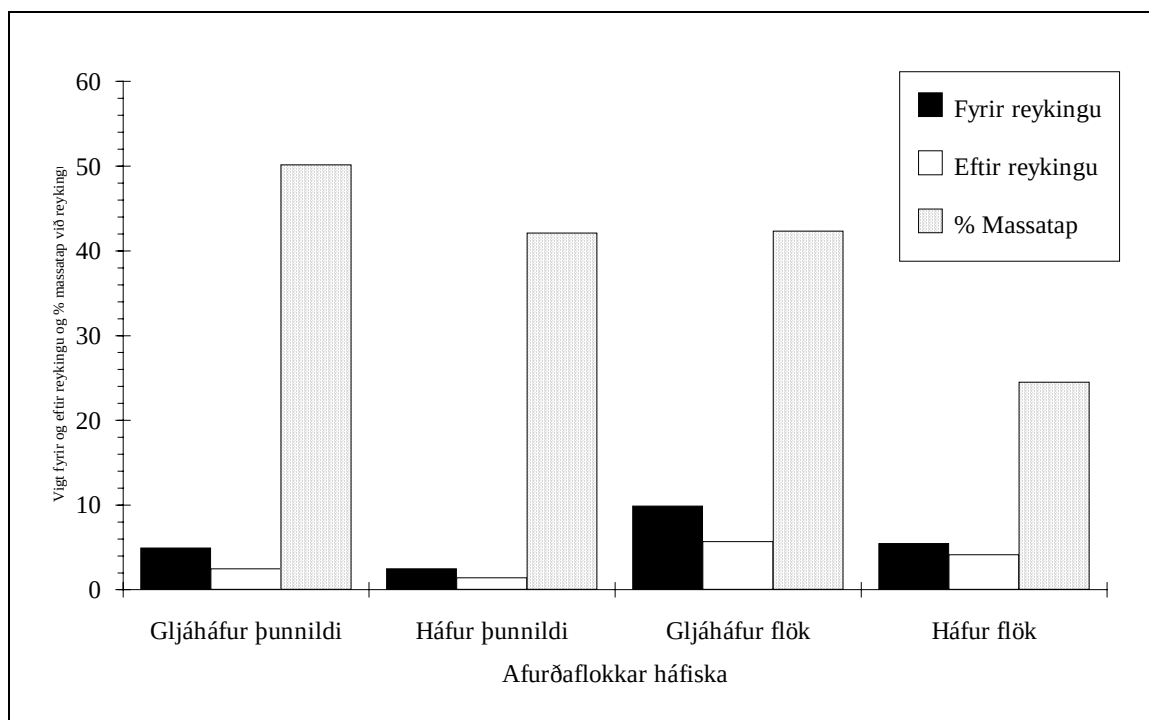
Mynd 10. Skipting svartháfs í mism. afurðaflokka miðað við slægðan og heilan fisk.

Lifur er stór hluti af heildarþyngd svartháfs og mældist um 20%, úrgangur (blóðvatn og afskurður) mældist um 12% sem er töluvert hátt hlutfall og stafar það af sömu orsökum og hjá gljáhafi (sjá mynd 10 og töflu 23 í viðauka). Innyfli mældust um 10% af heildarþyngd sem er töluvert hátt hlutfall og stafar það af því að einn fiskurinn í mælingunni var með mörg fóstur sem hækkaði hlutfallið verulega eins og sést á staðalfrávikinu fyrir þessa mælingu. Brjók mældist um 24% af heildarþyngdinni og er það mun herra heldur en fyrir gljáháf. Þunnildi með skráp eru um 10% sem er svipað og fyrir gljáháf. Uggar eru um 4% af heildarþyngd sem er helmingi herra hlutfall heldur en hjá gljáhafi. Flök mældust um 20% af heildarþyngd svartháfs og er það svipað og mældist fyrir gljáháf. Hlutfall þeirra afurðaflokka sem hægt er að nýta úr svartháfi er u.þ.b. 78% af heilum fisk sem er mun herra en fyrir gljáháf.

Ef miðað er við slægðan fisk þá mælast þunnildi með skráp um 14% af slægðum fiski, brjók um 36%, flök um 28%, uggar 5% og úrgangur um 17%. Nýtanlegt hlutfall af slægðum svartháfi er um 83% sem er herra hlutfall en fyrir gljáháf en lægra sé miðað við háf.

4.2.4. Massatap við reykingu.

Þá voru gerðar nýtingamælingar til að meta massatap fisksins við reykingu. Fiskurinn var veginn fyrir og eftir reykingu til að meta massatap. Niðurstöður þessara mælinga má sjá á mynd 11 og í töflu 26 í viðauka 1.



Mynd 11. Niðurstöður nýtingamælinga á háfiskum við reykingu.

Eins og sést á mynd 11 er rýrnun mismunandi tegunda og afurðaflokka háfiska við reykingu mjög breytileg. Mest er rýrnunin við reykingu á þunnildum af gljáháfi eða um 50%. Rýrnunin er svipuð á þunnildum af háfi og flökum af gljáháfi eða um 40% en minnst er massatapið við reykingu á flökum af háfi eða um 25%.

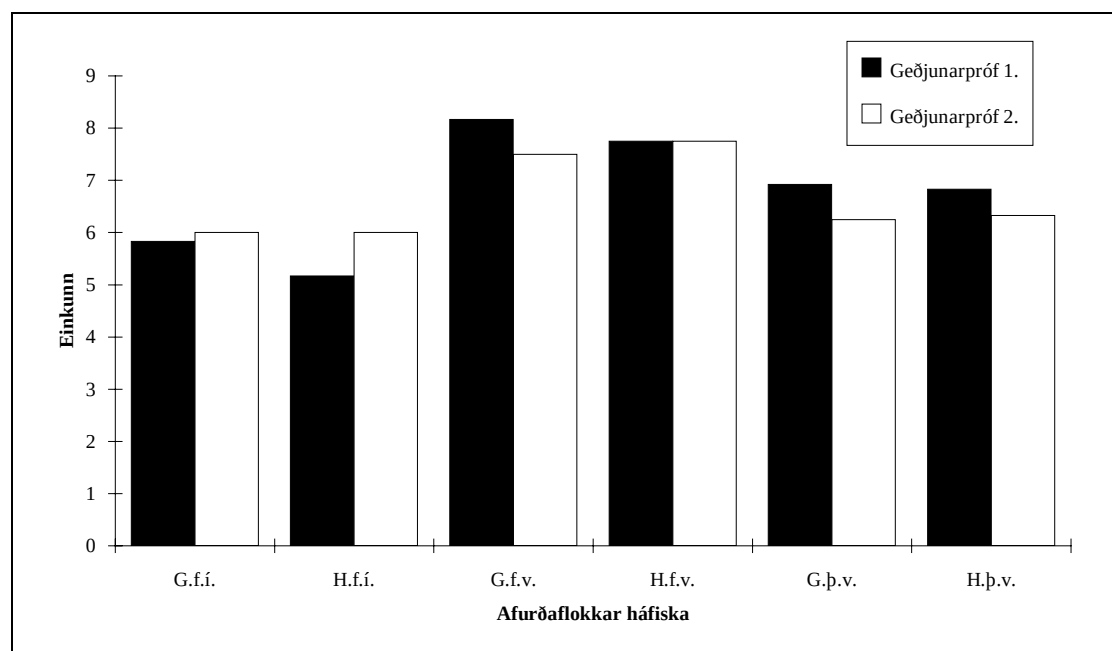
Í athugun Sigurgeirssonar og Arnórsdóttur (1992) reyndist massatap við reykingu á háfiskum vera 24,3% í tilraun 1, 24,4% í tilraun 2 og 31,6% í tilraun 3 fyrir flök af háfi. Massatap við reykingu á þunnildum reyndist vera 25,8% í tilraun 1, 23,1% í tilraun 2 og 25,4% í tilraun 3.

Í samanburði við þessa athugun er massatap fyrir þunnildi af háfi miklu meira í þessari tilraun en massatap á flökum af háfi er svipað og í þeirra tilraun.

4.3. Aðrar mælingar

4.3.1. Geðjunarpróf.

Geðjunarpróf var framkvæmt á öllum sýnahópum eftir 4 og 6 daga geymslu. Geðjunarpróf var framkvæmt til að meta almenna geðjun sýnanna. Einkunnir fyrir alla flokka háfiskaafurðanna má sjá á mynd 12 og í töflum 27 og 28 í viðauka 2.



G.f.í. = gljáháfur, flök, ísuð, H.f.í. = háfur, flök, ísuð, G.f.v. = gljáháfur, flök, í lofttæmdum umbúðum, H.f.v. = háfur, flök, í lofttæmdum umbúðum, G.þ.v. = gljáháfur, þunnildi, í lofttæmdum umbúðum, H.þ.v. = háfur, þunnildi, í lofttæmdum umbúðum.

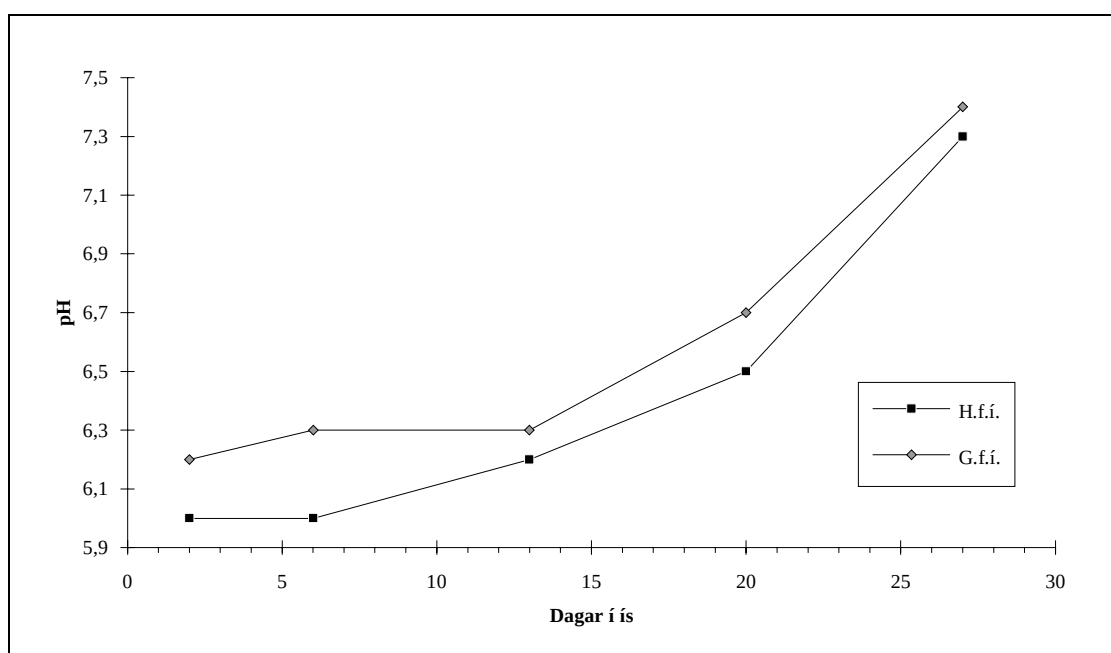
Mynd 12. Einkunnir úr geðjunarprófi fyrir alla sýnahópa

Eins og sést á mynd 12 og töflum 27 og 28 í viðauka 2 er einkunn í geðjunarprófi fyrir ísuð reykt flök af háfiskum mjög svipuð fyrir báðar tegundirnar. Ísuð flök af gljáháfi fá einkunnina $5,83 \pm 0,41$ eftir 4 daga geymslu og $6,00 \pm 1,63$ eftir 6 daga geymslu. Ísuð flök af háfi fá einkunnina $5,17 \pm 1,47$ eftir 4 daga geymslu og $6,00 \pm 2,16$ eftir 6 daga geymslu. Einkunnin hækkar lítillega fyrir ísaða háfiskinn í seinna geðjunarprófinu sem framkvæmt var eftir að sýnin höfðu verið geymd í 6 daga í kæli. Reykt flök af háfiskum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir fá svipaðar einkunnir í báðum geðjunarprófunum, þó lækkar einkunnin fyrir flök af gljáháfi í því seinna. Flök, af gljáháfi sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir fengu einkunnina $8,17 \pm 0,41$ eftir 4 daga geymslu og $7,50 \pm 0,58$ eftir 6 daga geymslu. Flök af háfi sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir fengu einkunnina $7,75 \pm 1,17$ eftir 4 daga geymslu og $7,75 \pm 0,96$ eftir 6 daga geymslu. Einkunnir í geðjunarprófi fyrir reykt þunnildi af háfiskum pökkuðum í lofttæmdar umbúðir voru svipaðar í fyrra geðjunarprófinu en þær lækkuðu töluvert hjá báðum tegundum í seinna prófinu. Þunnildi af gljáháfi, sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir, fengu einkunnina $6,92 \pm 1,36$ eftir 4 daga geymslu og $6,25 \pm 1,26$ eftir 6 daga geymslu. Þunnildi af háfi, sem pökkuð voru í lofttæmdar

umbúðir, fengu einkunnina $6,83 \pm 1,47$ eftir 4 daga geymslu og $6,33 \pm 2,08$ eftir 6 daga geymslu. Skynmatshópnum fannst flökin í lofttæmdu umbúðunum vera best, og fengu þau umsögnina "mjög góð", þunnildin fengu aðeins lægri einkunn eða "sæmilega góð" og "góð", lægstu einkunn fengu ísuðu flökin en þau þóttu vera "hvorki góð né vond" og "sæmilega góð".

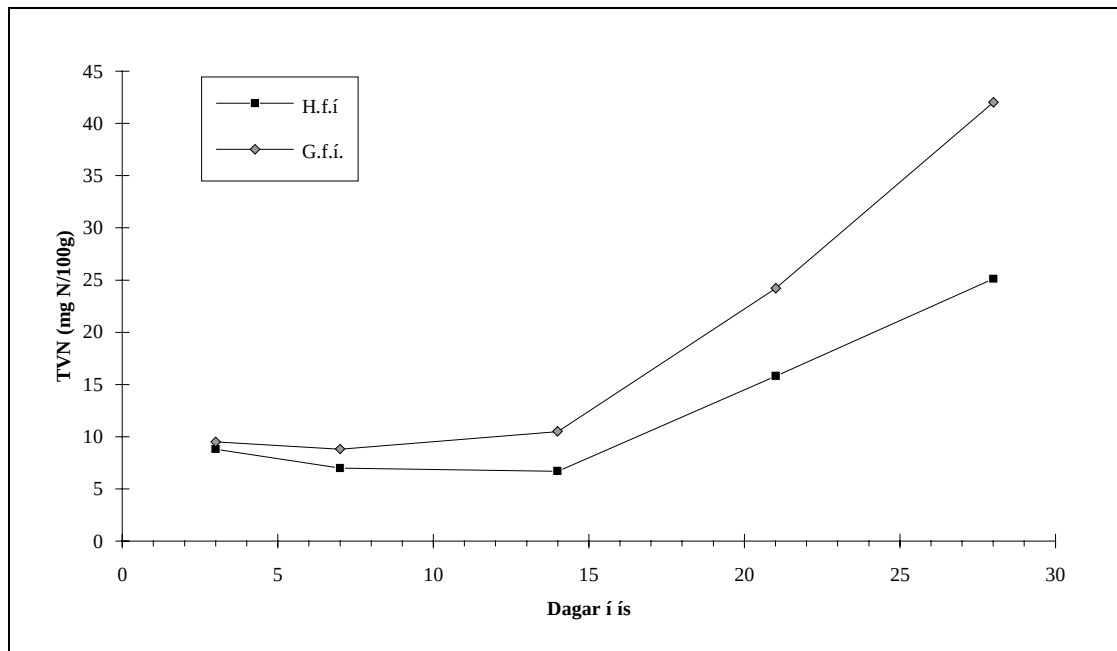
4.3.2. Niðurstöður geymslupólstilraunar á ísuðum reyktum háfiskaafurðum.

Eftirfarandi myndir sýna niðurstöður efnamælinga, (TVB-N), (Ammóníak), (pH), og örverumælinga, (APC), í reyktum háfs- og gljáháfsflökum sem geymd voru ísuð í kæli við 0°C .



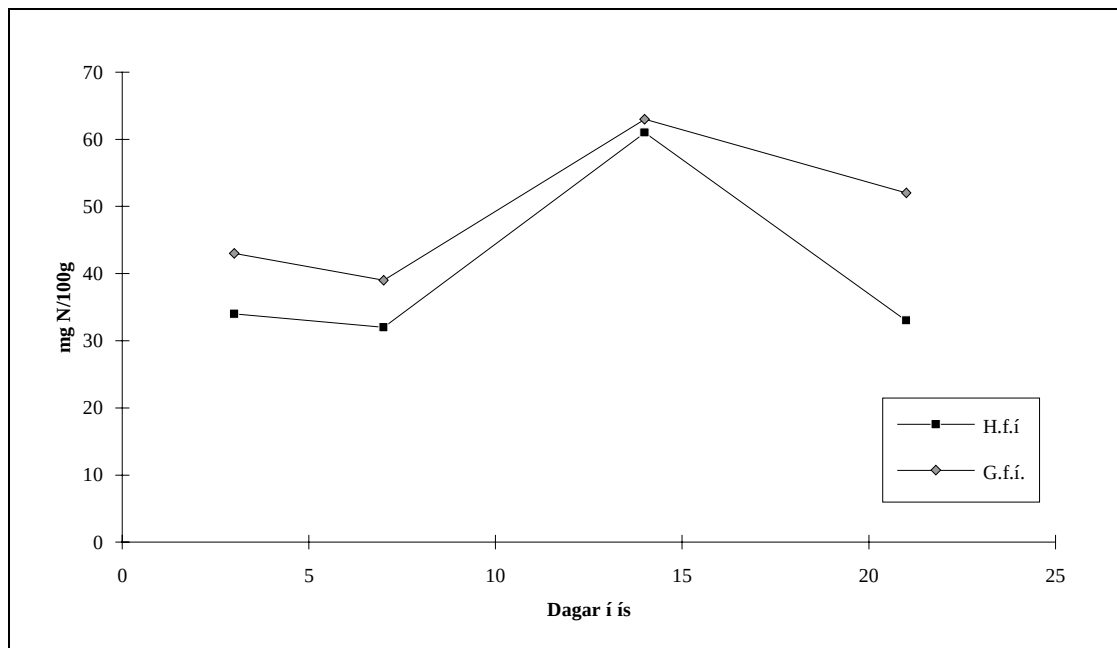
Mynd 13. Breyting á sýrustigi (pH) yfir geymslutímann í ísuðum reyktum háfiskaflökum.

Sýrustig í ísuðum reyktum háfiskum hækkaði lítillega fyrstu 13 geymsludagana en hækkaði mun hraðar þar eftir eins og sjá má á mynd 13. Sýrustig í gljáháfi er allan geymslutímann hærra en í háfi. Upphafsgildi sýrustigs fyrir háf var 6,00 en 6,2 í gljáháfi og hækkaði aðeins um 0,1 á þrettán dögum í gljáháfi en 0,2 í háfi. Eftir 13 daga geymslu í ís hækkaði sýrustig fisksins mjög hratt og endaði í 7,4 í gljáháfi og 7,3 í háfi. Út frá þessum niðurstöðum má áætla að geymslupól ísaðra háfiska sé um 13 dagar þar sem breyting á sýrustigi er greinileg eftir þann tíma.



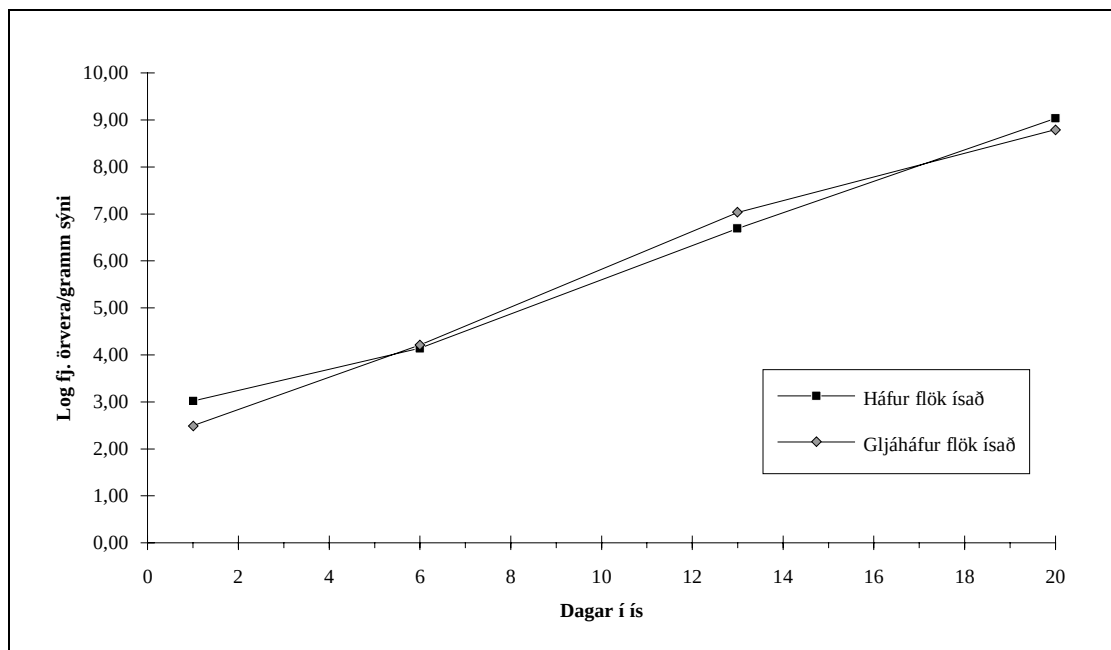
Mynd 14. Breyting á TVN-B yfir geymslutímann í ísuðum reyktum háfiskaflökum

Magn TVN í ísuðum reyktum háfiskum lækkaði eða stóð í stað fyrstu 14 geymsludagana en hækkaði mjög hratt þar eftir (sjá mynd 14). Fyrstu 14 geymsludagana lækkaði TVN í háfi úr 8,8 mg N/100g í 6,7 mg N/100g en hækkaði mjög hratt þar eftir og endar í 25,1 mg N/100g eftir 28 daga geymslu. Í gljáhafi hækkaði TVN lítillega úr 9,5 mg N/100g í 10,5 mg N/100g eftir 14 daga geymslu en hækkaði síðan mjög hratt og endaði í 42,0 mg N/100g eftir 28 daga geymslu. Út frá þessum niðurstöðum má áætla að geymsluþol ísaðra háfiskaafurða sé um 14 dagar þar sem breyting á TVN er greinileg eftir þann tíma.



Mynd 15. Breyting á ammóníaki yfir geymslutímann í ísuðum reyktum háfiskaflökum

Magn ammóníaks í ísuðum reyktum háfiskaflökum lækkaði fyrstu 7 geymsludagana en hækkaði síðan þar til fiskurinn hafði verið geymdur í 14 daga og lækkaði þar eftir (sjá mynd 15). Í háfi lækkaði magn ammóníaks úr 34 mg N/100g í 32 mg N/100g fyrstu 7 dagana en hækkaði í 61 mg N/100g eftir 14 daga geymslu og lækkaði síðan í 33 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Í gljáhafi lækkaði magn ammóníaks úr 43 mg N/100g í 39 mg N/100g fyrstu 7 dagana en hækkaði í 63 mg N/100g eftir 14 daga geymslu og lækkaði síðan í 52 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Út frá þessum niðurstöðum er ekki hægt að áætla geymsluþol ísaðra háfiskaafurða.

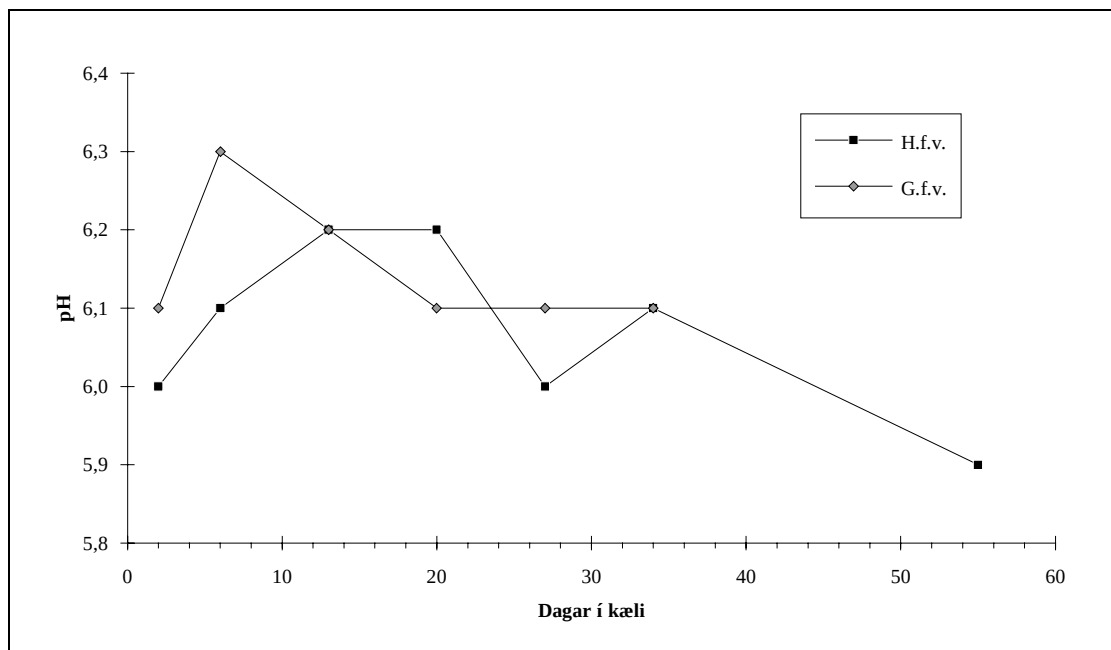


Mynd 16. Breyting á heildarörverufjölda yfir geymslutímann í ísuðum reyktum háfiskaflökum.

Heildarörverufjöldi (APC) í ísuðum reyktum háfiskaflökum hækkaði línulega yfir geymslutímann og var sambærilegur hjá báðum tegundum. Heildarörverufjöldi í ísuðum háfi var log 3,02 eftir geymslu í 1 dag og hækkaði stöðugt þar til hann var orðinn log 9,03 eftir geymslu í 20 daga eins og sjá má á mynd 16. Heildarörverufjöldi í ísuðum gljáhafi var log 2,49 eftir geymslu í 1 dag og hækkaði stöðugt yfir geymslutímann þar til hann var orðinn log 8,79 eftir geymslu í 20 daga. Út frá þessum niðurstöðum er hægt að áætla að geymsluþol ísaðra flaka af gljáhafi sé um 13 dagar og geymsluþol ísaðra flaka af háfi sé um 14 dagar því eftir þann tíma er heildarörverufjöldi kominn yfir 10^7 örverur í grammi.

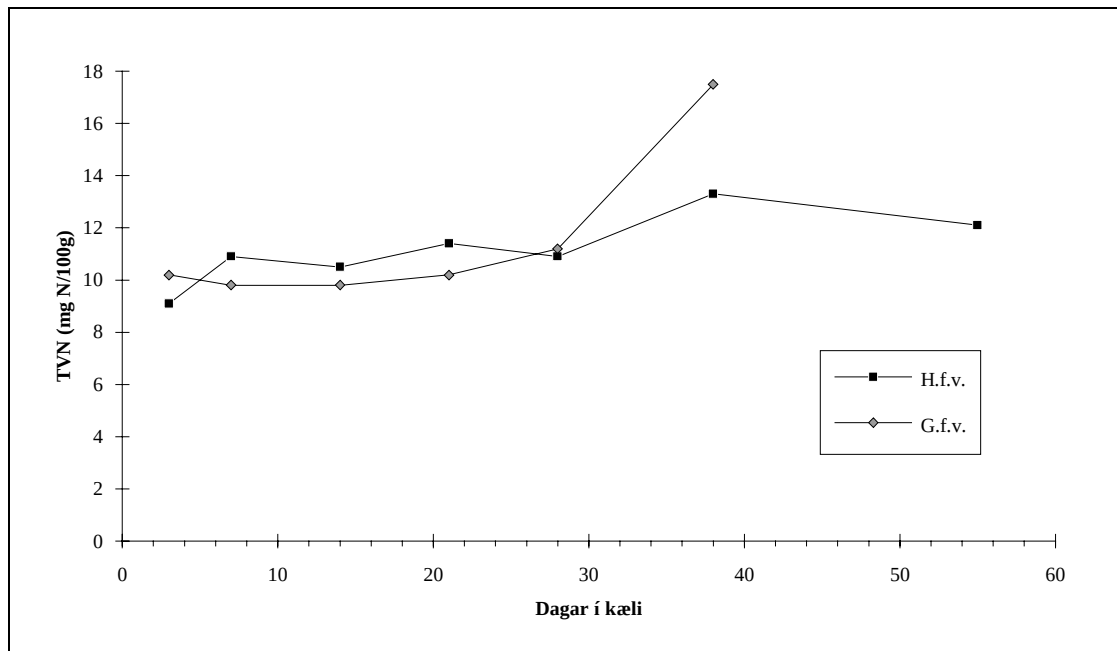
4.3.3. Niðurstöður geymslupólstilraunar á reyktum háfiskaflökum í lofttæmdum umbúðum.

Eftirfarandi myndir sýna niðurstöður efnamælinga, (TVB-N), (pH), (Ammóníaks) og örverumælinga (APC) í reyktum háfs- og gljáháfsflökum í lofttæmdum umbúðum sem geymd voru í kæli við 0°C.



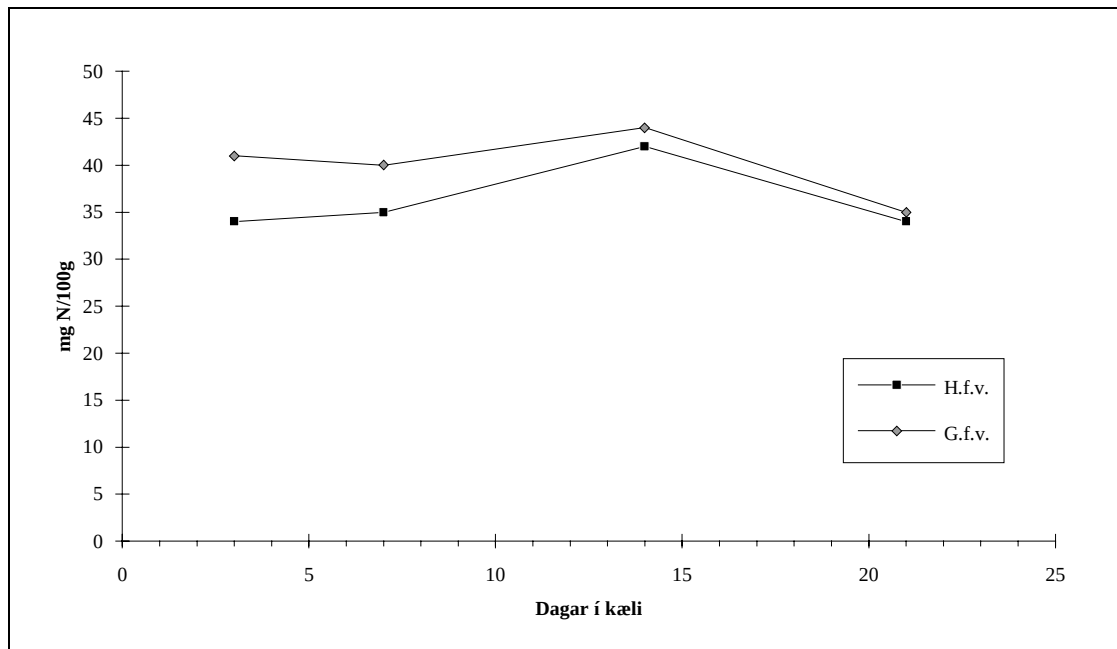
Mynd 17. Breyting á sýrustigi (pH) yfir geymslutímann í reyktum háfiskaflökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Sýrustig í reyktum flökum, sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir, hækkaði lítillega fyrstu 20 geymsludagana og lækkaði síðan eftir það en breytingin á sýrustigi yfir geymslutímann var aðeins um pH = 0,3 milli mælinga. Í gljáháfi hækkaði sýrustigið fyrstu 6 geymsludagana en lækkaði eftir það og var stöðugt seinustu 14 dagana sem mælingar stóðu yfir eins og má sjá á mynd 17. Breytingin á sýrustigi í gljáháfi yfir allan geymslutímann var aðeins um pH = 0,2 milli mælinga. Út frá þessum niðurstöðum er hvorki hægt að áætla geymslupól flaka af gljáháfi eða háf.



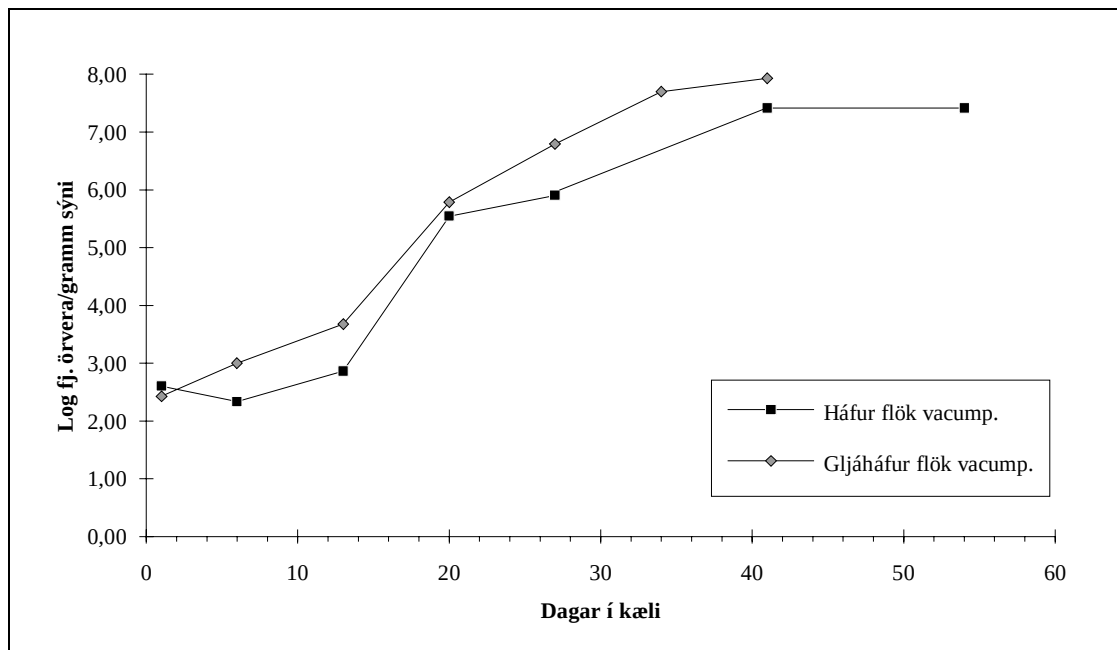
Mynd 18. Breyting á TVB-N yfir geymslutímann í reyktum háfiskaflökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Magn TVN í reyktum háfiskum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir var tiltölulega stöðugt yfir geymslutímann en sveiflaðist aðeins milli mælinga (sjá mynd 18). Magn TVN-B í háfi var minnst eftir þriggja daga geymslu (9,1 mg N/100g) en hækkaði lítillega og var mest eftir geymslu í 38 daga (13,3 mg N/100g) en lækkaði þar eftir. Magn TVN í gljáhafi var tiltölulega stöðugt fyrstu 28 geymsludagana (9,8-11,2 mg N/100g) en hækkaði þar eftir í 17,5 mg N/100g. Út frá þessum niðurstöðum má áætla að geymsluþol flaka af gljáhafi sé um 28 dagar þar sem breyting á magni TVN er greinileg eftir þann tíma. Ekki er hægt að áætla geymsluþol flaka af háf út frá þessum niðurstöðum.



Mynd 19. Breyting á ammóníaki yfir geymslutímann í reyktum háfiskaflökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Magn ammóníaks í reyktum háfiskum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir var svipað í báðum tegundum yfir geymslutímann (sjá mynd 19). Í byrjun var magn ammóníaks í háfi 34 mg N/100g og hækkaði í 42 mg N/100g eftir 14 daga geymslu og lækkaði síðan í 34 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Í byrjun var magn ammóníaks í gljáhafi 41 mg N/100g og hækkaði í 44 mg N/100g eftir geymslu í 14 daga og lækkaði síðan í 35 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Út frá þessum niðurstöðum er ekki hægt að meta geymslupól flaka af háfi og gljáhafi.

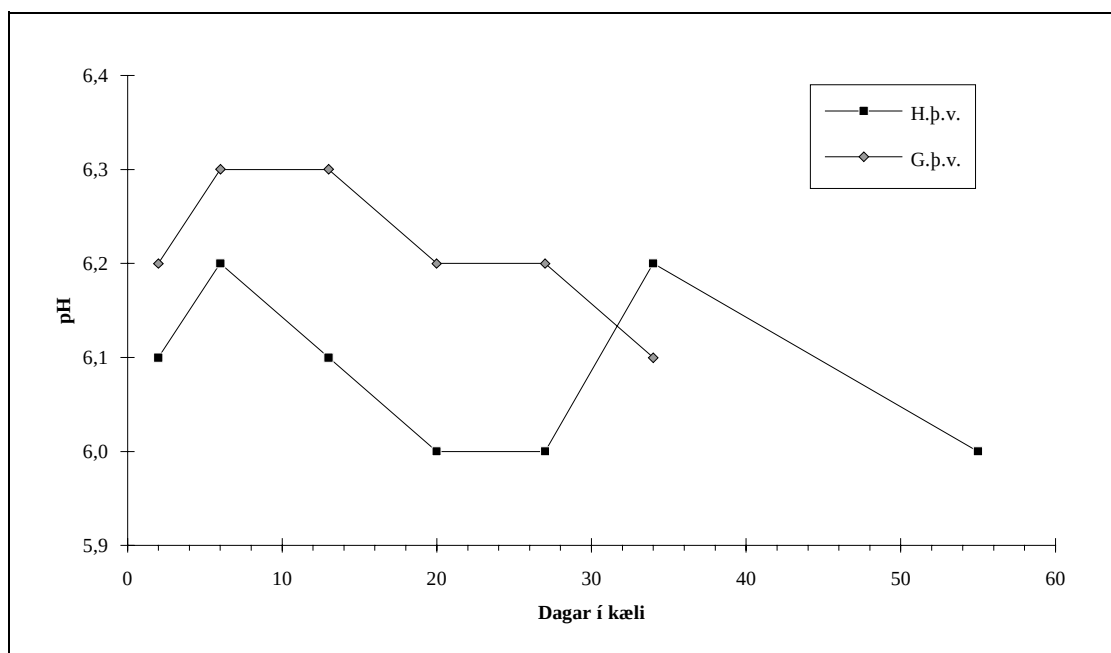


Mynd 20. Breyting á heildarörverufjölda yfir geymslutímann í reyktum háfiskaflökum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Heildarörverufjöldi (APC) í reyktum háfiskaflökum sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir hækkaði yfir geymslutímann og var sambærilegur hjá báðum tegundum. Þó var heildarörverufjöldi í lok geymslupolsathugunnar talsvert lægri í háfi heldur en gljáhafi (sjá mynd 20). Heildarörverufjöldi í háfi var log 2,60 eftir geymslu í 1 dag og hækkaði stöðugt þar til hann var orðinn log 7,41 eftir geymslu í 54 daga. Heildarörverufjöldi í gljáhafi var log 2,43 eftir geymslu í 1 dag og hækkaði stöðugt yfir geymslutímann þar til hann var orðinn log 7,93 eftir geymslu í 41 dag. Út frá þessum niðurstöðum má áætla að geymslupól flaka af gljáhafi sé um 28 dagar og geymslupól flaka af háfi sé um 37 dagar því eftir þann tíma er heildarörverufjöldi kominn yfir 10^7 örverur í grammi.

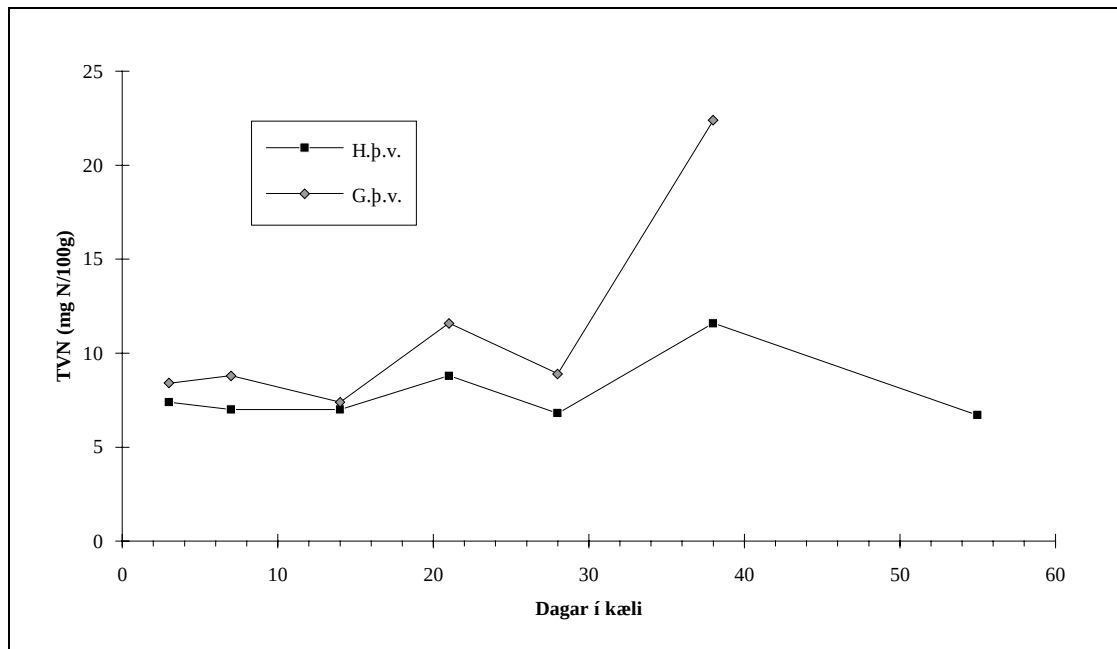
4.3.4. Niðurstöður geymslupolstilraunar á reyktum háfiskapunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir.

Eftirfarandi myndir sýna niðurstöður efnamælinga, (TVB-N), (pH), (Ammóníak), og örverumælinga, (APC), í háfs- og gljáháfspunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd voru við 0°C í kæli.



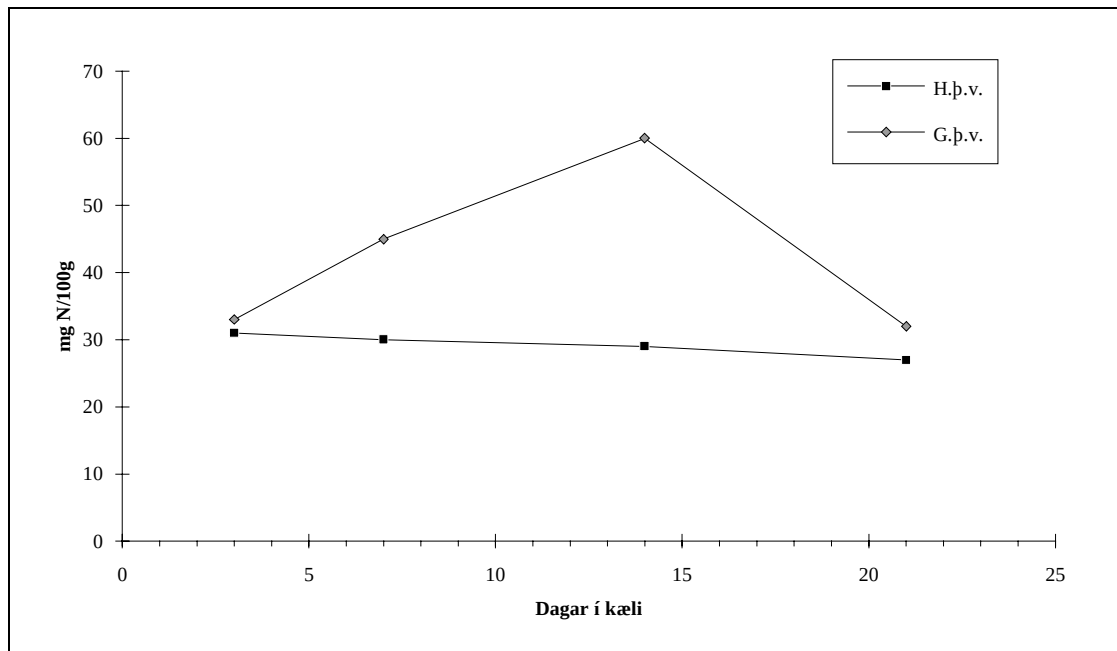
Mynd 21. Breyting á sýrustigi (pH) yfir geymslutímann í reyktum háfiskapunnildum sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Sýrustig í reyktum þunnildum úr háfi sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir hækkaði lítillega fyrstu 6 geymsludagana en lækkaði síðan og varð stöðugt eftir 20-27 daga geymsla (sjá mynd 21). Síðan hækkaði sýrustigið eftir 34 daga geymslu en lækkaði aftur eftir 55 daga. Breytingin á sýrustigi í háfsþunnildum yfir geymslutímann er aðeins um pH = 0,2 milli mælinga. Í þunnildum af gljáhafi hækkar sýrustigið fyrstu 6 geymsludagana en lækkar í öllum mælingum eftir það. Breytingin á sýrustigi í gljáhafi yfir allan geymslutímann er aðeins um pH = 0,2 milli mælinga. Út frá þessum niðurstöðum er hvorki hægt að meta geymslupól þunnilda af háfi né gljáhafi.



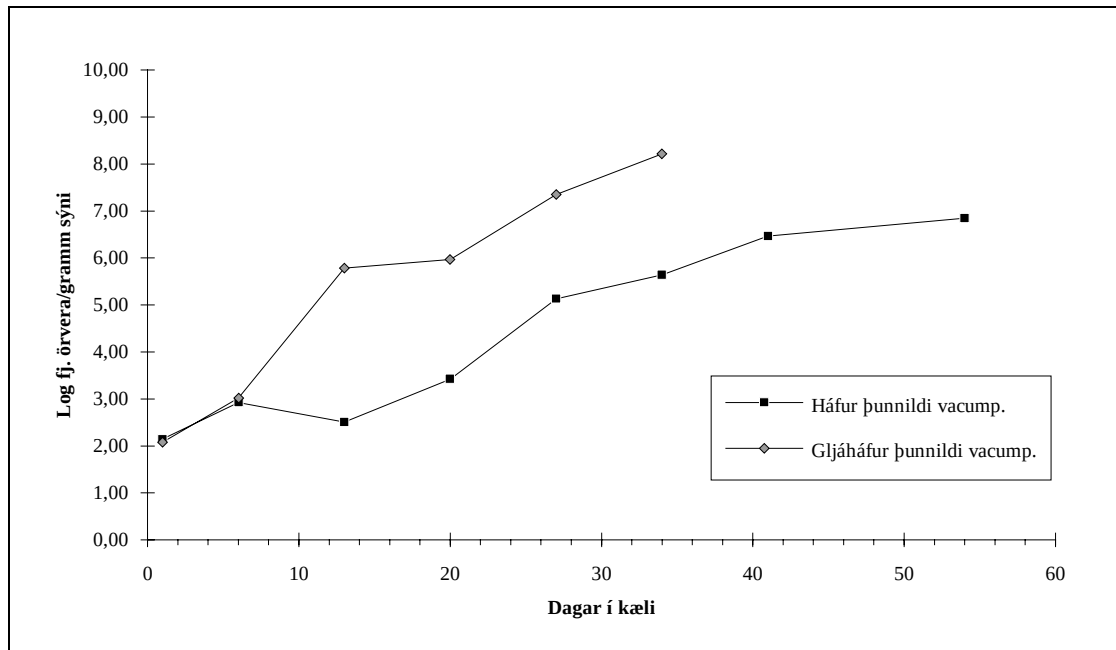
Mynd 22. Breyting á TVB-N yfir geymslutímann í reyktum háfiskapunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Magn TVN í reyktum háfspunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir var tiltölulega stöðugt yfir geymslutímann en sveiflaðist aðeins milli mælinga og þá sérstaklega í lok geymsluþolstilraunarinnar (sjá mynd 22). Magn TVN-B mældist á bilinu 7,0-8,8 mg N/100g fyrstu 28 geymsludagana en hækkaði í 11,6 mg N/100g eftir geymslu í 38 daga. Síðan lækkaði magn TVN í 6,7 mg N/100g eftir geymslu í 55 daga. Magn TVN í þunnildum af gljáháfi var tiltölulega stöðugt fyrstu 14 geymsludagana (7,4-8,8 mg N/100g) en hækkaði í 11,6 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Síðan lækkaði TVN aftur í 8,9 mg N/100g eftir geymslu í 28 daga en hækkaði síðan mjög mikið eftir 38 daga geymslu eða í 22,4 mg N/100g. Út frá þessum niðurstöðum má áætla að geymsluþol þunnilda af gljáháfi sé um 28 dagar þar sem mikil breyting á TVN er greinileg eftir þann tíma. Ekki er hægt að meta geymsluþol þunnilda af háfi út frá þessum niðurstöðum.



Mynd 23. Breyting á ammóníaki yfir geymslutímann í reyktum háfiskapunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Magn ammóníaks í reyktum háfiskum sem pakkað var í lofttæmdar umbúðir breyttist mjög lítið í þunnildum af háfi yfir geymslutímann en breyting á magni ammóníaks í þunnildum af gljáhafi sveiflaðist mjög mikið (sjá mynd 23). Magn ammóníaks í háfi var í byrjun 31 mg N/100g en lækkaði stöðugt yfir geymslutímann og endaði í 27 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Í gljáhafi var magn ammóníaks 33 mg N/100g eftir geymslu í 3 daga en hækkaði stöðugt þar til það var orðið 60 mg N/100g eftir geymslu í 14 daga en lækkaði síðan mjög mikið og endaði í 32 mg N/100g eftir geymslu í 21 dag. Út frá þessum niðurstöðum er hvorki hægt að meta geymsluþol þunnilda af háfi né gljáhafi.



Mynd 24. Breyting á heildarörverufjölda yfir geymslutímann í reyktum háfiskaþunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir og geymd í kæli.

Heildarörverufjöldi (APC) í reyktum háfiskaþunnildum sem pökkuð voru í lofttæmdar umbúðir hækkaði stöðugt yfir geymslutímann í gljáháfi en lækkar lítillega, milli mælinga, í háfi eftir 13 daga geymslu (sjá mynd 24). Heildarörverufjöldi jókst mun hraðar í gljáháfnum. Heildarörverufjöldi í háfi var log 2,15 eftir geymslu í 1 dag og hækkaði stöðugt, fyrir utan að hann lækkaði í einni mælingu, þar til hann var orðinn log 6,85 eftir geymslu í 54 daga. Heildarörverufjöldi í gljáháfi var log 2,08 eftir geymslu í 1 dag og hækkaði stöðugt þar til hann var orðinn log 8,22 eftir geymslu í 34 daga. Þessar niðurstöður gefa vísbendingu um geymsluþol þunnilda af gljáháfi. Gera má ráð fyrir að geymsluþolið sé um 25 dagar því eftir þann tíma er heildarörverufjöldi kominn yfir 10^7 örverur í grammi og geymsluþol þunnilda af háfi er e.t.v. um 50 dagar þar sem heildarörverufjöldinn er undir 10^7 örverur í grammi að þeim tíma liðnum.

5. SAMANTEKT NIÐURSTAÐNA

Niðurstöður efnamælinga sýndu mikinn mun á efnasamsetningu þeirra tegunda sem voru til athugunar í þessu verkefni. Háfur hefur aðra efnasamsetningu heldur en gljáháfur og svartháfur m.a er fituinnihald háfs lang mest. Próteininnihald er svipað í öllum tegundunum miðað við þá mæliaðferð sem notuð var en vatnsinnihald er mjög mismunandi og stafar það af mismunandi fituinnihaldi. Niðurstöður kvikasilfursmælinga sýndu að gljáháfur er óhæfur til neyslu vegna mikils kvikasilfursinnihalds en bæði háfur og svartháfur mældust undir þeim viðmiðunargildum sem gilda á helstu markaðssvæðum Íslendinga.

Niðurstöður saltmælinga á háfiskaafurðum fyrir reykingu sýndu að saltupptaka þessara tegunda í pækilsöltun er mismunandi þar sem saltstyrkur pækils er sá sami en virkur saltstyrkur (SVF) er svipaður í gljáháfi og þunnildum af háfi. Þessi mismunur á saltupptöku stafar eflaust af mismunandi efnasamsetningu tegundanna. Eftir reykingu eykst saltmagn í flökum af gljáháfi, stendur í stað í flökum af háfi en minnkar í þunnildum. Virkur saltstyrkur eykst því í öllum tilvikum nema í þunnildum af háfi. Virkur saltstyrkur er meiri í flökum af háfi heldur en hinum afurðunum en hamlandi áhrif hans á vöxt örvera er ekki meiri í flökum af háfi heldur en í öðrum afurðum sem voru til athugunar.

Niðurstöður nýtingarmælinga sýndu að nýtanlegur hluti til vinnslu af háfi er um 88% af slægðum fiski sem skiptist í flök, ugga, brjósk og þunnildi. Nýtanlegur hluti til vinnslu af gljáháfi er um 69% af óslægðum fiski og um 72% af slægðum sem skiptist í sömu afurðaflokka og hjá háfi. Nýtanlegur hluti til vinnslu af svartháfi er um 78% af óslægðum fiski og um 83% af slægðum sem skiptist í sömu afurðaflokka og hjá háfi. Niðurstöður nýtingarmælinga á afurðunum við reykingu sýndu að nýting var mjög mismunandi eftir tegundum. Mest var rýrnunin á þunnildum af gljáháfi en hún var svipuð á þunnildum af háfi og flökum af gljáháfi en áberandi minnst á flökum af háfi.

Niðurstöður geðjunarprófs á reyktum háfiskaafurðum við mismunandi geymsluskilyrði sýndu að flök í lofttæmdum umbúðum fá hæstu einkunn. Þunnildi af þessum tegundum í lofttæmdum umbúðum fá ívið lakari einkunn en ísuð flök fá lægstu einkunnina af þessum þremur hópum. Dreifni einkunna í þessu prófi var mjög mismunandi milli sýnahópa sem endurspeglar það að skynmatshópurinn var óþjálfaður og fæstir höfðu áður bragðað þessar fisktegundir reyktar.

Í heild sýna niðurstöður athugunarinnar að geymsluþol á reyktum háfiskum er mjög mismunandi milli tegunda, afurða og pökkunaraðferða.

Niðurstöður mælinga á ísuðum reyktum háfiskum sýna gott samræmi milli mælinga á sýrustigi, TVN og heildarörverufjölda en mælingar á ammóníaki gefa takmarkaðar upplýsingar um geymsluþol þessara afurða. Einnig sýna niðurstöðurnar að skemmdarferli í reyktum fiski er mjög svipað og í ferskum fiski sem geymdur er í ís. Þegar tekið er tillit til niðurstaðna á sýrustigi, magni TVN og heildarörverufjölda má telja að reykt flök af háfi og gljáháfi geti geymst í um 13-14 daga við 0° C.

Niðurstöður mælinga á reyktum flökum í lofttæmdum umbúðum sýna gott samræmi milli magns TVN og mælinga á heildarörverufjölda í gljáháfi en mælingar á ammóníaki og sýrustigi gefa engar upplýsingar um hugsanlegt geymsluþol flaka af gljáháfi í lofttæmdum umbúðum. Út frá niðurstöðum mælinga á TVN og heildarörverufjölda má áætla að geymsluþol flaka af gljáháfi sé um 28 dagar við 0°C. Þegar tekið er tillit til niðurstaðna á heildarörverufjölda má áætla að geymsluþol flaka

af háfi sé um 37 dagar. Mælingar á sýrustigi, TVN og ammóníaki gefa engar upplýsingar um hugsanlegt geymsluþol flaka af háfi í lofttæmdum umbúðum.

Niðurstöður mælinga á reykum þunnildum í lofttæmdum umbúðum sýna að ekkert samræmi er á milli mælinga á TVN og heildarörverufjölda í háfi og svartháfi en samræmi er aftur á móti milli sömu mælinga á gljáháfi. Þegar tekið er tillit til niðurstaðna á heildarörverufjölda má áætla að geymsluþol þunnilda af háfi sé um 50 dagar við 0°C og geymsluþol reyktra þunnilda af gljáháfi sé um 25 dagar, þó benda niðurstöður mælinga á TVN að geymsluþolið sé aðeins meira.

Í ísuðum háfiskum hækkar sýrustig fisksins vegna myndunar ammóníaks (þvagefnissundrandi örverur) en í háfiskum sem pakkaðir voru í lofttæmdar umbúðir lækkar sýrustigið lítillega og sýnir að lofttæming hemur vöxt þessara örvera. Einnig hemur þessi þökkunaraðferð myndun TVN í afurðunum. Lækkun á sýrustigi í afurðum í lofttæmdum umbúðum var líklega vegna vaxtar mjólkursýrumyndandi örvera.

Um þær mæliaðferðir sem notaðar voru í verkefninu má segja að vænlegustu leiðirnar til að meta geymsluþol reyktra háfiskaafurða sé mæling á TVN, skynmat og örverumælingar. Skynmat með vel þjálfuðum hópi getur reynst mjög öflugt í gæðamati, enda má segja að skynmat sé sú aðferð sem endanlega segir til um gæði vörunnar til manneldis, þó að það hafi ekki tekist sem skyldi í þessari tilraun. Hvað varðar örverumælingarnar má benda á að með hefðbundnum aðferðum eru slíkar mælingar tímafrekar.

6. LOKAORÐ

Eftir rannsóknir sem þessar koma oft fram fleiri spurningar en svarað er í verkefninu sjálfu. Þeir þættir sem væri verðugt að skoða nánar með hliðsjón af þeim niðurstöðum og umræðum sem hér hafa verið settar fram eru m.a.:

- a) Frekari rannsóknir á þeirri aðferðafræði sem notuð var við að meta geymsluþol reyktra háfiskaafurða og þá sérstaklega á skynmatsþættinum.
- b) Athugun á geymsluþoli reyktra ófrystra háfiska í mismunandi pakkningum s.s. lofttæmdum og loftskiptum.
- c) Frekari þróun á forvinnslu fisksins fyrir reykingu og þróun á aðferðum til heitreykingar á háfiskum.
- d) Þjálfun skynmatshóps til að meta gæðabreytingar í reyktnum háfiskaafurðum.
- e) Athugun á samsetningu örveruflórunnar í heitreyktum afurðum við mismunandi geymsluskilyrði.
- f) Athugun á vinnslu aukaafurða háfiska s.s. ugga, lifrar, skráps og brjósks.
- g) Athugun á gæðabreytingum háfiska í frystigeymslu.

7. HEIMILDASKRÁ

- Ackman, R.G. 1974. Marine lipids and fatty acids in human nutrition. In *Fishery Products*, (Ed.) Kreuzer, R. Fish. News Int., England. [Í Jhaveri, S.N, and Constantinides, S.M. 1982. Chemical composition and shelf life study of grayfish (*Squalus acanthias*). J. Food Sci. 47(1):188-192.]
- Anonymous. 1975. Frozen sharks: Technical requirements for export products. Soviet Standard GOST 21311-75E. Cited by Food Sci. Tech. Abs. 1978, 10: 5U 404.[Í Bilinski, E. Jonas, R.E.E. and Peters, M.D. 1980. Keeping quality of Pacific coast dogfish, *Squalus acanthias*. 1. Effects of freezing method and frozen storage temperature. Fish. and Aqua. Sci. Tech. Rep. No. 996. Dep. of Fish. and Oceans. Vancouver, B.C.]
- Anonymous. 1989. Market opportunities for shark liver oil. Austr. Fish. (11):8-10
- Anonymous. Óþ. ártal. Hákarlabrjósk og krabbamein. Auglýsingabæklingur frá Kraftlýsi hf. Djúpavogi.
- Antonacopoulos, N. 1968. *Handbuch der Lebensmittelchemie*, vol III/2. Springer Verlag, Berlin.
- Arason, S. 1994. Munnleg heimild. Tæknideild, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Arnesen, G, Árnadóttir, E, Guðmundsson, M, og Antonsson, H. 1986. Snefilmálmur í íslenskum fiski og fiskafurðum. 9. Rit Rf, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Auðunsson, G.A. 1994. Munnl. heimild. Snefilefnadeild, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Auðunsson, G.A. 1994. Óbirt gögn um kvikasilfursmælingar á fiski. Snefilefnadeild, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Bannerman, A.McK. Óþ. ártal. Hot smoking of fish. Torry Advisory Note No. 82. Torry Research Station, Aberdeen.
- Batista, I and Nunes, M.L., 1992. Characterisation of shark liver oils. Fish. Res., 14:329-334.
- Bilinski, E, Jonas, R.E.E, and Peters, M.D. 1983. Factors controlling the deterioration of the spiny dogfish (*Squalus acanthias*), during iced storage. J. Food Sci. 48:808-812.
- Bilinski, E. Jonas, R.E.E. and Peters, M.D. 1980. Keeping quality of Pacific coast dogfish, *Squalus acanthias*. 1. Effects of freezing method and frozen storage temperature. Fish. and Aqua. Sci. Tech. Rep. No. 996. Dep. of Fish. and Oceans. Vancouver, B.C.
- Blöndal, J. 1991. *Útvegur*, Fiskifélag Íslands, Reykjavík.
- Blöndal, J. 1992. *Útvegur*, Fiskifélag Íslands, Reykjavík.
- Bostoc, T.W. 1991. Shark leather. Infofish Int. 2:30-32.
- Boyd, J.W., Southcott, B.A., and Schmidt, P.J. 1967. Quality of Pacific Coast dogfish during frozen storage. J. Fish. Res. Bd. of Canada. 24(3):527-535.
- Buranudeen, F, and Richards-Rajadurai, P.N. 1986. Squalene. Infofish Mar. Dig. 1:42-43.
- Compagno, L.J.V.(Ed.). 1984. *FAO species catalogue, Sharks of the world*. 4(1) FAO. Rome.

- deMan, J.M. 1990. *Principles of food chemistry*, 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Dodds, K.L., Brodsky, M.H, and Warburton, D.W. 1992. A retail survey of smoked ready-to-eat fish to determine their microbiological quality. *J. Food Prot.* 55(3):208-210.
- Dyer, W.J. 1952. Amines in fish muscle VI. Trimethylamine oxide content of fish and marine invertebrates. *J. Fish. Res. Bd. of Canada.* 8(5):314.[Í Magnússon, H, og Guðbjörnsdóttir, B. 1984. Örveru- og efnabreytingar við verkun hákarls. Tæknitíðindi Rf nr. 156. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.]
- Einarsson, Ó.V. 1985. Háfur. Sjómannablaðið Víkingur, Reykjavík.
- Einarsson, S. 1993. Preservation of dogfish (*Squalus acanthias*) by a multibarrier process. MS thesis. University of Rhode Island.
- FAO. 1991. Draft code of practice for the full utilization of sharks. FAO Fisheries Circular No. 844. FAO, Rome.
- FAO. 1993. *FAO Yearbook 1991*, Fishery statistics, Commodities, No. 73. Food and Agric. Org. of the United Nations, Rome.
- FAO. 1993. *FAO Yearbook 1991*, Fishery statistics, Catches and landings, No. 72. Food and Agric. Org. of the United Nations, Rome.
- Forrester, C.R., Ketchen, K.S., and Wong, C.C. 1972. Mercury content of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in the Strait of Georgia, British Columbia. *J. Fish. Res. Bd. of Canada.* 29(19):1487-1490.
- Gordievskaya, V.S. 1971. Shark Flesh in the Food Industry. Pacific Scientific Res. Inst. of Mar. Fish. & Oceanog., Vladivostok, Russia. [Í Jhaveri, S.N, and Constantinides, S.M. 1982. Chemical composition and shelf life study of grayfish (*Squalus acanthias*). *J. Food Sci.* 47(1):188-192.]
- Greig, R.A, Wenzloff, D, Shelpuk, C. and Adams, A. 1977. Mercury concentrations in three species of fish from North Atlantic offshore waters. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 5(3):315-323.
- Guðmundsson, G.B. 1994. Munnl. heimild. Tæknideild, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Guðmundsson, J, og Salmómonsóttir, E. 1976. Efnagreining og bragðprófun á nokkrum sjaldgæfum fisktegundum. Tæknitíðindi Rf nr. 70. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Guðmundsson, J. 1985. Efnagreiningar á háfslýsi. Skýrsla Rf. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Gunnarsson, B. 1994. Munnl. heimild. Tjaldi II, Rifi.
- Hall, A.S. Teeny, F.M. and Gauglitz, E.J.Jr. 1977. Mercury in fish and shellfish of the Northeast Pacific. 3. Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*). *Fish. Bull. NMFS/NOAA.* 75(3):643-645.
- Hjaltason, B. 1993. Munnl. heimild. Lýsi hf. Reykjavík.
- James, D.G., and Olley, J. 1971. Spoilage of shark. *Aust. Fish.* 30(4):11-13.[Í Ravesi, E.M, Licciardello, J.J, Tuhkunen, B.E, and Lundstrom, R.C. 1985. The effect of handling and processing treatments on storage characteristics of fresh spiny dogfish, (*Squalus acanthias*). *Mar. Fish. Rev.* 47(1):48-67.]
- Jhaveri, S.N, and Constantinides, S.M. 1981. Chemical composition and shelf life study of grayfish (*Squalus acanthias*). *J. Food Sci.* 47(1):188-192.
- Jónsson, G. 1992. *Íslenskir fiskar*. 2. útg. Fjölvaútgáfan. Reykjavík.
- Jónsson, S.M. 1993. Munnl. heimild. Fiskeyri hf. Stokkseyri.

- Ka-keong, E.L. 1983. Shark fins - processing and marketing in Hong Kong. *Infofish Mark. Dig.* (5):35-39.
- Kristjánsson, G. 1994. Munnl. heimild. Fiskverkun Kristjáns Guðmundssonar hf. Rifi.
- Kritchevsky, D., Teper, S.A., Ditula, N.W., and Holeman, W.L. 1967. The sterols of seafood. *J. Food Sci.* 32:64.[Í Jhaveri, S.N, and Constantinides, S.M. 1982. Chemical composition and shelf life study of grayfish (*Squalus acanthias*). *J. Food Sci.* 47(1):188-192.]
- Lambertsen, G. óþ. ártal. Haileveroljer. Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitut. Bergen.
- Limpus, L.G. 1987. Preservation of shark skin. *Infofish Mark. Dig.* (2): 35-37.
- Lubowe, I., and Wells, F.V. 1964. Biological role and practical uses of squalene and squalane. *Cosmetics and the Skin*, ch. 8:647-653, Reinhold Publishing Corporation.
- Magnússon, H, og Guðbjörnsdóttir, B. 1984. Örveru- og efnabreytingar við verkun hákarls. Tæknitíðindi Rf nr. 156. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Martinsdóttir, E. 1994. Munnl. heimild. Vinnslu og vöruþróunardeild Rf. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Morris, R.F. 1975. Product development and nutritional evaluation of underutilized species of sharks. Ph.D thesis, Cornell. Univ.[Í Jhaveri, S.N, and Constantinides, S.M. 1982. Chemical composition and shelf life study of grayfish (*Squalus acanthias*). *J. Food Sci.* 47(1):188-192.]
- Pálmadóttir, H, og Sigurgísladóttir, S. 1989. Fitusýrusamsetning í íslensku sjávarfangi. Skýrsla Rf. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Ramachandran Nair, K.G, and Madhavan, P. 1974. Shark fin rays - technology of extraction. *Fish. Techn.* 11(1):60-63.
- Ravesi, E.M, Licciardello, J.J, Tuhkunen, B.E, and Lundstrom, R.C. 1985. The effect of handling and processing treatments on storage characteristics of fresh spiny dogfish, (*Squalus acanthias*). *Mar. Fish. Rev.* 47(1):48-67.
- Reilly, C. 1980. *Metal contamination of food*. Appl. Sci. Publ. LTD. England.
- Salsbury, J., 1986. Spiny Dogfish in Canada. *Can. Ind. Rep. of Fish. and Aqua. Sci.* No. 169. Dept. of Fish. and Oceans. Vancouver, B.C.
- Shenoy, A.S, and Dey, V.K. 1984. Shark and its utility. *India Sea. Exp. J.* 16 (1):5-11.
- Shiau, C.Y, and Chai, T. 1985. Smoked dogfish processing and its refrigerated storage stability. *J. Food Sci.* 50(5):1348-1350.
- Sidwell, V.D., Loomis, A.L., Loomis, K.J., Foncannon, P.R., and Buzzell, D.H. 1978. Composition of the edible portions of raw crustaceans, finfish and mollusks. 3. Microelements. *Mar. Fish. Rev.* 40(9):1.[Í Jhaveri, S.N, and Constantinides, S.M. 1982. Chemical composition and shelf life study of grayfish (*Squalus acanthias*). *J. Food Sci.* 47(1):188-192.]
- Sigurðsson, G.B, og Arnórsdóttir, L.B. 1992. Tilraunareyking á háf (*Squalus acanthias*). Nemendaverkefni í Matvælafræði. Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Southcott, B.A., Moyer, R.H., Baker, E.G., and Tarr, H.L.A. 1960. Keeping quality of Pacific coast dogfish. II. *J. Fish. Res. Bd. of Canada.* 17(6):811-814.[Í Ravesi, E.M, Licciardello, J.J, Tuhkunen, B.E, and Lundstrom, R.C. 1985. The effect of handling and processing treatments on storage characteristics of fresh spiny dogfish, (*Squalus acanthias*). *Mar. Fish. Rev.* 47(1):48-67.]

- Stansby, M.E., Kudo, G., and Hall, A. 1968. Chemical spoilage pattern of grayfish. Food Techn. 22(6):107-110.[Í Ravesi, E.M, Licciardello, J.J, Tuhkunen, B.E, and Lundstrom, R.C. 1985. The effect of handling and processing treatments on storage characteristics of fresh spiny dogfish, (*Squalus acanthias*). Mar. Fish. Rev. 47(1):48-67.]
- Steichen, R. 1993. Commision decision, determining analysis methods, sampling plans and maximum limits for mercury in fishery products. 93/351/EEC. No. L 144/23. Off. J. of the European Communities.
- Þórarinnsson, H. 1992. Reyking matvæla. Mataræði, blað Matvælafræðinema H.Í.
- Þórarinnsson, H. 1994. Munnl. heimild. Vinnslu og vöruþróunardeild Rf. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Þorkelsdóttir, Á. 1994. Munnl. heimild. Vinnslu og vöruþróunardeild Rf. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Þorsteinsson, H.P. 1994. Munnl. heimild. Aflakaupabankinn, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Þrastarson, R. 1994. Nýting og geymsluþol á reyktum háfiskaafurðum. Sérverkefni í matvælafræði H.Í., Reykjavík.

8. VIÐAUKAR

Viðauki 1. Heildarniðurstöður nýtingarmælinga á háfiskum

Tafla 17. Niðurstöður nýtingarmælinga á háfi. Allar tölur í kg.

Sýni nr.	L. (cm)	Slæ.fiskur	Uggar	Brjósk	Þunn	Blóðv+afsk	Flök
1	88	2,185	0,125	0,525	0,345	0,330	0,860
2	88	2,120	0,105	0,455	0,390	0,285	0,885
3	90	2,165	0,115	0,515	0,365	0,290	0,880
4	92	2,920	0,135	0,710	0,460	0,400	1,215
5	75	1,225	0,090	0,330	0,205	0,125	0,475
6	80	1,580	0,105	0,440	0,300	0,150	0,585
7	74	1,135	0,090	0,305	0,195	0,110	0,435
Meðaltal	83,86	1,90	0,11	0,47	0,32	0,24	0,76
Stdev.	7,40	0,63	0,02	0,14	0,10	0,11	0,28

L.(cm) = lengd fisks í cm, **Slæ. fiskur** = slægður fiskur, með uggu, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök.

Tafla 18. Helstu afurðaflokkar af háfi sem hlutfall af slægðum fisk. Allar tölur í %.

Sýni nr.	Slæ.fiskur	Uggar	Brjósk	Þunn	Blóðv+afsk	Flök
1	100,00	5,72	24,03	15,79	15,10	39,36
2	100,00	4,95	21,46	18,40	13,44	41,75
3	100,00	5,31	23,79	16,86	13,39	40,65
4	100,00	4,62	24,32	15,75	13,70	41,61
5	100,00	7,35	26,94	16,73	10,20	38,78
6	100,00	6,65	27,85	18,99	9,49	37,03
7	100,00	7,93	26,87	17,18	9,69	38,33
Meðaltal	100,00	6,08	25,04	17,10	12,15	39,64
Stdev	0,00	1,26	2,26	1,22	2,28	1,77

Slæ. fiskur = slægður fiskur, með uggu, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök, **Stdev** = staðalfrávik.

Tafla 19. Niðurstöður nýtingarmælinga á gljáháfi miðað við heilan fisk. Allar tölur í kg.

Sýni nr.	H.þyngd	Lifur	Innyfli	Slæ.fiskur	Brjósk	Þunn.	Uggar	Blóðv+afsk	Flök
1	11,800	3,500	0,945	6,990	1,260	1,425	0,240	2,000	2,430
2	12,375	3,490	1,855	6,810	1,305	1,305	0,200	1,970	2,250
3	7,810	1,955	0,720	5,005	1,160	0,720	0,170	1,775	1,310
4	10,175	2,045	1,965	6,020	1,230	1,150	0,200	1,820	1,765
5	11,510	3,255	0,860	7,160	1,350	1,305	0,240	2,460	2,040
6	12,560	3,390	2,000	7,075	1,250	1,390	0,200	2,000	2,330
7	10,540	1,860	1,445	7,065	1,320	1,065	0,200	2,835	1,815
8	6,095	1,780	0,440	3,875	0,945	0,645	0,120	1,085	1,080
9	11,075	2,840	1,205	6,440	1,085	2,005	0,215	1,605	2,120
Meðalt.	10,438	2,679	1,271	6,271	1,212	1,223	0,198	1,950	1,904
Stdev.	2,165	0,758	0,576	1,135	0,129	0,405	0,037	0,495	0,461

H. þyngd = heildarþyngd fisks, óslægður, **Slæ. fiskur** = slægður fiskur, með uggum, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn.** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök.

Tafla 20. Helstu afurðaflokkar hjá gljáháfi sem hlutfall af heilum fiski. Allar tölur í %.

Sýni nr.	H. þyngd	Lifur	Innyfli	Slæ.fiskur	Brjósk	Þunn.	Uggar	Blóðv+afsk	Flök
1	100,00	29,66	8,01	59,24	10,68	12,08	2,03	16,95	20,59
2	100,00	28,20	14,99	55,03	10,55	10,55	1,62	15,92	18,18
3	100,00	25,03	9,22	64,08	14,85	9,22	2,18	22,73	16,77
4	100,00	20,10	19,31	59,16	12,09	11,30	1,97	17,89	17,35
5	100,00	28,28	7,47	62,21	11,73	11,34	2,09	21,37	17,72
6	100,00	26,99	15,92	56,33	9,95	11,07	1,59	15,92	18,55
7	100,00	17,65	13,71	67,03	12,52	10,10	1,90	26,90	17,22
8	100,00	29,20	7,22	63,58	15,50	10,58	1,97	17,80	17,72
9	100,00	25,64	10,88	58,15	9,80	18,10	1,94	14,49	19,14
Meðaltal	100,00	25,64	11,86	60,53	11,96	11,59	1,92	18,89	18,14
Stdev	0,00	3,93	4,07	3,71	1,93	2,43	0,19	3,77	1,10

H. þyngd = heildarþyngd fisks, óslægður, **Slæ. fiskur** = slægður fiskur, með uggum, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn.** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök, **stdev** = staðalfrávik.

Tafla 21. Helstu afurðaflokkar hjá gljáháfi miðað við slægðan fisk. Allar tölur í %.

Sýni nr.	Slæ.fiskur	Brjósk	Þunnildi	Uggar	Blóðv+afsk	Flök
1	100,00	18,03	20,39	3,43	23,39	34,76
2	100,00	19,16	19,16	2,94	25,70	33,04
3	100,00	23,18	14,39	3,40	32,87	26,17
4	100,00	20,43	19,10	3,32	27,82	29,32
5	100,00	18,85	18,23	3,35	31,08	28,49
6	100,00	17,67	19,65	2,83	26,93	32,93
7	100,00	18,68	15,07	2,83	37,72	25,69
8	100,00	24,39	16,65	3,10	28,00	27,87
9	100,00	16,85	31,13	3,34	15,76	32,92
Meðaltal	100,00	19,69	19,31	3,17	27,70	30,13
Stdev.	0,00	2,40	4,61	0,24	5,82	3,15

Slæ. fiskur = slægður fiskur, með uggum, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn.** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök.

Tafla 22. Niðurstöður nýtingarmælinga á svartháfi miðað við heilan fisk. Allar tölur í kg.

Sýni nr.	L (cm)	H.þyngd	Lifur	Innyfli	Slæ.fiskur	Brjósk	Þunn	Uggar	Blóðv+afsk	Flök
1	67	1,295	0,275	0,085	0,930	0,365	0,140	0,050	0,130	0,250
2	69	1,440	0,315	0,125	0,990	0,380	0,125	0,060	0,180	0,255
3	64	1,195	0,265	0,095	0,830	0,300	0,105	0,045	0,115	0,270
4	56	0,775	0,135	0,055	0,575	0,195	0,075	0,035	0,115	0,165
5	77	2,800	0,480	0,580	1,710	0,575	0,270	0,080	0,315	0,500
Meðal.	66,6	1,501	0,294	0,188	1,007	0,363	0,143	0,054	0,171	0,288
Stdev.	7,64	0,77	0,12	0,22	0,42	0,14	0,08	0,02	0,08	0,13

L.(cm) = lengd fisks í cm, **H. þyngd** = heildarþyngd fisks, óslægður, **Slæ. fiskur** = slægður fiskur, með uggum, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök.

Tafla 23. Helstu afurðaflokkar hjá svartháfi sem hlutfall af heilum fiski. Allar tölur í %.

Sýni nr.	H. þyngd	Lifur	Innyfli	Slæ.fiskur	Brjósk	Þunn	Uggar	Blóðv+afsk	Flök
1	100,00	21,24	6,56	71,81	28,19	10,81	3,86	10,04	19,31
2	100,00	21,88	8,68	68,75	26,39	8,68	4,17	12,50	17,71
3	100,00	22,18	7,95	69,46	25,10	8,79	3,77	9,62	22,59
4	100,00	17,42	7,10	74,19	25,16	9,68	4,52	14,84	21,29
5	100,00	17,14	20,71	61,07	20,54	9,64	2,86	11,25	17,86
Meðalt.	100,00	19,97	10,20	69,06	25,08	9,52	3,83	11,65	19,75
Stdev.	0,00	2,22	5,31	4,43	2,53	0,77	0,55	1,88	1,92

H. þyngd = heildarþyngd fisks, óslægður, **Slæ. fiskur** = slægður fiskur, með uggum, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök, **stdev** = staðalfrávik.

Tafla 24. Helstu afurðaflokkar hjá svartháfi sem hlutfall af slægðum fiski. Allar tölur í %.

Sýni nr.	L. (cm)	Slæ.fiskur	Brjósk	Þunn	Uggar	Blóðv+afsk	Flök
1	67	100,00	39,25	15,05	5,38	13,98	26,88
2	69	100,00	38,38	12,63	6,06	18,18	25,76
3	64	100,00	36,14	12,65	5,42	13,86	32,53
4	56	100,00	33,91	13,04	6,09	20,00	28,70
5	77	100,00	33,63	15,79	4,68	18,42	29,24
Meðaltal	66,6	100,00	36,26	13,83	5,52	16,89	28,62
Stdev.	7,64	0,00	2,54	1,48	0,58	2,80	2,59

L.(cm) = lengd fisks í cm, **Slæ. fiskur** = slægður fiskur, með uggum, **Brjósk** = haus og hryggur, **Þunn** = þunnildi með skráp, **Uggar** = uggar og sporður, **Blóðv+afsk.** = blóðvatn og annar afskurður, **Flök** = skráplaus flök.

Tafla 25. Niðurstöður saltmælinga fyrir og eftir reykingu (n=3).

Sýni	% Vatn	% Salt	% SVF	% Vatnstap	% Aukning á SVF
Gljáh. flök e. pæklun	82,2	2,3	2,7		
Gljáh. flök e. reykingu	76,8	2,5	3,2	-6,57	15,82
Gljáh. þunnildi e. pæklun	85,4	2,6	3,0		
Gljáh. þunnildi e. reykingu	75,5	2,5	3,2	-11,59	8,48
Háfur flök e. pæklun	73,3	3,3	4,3		
Háfur flök e. reykingu	65,2	3,3	4,8	-11,05	11,82
Háfur þunnildi e. pæklun	69,7	2	2,8		
Háfur þunnildi e. reykingu	61,1	1,7	2,7	-12,34	-2,95

% Vatnstap er reiknað sem mismunur á vatnsinnihaldi fyrir og eftir reykingu.

% Aukning á SVF er reiknuð sem mismunur á %SVF fyrir og eftir reykingu.

Tafla 26. Niðurstöður nýtingarmælinga á háfiskaafurðum fyrir og eftir reykingu (n=1).

Sýni	Vigt f. reykingu (kg)	Vigt e. reykingu (kg)	% massatap
Gljáháfur þunnildi	4,94	2,46	50,15
Háfur þunnildi	2,47	1,43	42,11
Gljáháfur flök	9,89	5,70	42,34
Háfur flök	5,47	4,13	24,50

Viðauki 2. Heildarniðurstöður skynmats-, efna og örverumælinga í geymslupólsathugun á reyktum háfiskaafurðum

Niðurstöður geðjunarprófs

Tafla 27. Niðurstöður geðjunarprófs eftir geymslu í 4 daga

Sýni	G.p.v.1	G.f.v.1	G.f.í.1	H.p.v.1	H.f.v.1	H.f.í.1
Nr. sýnis	10	57	66	21	45	70
Nr. dómara						
1	5,5	8	6	8	7,5	5
2	9	8	6	6	8	4
3	7	8	6	6	6	6
4	6	9	6	9	9	3
5	6	8	5	5	7	6
6	8	8	6	7	9	7
Meðaltal	6,92	8,17	5,83	6,83	7,75	5,17
Staðalfrávik	1,3571	0,4082	0,4082	1,4720	1,1726	1,4720

G.p.v. = gljáháfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **G.f.v.** = gljáháfur flök í lofttæmdum umbúðum, **G.f.í.** = gljáháfur flök ísuð, **H.p.v.** = háfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **H.f.v.** = háfur flök í lofttæmdum umbúðum, **H.f.í.** = háfur flök ísuð.

Tafla 28. Niðurstöður geðjunarprófs eftir geymslu í 6 daga

Sýni	G.p.v.6	G.f.v.6	G.f.í.6	H.p.v.6	H.f.v.6	H.f.í.6
Nr. sýnis	15	18	74	63	42	32
Nr. dómara						
1		8		----		5
2		7		7		9
3		7		4		6
4		8		8		4
5	8		6		9	
6	6		4		8	
7	6		8		7	
8	5		6		7	
Meðaltal	6,25	7,50	6,00	6,33	7,75	6,00
Staðalfrávik	1,2583	0,5774	1,6330	2,0817	0,9574	2,1602

G.p.v. = gljáháfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **G.f.v.** = gljáháfur flök í lofttæmdum umbúðum, **G.f.í.** = gljáháfur flök ísuð, **H.p.v.** = háfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **H.f.v.** = háfur flök í lofttæmdum umbúðum, **H.f.í.** = háfur flök ísuð.

Niðurstöður efnamælinga

Tafla 29. Heildarniðurstöður pH mælinga á reyktum háfiskaafurðum (n=3)

Dagur nr./Sýni	H.f.í.	H.f.v.	H.þ.v.	G.f.í.	G.f.v.	G.þ.v.
2	6,0	6,0	6,1	6,2	6,1	6,2
6	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,3
13	6,2	6,2	6,1	6,3	6,2	6,3
20	6,5	6,2	6,0	6,7	6,1	6,2
27	7,3	6,0	6,0	7,4	6,1	6,2
34	----	6,1	6,2	----	6,1	6,1
55	----	5,9	6,0	----	----	----

G.þ.v. = gljáháfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **G.f.v.** = gljáháfur flök í lofttæmdum umbúðum, **G.f.í.** = gljáháfur flök ísuð, **H.þ.v.** = háfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **H.f.v.** = háfur flök í lofttæmdum umbúðum, **H.f.í.** = háfur flök ísuð.

Tafla 30. Heildarniðurstöður TVN-B mælinga á reyktum háfiskaafurðum (mg N/100g)(n=3)

Dagur nr./Sýni	H.f.í.	H.f.v.	H.þ.v.	G.f.í.	G.f.v.	G.þ.v.
3	8,8	9,1	7,4	9,5	10,2	8,4
7	7	10,9	7	8,8	9,8	8,8
14	6,7	10,5	7	10,5	9,8	7,4
21	15,8	11,4	8,8	24,2	10,2	11,6
28	25,1	10,9	6,8	42	11,2	8,9
38	----	13,3	11,6	----	17,5	22,4
55	----	12,1	6,7	----	----	----

G.þ.v. = gljáháfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **G.f.v.** = gljáháfur flök í lofttæmdum umbúðum, **G.f.í.** = gljáháfur flök ísuð, **H.þ.v.** = háfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **H.f.v.** = háfur flök í lofttæmdum umbúðum, **H.f.í.** = háfur flök ísuð.

Tafla 31. Heildarniðurstöður mælinga á ammóníaki í reyktum háfiskaafurðum (mg N/100g)(n=3)

Dagur nr./Sýni	H.f.í.	H.f.v.	H.þ.v.	G.f.í.	G.f.v.	G.þ.v.
3	34	34	31	43	41	33
7	32	35	30	39	40	45
14	61	42	29	63	44	60
21	33	34	27	52	35	32

G.þ.v. = gljáháfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **G.f.v.** = gljáháfur flök í lofttæmdum umbúðum, **G.f.í.** = gljáháfur flök ísuð, **H.þ.v.** = háfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **H.f.v.** = háfur flök í lofttæmdum umbúðum, **H.f.í.** = háfur flök ísuð.

Niðurstöður örverumælinga

Tafla 32. Heildarniðurstöður örverumælinga (APC)(fj. örv. /gramm sýni)(n=2)

Dagur/Sýni	H.f.í.	H.f.v.	H.p.v.	G.f.í.	G.f.v.	G.f.p.
1	1050	400	140	310	270	120
6	13800	217	842	16250	1000	1050
13	4870000	725	325	10800000	4725	612000
20	1,07E+09	349500	2650	6,20E+08	613000	925000
27	----	800000	136000	----	6250000	22575000
34	----	----	437500	----	50225000	1,65E+08
54	----	26000000	7000000	----	----	----

G.p.v. = gljáháfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **G.f.v.** = gljáháfur flök í lofttæmdum umbúðum, **G.f.í.** = gljáháfur flök ísuð, **H.p.v.** = háfur þunnildi í lofttæmdum umbúðum, **H.f.v.** = háfur flök í lofttæmdum umbúðum, **H.f.í.** = háfur flök ísuð.

Viðauki 3. Einkunnaskali fyrir skynmat

Geðjunarpróf

Skynmat fyrir reyktu háfiska

Geðjunarpróf

Dags. ____/____/____

Nafn: _____

Lesið yfir skynmatsskalann, lyktið og bragðið síðan á sýnunum og gefið þeim einkunn á einkunnablaðið fyrir neðan. Ef ykkur finnst lýsingin ekki eiga við, þá vinsamlegast skráið það sem þið teljið eiga betur við í athugasemdunum.

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

Ferskleikamat, einkunn.

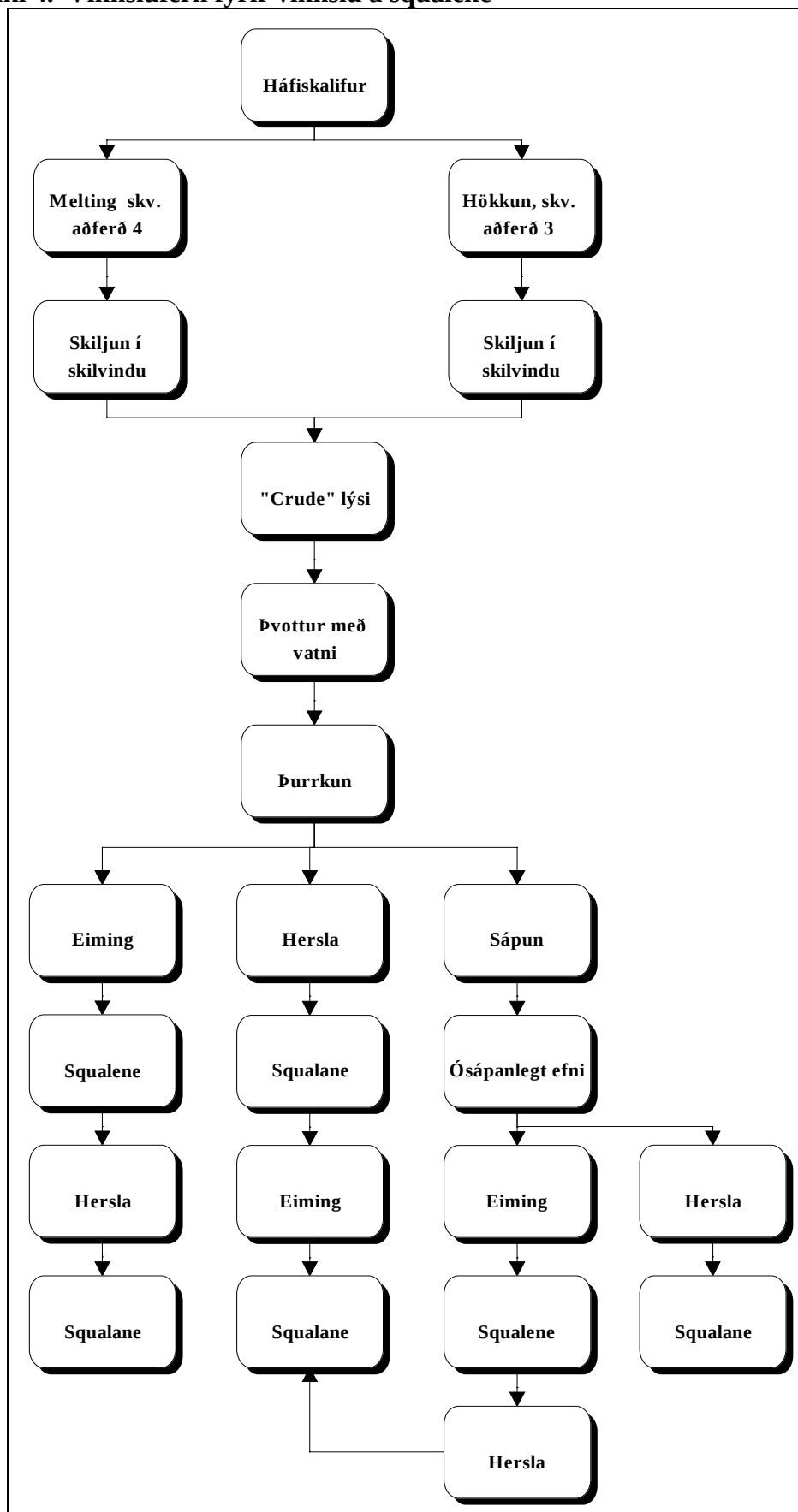
Nr. sýnis .						
Einkunn .						

Geðjunarpróf

Nr. sýnis .						
Geðjun .						

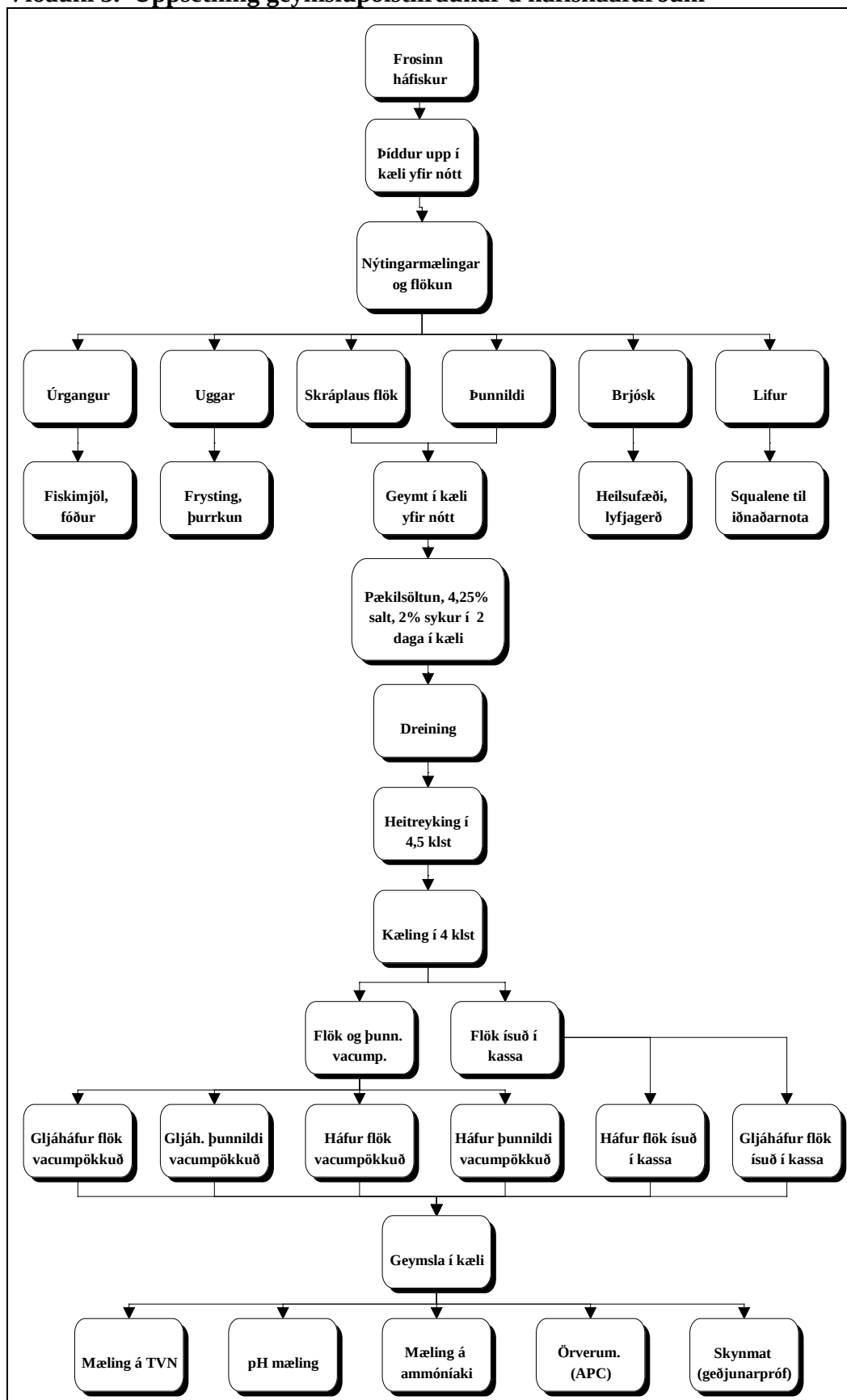
Athugasemdir: _____

Viðauki 4. Vinnsluferli fyrir vinnslu á squalene



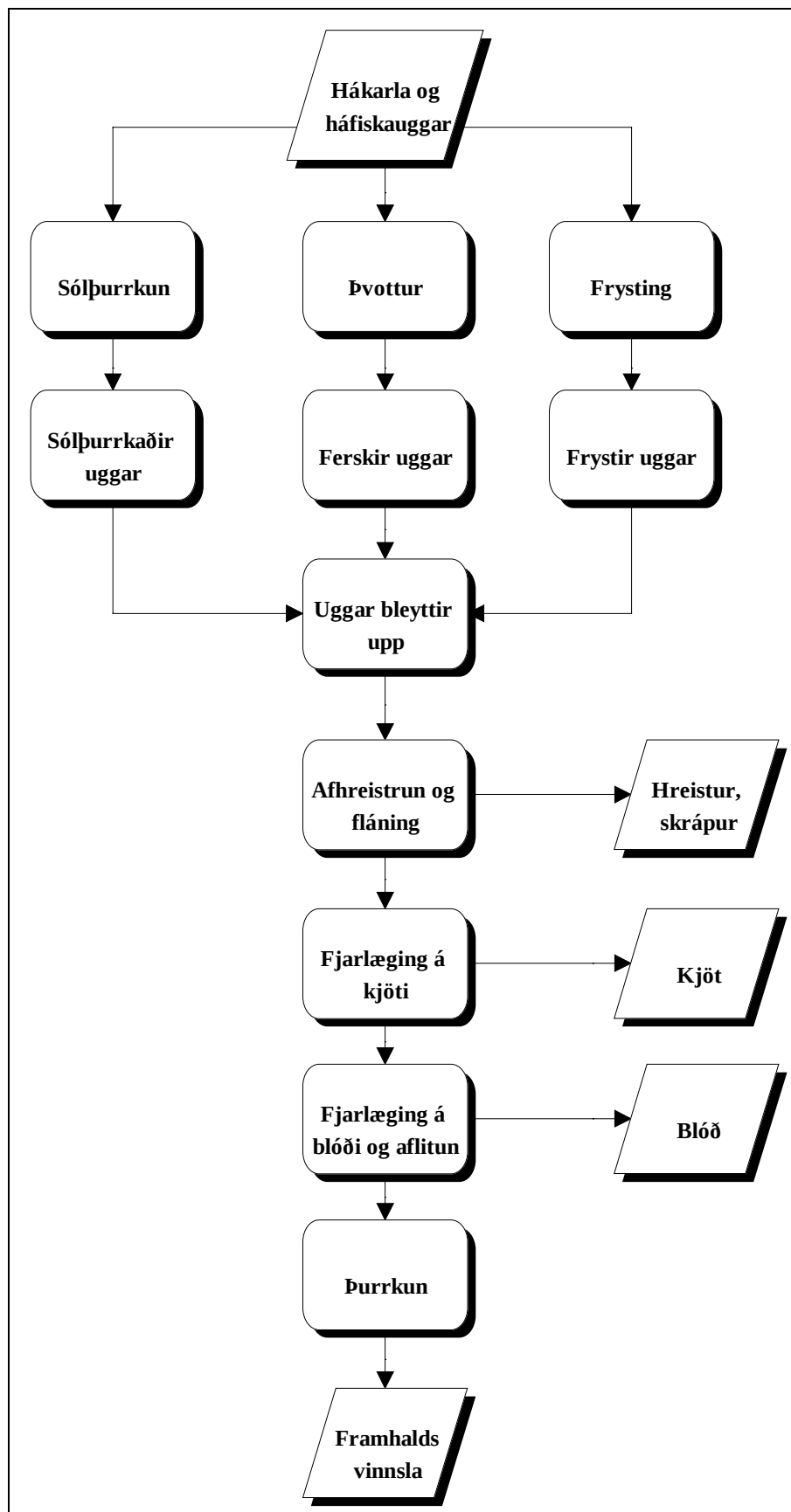
Mynd 25. Vinnsluferli fyrir vinnslu á squalene

Viðauki 5. Uppsetning geymslupólstilraunar á háfiskaafurðum



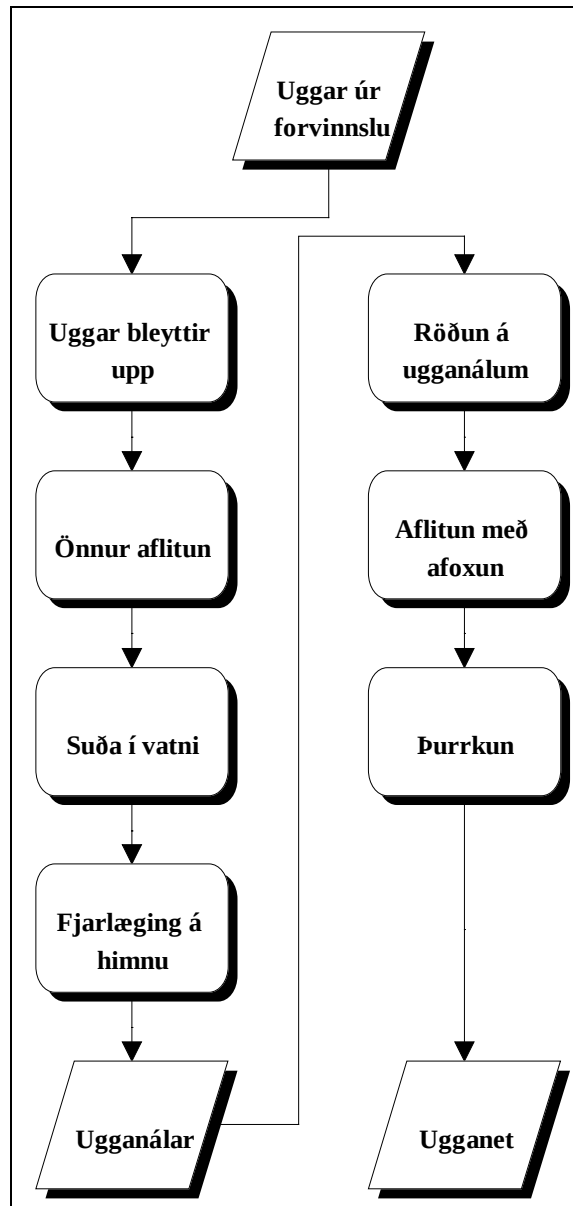
Mynd 25. Tilhögun geymslupólstilraunar á háfiskaafurðum

Viðauki 6. Vinnsluferli fyrir forvinnslu á uggum



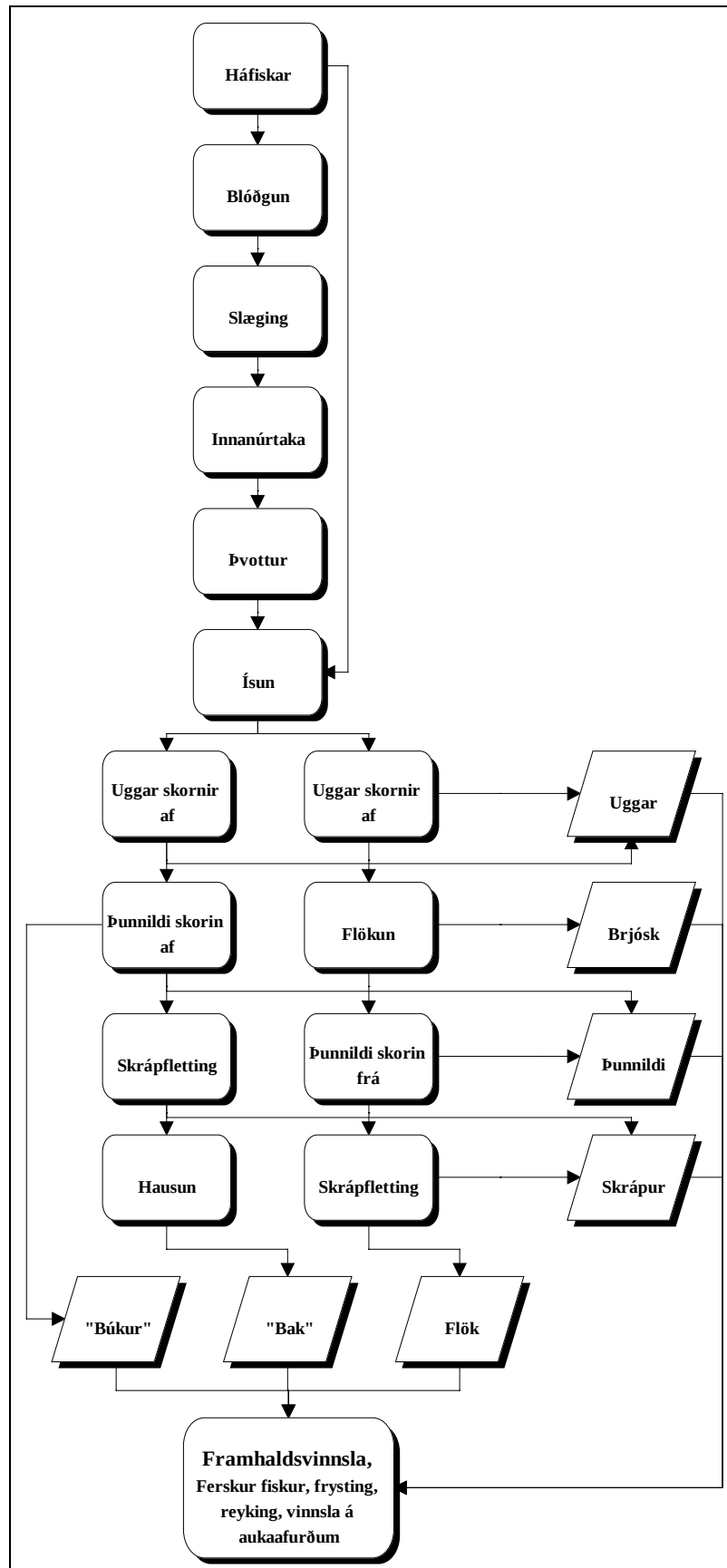
Mynd 26. Vinnsluferli fyrir forvinnslu á hákarla- og háfiskauggum

Viðauki 7. Vinnsluferli fyrir framhaldsvinnslu á uggum



Mynd 27. Framhaldsvinnsla á hákarla- og háfiskauggum

Viðauki 8. Vinnsluferli fyrir háfiskaafurðir



Mynd 29. Vinnsluferli fyrir háfiskaafurðir.