

Nýsköpun & neytendur
Innovation & Consumers

Vinnsla, virðisauki & eldi
Value Chain, Processing
& Aquaculture

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Öryggi, umhverfi & erfðir
Food Safety, Environment
& Genetics



Veiðar, flokkun, vinnsla og markaðir fyrir makríl veiddan af uppsjávarskipum. Greining sýna og flokkunareiginleikar.

Ragnheiður Sveinþórsdóttir

Vinnsla og virðisaukning

Skýrsla Matís 41-09
Desember 2009

ISSN 1670-7192



Titill / Title	Veiðar, flokkun, vinnsla og markaðir fyrir makríl veiddan af uppsjávarskipum. Greining sýna og flokkunareiginleikar / Fishing, grading, pre-processing, processing and marketing of mackerel products catches by pelagic vessels. Analysing samples and grading trait		
Höfundar / Authors	Ragnheiður Sveinþórsdóttir		
Skýrsla / Report no.	41-09	Útgáfudagur / Date:	Desember 2009
Verknr. / project no.	2002-1856	Skýrsla lokuð til 01.01.2011	
Styrktaraðilar / funding:	AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi		
Ágrip á íslensku:	<p>Markmiðið með þessu verkefni er að kanna veiðar uppsjávarfiskiskipa á makríl á Íslandsmiðum, gera formmælingar, koma með lausnir hvernig flokka megi makrílinn frá öðrum fiski um borð og hvernig vinnsla skuli háttað í frystiskipum. Greindur verður tækjakostur sem nauðsynlegur er við vinnsluna, einnig verða markaðir kannaðir fyrir makríl veiddan á Íslandsmiðum eftir árstímum.</p> <p>Í þessum hluta var söfnun og greiningu makrilsýna sem safnað var sumrin 2008 og 2009 gerð skil. Einnig var fjallað um flokkunareiginleika.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Makrill, sýni, greining, mælingar, flokkunareiginleikar		
Summary in English:	<p>The objective of this project is to examine mackerel fishing on Icelandic fishing grounds, perform geometrician measurements, find the best solution for grading the mackerel by size and species on board and how to process it in freezer vessels. Analyse what kind of technology is necessary.</p> <p>Moreover to examine the markets for mackerel caught on Icelandic fishing grounds during the summer.</p> <p>In this part conclusion are present after the collecting and analysis of samples during summers 2008 and 2009. Also some conclusions are about grading properties.</p>		
English keywords:	Mackerel, samples, analysing, measurements, grading properties		

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Framkvæmdalýsing	2
Söfnun sýna	2
Formmælingar	5
Kyngreining	6
Efnamælingar	6
QIM- skali	6
Flokkun	7
Niðurstöður	8
Greining sýna	8
Flokkun	12
Umræða	15
Heimildir	16
Mynd 1 – Skiljari (sýnatökustaður)	2
Mynd 2 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2008 – Númer reita merkja tímaröð	3
Mynd 3 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2009 – Númer reita merkja tímaröð	4
Mynd 4 – Æxlunarfæri makríls	6
Mynd 5 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir heildarlengd	8
Mynd 6 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir þyngd	9
Mynd 7 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir hauslengd	9
Mynd 8 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir mestu hæð fisksins	10
Mynd 9 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir mestu breidd fisksins	10
Mynd 10 – Hlutfallsleg kynskipting makrílsýna	11
Mynd 11 – Meðalbreidd á móti heildarlengd	13
Mynd 12 – Meðalhauslengd á móti heildarlengd	13
Mynd 13 – Flokkari frá <i>Style</i> um borð í vinnsluskipi	14
Tafla 1 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2008	3
Tafla 2 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2009	4
Tafla 3 – Efnainnihald makrílsýna sumarið 2008	11
Tafla 4 – Efnainnihald makrílsýna sumarið 2009	11
Tafla 5 – Magn TVN og salts í makrílsýnum sumarið 2008	12
Tafla 6 – Niðurstöður skynmats á makrílsýnum sumarið 2008	12
Tafla 7 – Meðaltal breiddar eftir algengustu lengd (cm)	13

Inngangur

Fiskveiðiárið 2004/2005 var fyrst skráður makrílafli í íslenskri lögsögu, síðan þá hefur hann aukist frá ári til árs eða þangað til þak var sett á veiðarnar fiskveiðiárið 2008/2009 en þá mátti veiða 100 þúsund tonn af makríl með norsk-íslensku síldinni í íslenskri lögsögu. Makrillinn hefur aðallega veiðst í júlí og ágúst við strendur Íslands en sumarið 2009 byrjuðu íslensku skipin að fá makríl með síldinni í júní og veiddu makríl fram í september.

Stærsti hluti aflans hefur farið í bræðslu en mun meiri verðmæti eru fyrir makríl til manneldis en til fiskmjölsframleiðslu og þess vegna eru miklir hagsmunir fólgnir í því að finna leiðir til að koma honum auðveldlega til frystingar í landi eða um borð í vinnsluskipum. Fyrsta skrefið í vinnslu á makríl er að stærðaflokka hann og flokka hann frá öðrum tegundum, til að það sé mögulegt þarf að afla frekari upplýsinga um makríl og þróa aðferðir til flokkunar. Með því móti má byggja upp gagnagrunn um veiðistaði, formlögun, þyngd, kyn og fitu- og vatnsinnihald makrilsins sem veiðist með norsk-íslensku síldinni á Íslandsmiðum. Fyrstu drög að þeim grunni eru kynnt í þessari skýrslu.

Framkvæmdalýsing

Söfnun sýna

Útbúnar voru vinnureglur fyrir sýnatöku á makríl um borð í veiðiskipunum, starfsmaður Matís skipulagði sýnatöku fyrir makrílinn en eftir það sáu starfsmenn skipsins um sýnatökuna og komu með sýnin í land til mælinga. Makrílsýnum var safnað úr skiljara uppá dekki á veiðiskipunum um leið og aflanum var dælt um borð, sýnin voru tekin í 40 kg kórflu og fryst í blokkir sem síðan var pakkað í öskjur.



Mynd 1 – Skiljari (sýnatökustaður)

Á mynd 1 sést skiljari þar sem makrílsýnum var safnað. Þegar aflanum var dælt um borð var honum dælt í gegnum skiljarann til að skilja sjóinn sem dælist með frá aflanum. Eftir að aflanum hafði verið dælt í gegnum skiljarann fór hann í safnker áður en aflinn var unninn eða hann settur beint í lest.

Guðmundur VE, Huginn VE og Álsey VE voru fengin til að safna sýnum sumrin 2008 og 2009, Guðmundur VE og Huginn VE eru vinnsluskip sem frysta aflann um borð en Álsey VE kælir einungis aflann um borð. Á öllum skipunum átti að taka sýni einu sinni í viku, 20 fiska í hvert skipti, og frysta. Sýnum var safnað austur af landinu.

Tafla 1 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2008

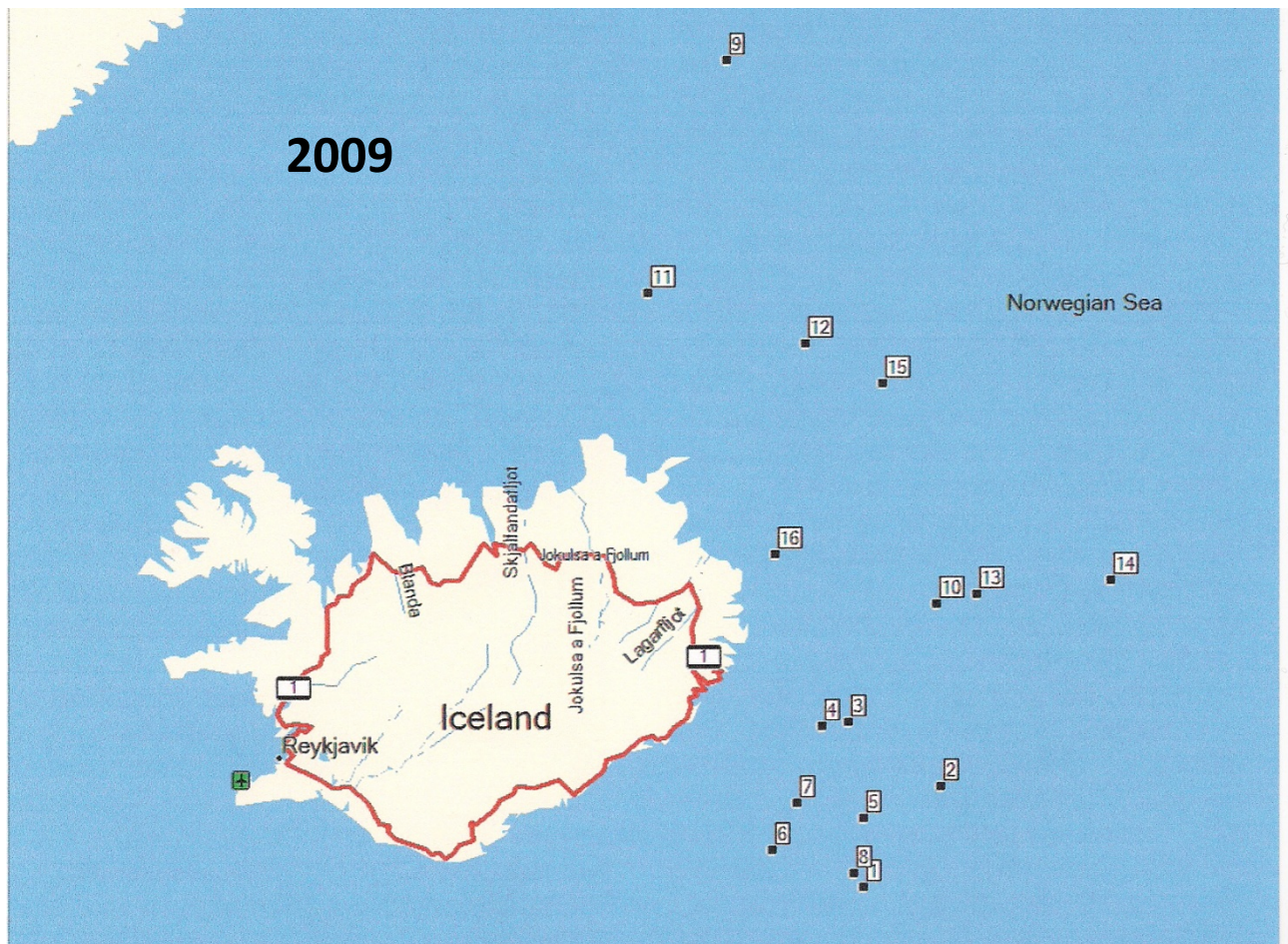
Númer	Dagsetning	Staðsetning
1	4.7.2008	63°58N 11°50V
2	5.7.2008	64°11N 11°16V
3	7.7.2008	64°22N 11°46V
4	7.7.2008	64°31N 12°26V
5	8.7.2008	64°33N 9°34V
6	8.7.2008	65°06N 9°04V
7	10.7.2008	65°09N 9°17V
8	10.7.2008	64°06N 9°09V
9	11.7.2008	64°08N 8°58V
10	12.7.2008	64°40N 07°18V
11	14.7.2008	65°12N 11°05V
12	14.7.2008	65°15N 10°30V
13	21.7.2008	66°24N 07°30V
14	22.7.2008	65°42N 11°12V
15	28.7.2008	64°24N 10°50V
16	28.7.2008	64°18N 08°39V
17	4.8.2008	66°20N 08°20V
18	10.8.2008	65°39N 08°09V
19	12.8.2008	64°23N 09°02V
20	21.8.2008	66°05N 07°37V



Mynd 2 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2008 – Númer reita merkja tímaröð

Tafla 2 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2009

Númer	Dagsetning	Staðsetning
1	19.6.2009	63°12N 11°28V
2	24.6.2009	63°56N 10°04V
3	25.6.2009	64°25N 11°44V
4	26.6.2009	64°23N 12°12V
5	27.6.2009	63°42N 11°28V
6	28.6.2009	63°28N 13°05V
7	28.6.2009	63°49N 12°39V
8	5.7.2009	63°18N 11°38V
9	14.7.2009	69°17N 13°55V
10	26.7.2009	65°17N 10°08V
11	6.8.2009	67°34N 15°20V
12	15.8.2009	67°12N 12°30V
13	23.8.2009	65°21N 9°26V
14	6.9.2009	65°27N 7°01V
15	15.9.2009	66°54N 11°06V
16	15.9.2009	65°39N 13°02V



Mynd 3 – Sýnatökustaðir fyrir makríl sumarið 2009 – Númer reita merkja tímaröð

Sýnin voru síðan send til Matís í Vestmannaeyjum eða starfsmaður Matís í Eyjum sótti sýnin um borð þegar skipin komu í land í Eyjum. Þessi sýni voru formmæld, vigtuð og kyngreind. Hvert sýni til mælinga á vatns- og fituinnihald var útbúið úr fimm fiskum sem voru hakkaðir saman og sýni tekið úr blöndunni. Einnig voru tekin sýni um borð í Álseyinni sumarið 2008 þegar verið var að landa, í þeim sýnum var fita, vatn, salt og TVN mælt, það var gert til að fá vísbendingar um hve lengi væri hægt að geyma aflann um borð ef reynt verður að frysta makrílinn í landi. Einnig voru settir TidbiT v2 hitanemar frá Onset, í lestina á Álseyinni sem sýnin voru tekin úr til að hægt væri að fylgjast með kælingunni.

Formmælingar

Gerðar voru formmælingar á makrílnum en það eru mælingar á lögun hans, formmælingarnar munu gagnast við að leysa vandamál sem fylgja því að flokka makrílinn frá síldinni.

Mælt var:

Heildarlengd; lengd frá trjónu að aftasta hluta sporðsins.

Staðallengd; lengd frá trjónu að sporði (að geislum).

Hauslengd; lengd frá trjónu aftur fyrir tálknalok.

Bollengd; lengd frá tálknaloki að rauf.

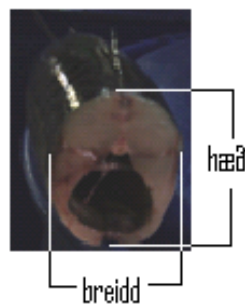
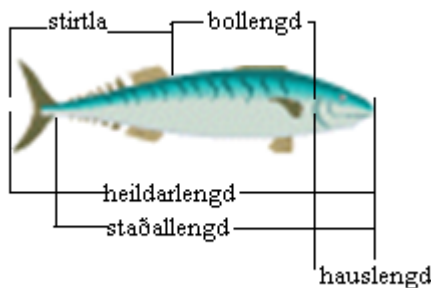
Stirtla; lengd frá rauf aftur fyrir sporð.

Breidd; mesta breidd fisksins.

Hæð; mesta hæð fisksins.

Ummál; mesta ummál fisksins.

Þyngd; þyngd fisksins.



Kyngreining

Kyn makrílsins var greint en til þess þarf að opna hann og skoða æxlunarfærin. Æxlunarfæri hrygna eru þykkari og æðaríkari en hænga.



Mynd 4 – Æxlunarfæri makríls

Á mynd 4 sjáum við makríl sem búið er að rista upp og æxlunarfærin hafa verið tekin út, þetta er gert til að kyngreina hann.

Efnamælingar

Vatnsinnihald (g/100g) var metið út frá massatapi við þurrkun sýnis í fjórar klukkustundir við 103 ± 2 °C (ISO 6496, 1999). Saltmagn í sýnum var mælt með því að mæla klóríð með sýrusuðu úr hökkuðum sýnunum með vatni samkvæmt aðferð AOAC ed. 17 from 2000 no. 937.09. TVN (TVB-N) greining var framkvæmd með beinni eimingu í bórsýru (Gerhardt TVN, Kjeldahl-type distillator). Sýran var síðan títruð með 0,1M H₂SO₄ lausn (Malle and Tao (1987)).

QIM- skali

QIM-gæðastuðulsáðferðin felur í sér að hver gæðapáttur, s.s. lykt af tálknum og litur augna, er skráður sérstaklega og gefin einkunn frá 0 til 2 eða 0 til 3 eftir vægi þáttarins. Einkunnirnar eru svo lagðar saman í heildareinkunn, svonefndan gæðastuðul, og fylgir hann beinni línu eftir geymslutíma í ís. (Martinsdóttir E, Sveinsdóttir K, Luten J, Schelvis-Smith R, Hyldig G. 2001)

Fimm makrilar voru metnir með QIM-gæðastuðli. Áferð og útlit fisksins var metið, þ.e. hve gljáandi roðið er, hvort það sé blóð á tálknalokunum, hve stíft fiskholdið er, hvort göt eru komin á kviðinn og hvernig lykt er af fiskinum. Augun voru metin með tilliti til gljáa og forms og einnig voru tálknin metin með tilliti til litar og lykta.

Flokkun

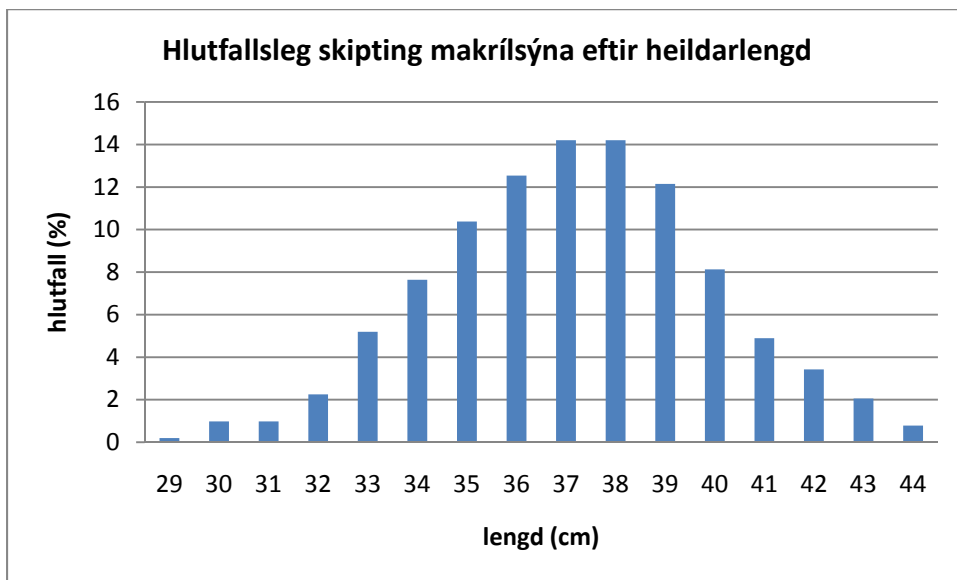
Til að hægt sé að vinna makríl um borð í íslenskum fiskiskipum þurfa þau að vera búin ákveðnum búnaði, fyrst þarf að vera til staðar flokkari sem flokkar makrílinn frá síldinni en *Style* flokkarar, frá *Style International* í Garðabæ, hafa reynst vel í þeim efnum en einnig er unnt að stærðarflokka makrílinn í þeim búnaði. Það þarf að breyta hefðbundinni vinnslulínu sem notuð er fyrir vinnslu og frystingu á síld þannig að hægt verði að hause og slógdraga makrílinn áður en hann er frystur. Markaðurinn vill helst fá hauseðan og slógdreginn makríl, enda er geymsluþol hans mest þannig.

Þegar flokka á makríl með *Style*-flokka flytja flokkunarrásir hráefnið niður á færribönd og er vídd bandanna stillanleg, svokallaðar greiður eru notaðar til að halda flokkunarrásunum í sundur en til eru bæði síldargreiður og makrílgreiður. Þegar einungis makrill er unninn úr síldarblönduðum afla eru makrílgreiðurnar notaðar og dettur síldin þá strax niður á færriband sem fer með hana í lest til bræðslu en makrillinn dettur seinna niður á færribönd sem flytja hann til vinnslu, þó flokkast mjög smár makrill með síldinni. Hægt er að vinna bæði makríl og síld samtímis en þá þarf að breyta greiðunum, síldin dettur þá niður á fyrstu færriböndin sem flytja hana inná vélar sem vinna hana en makrillinn á öftustu færriböndin og vinnslan er því aðskilin.

Niðurstöður

Greining sýna

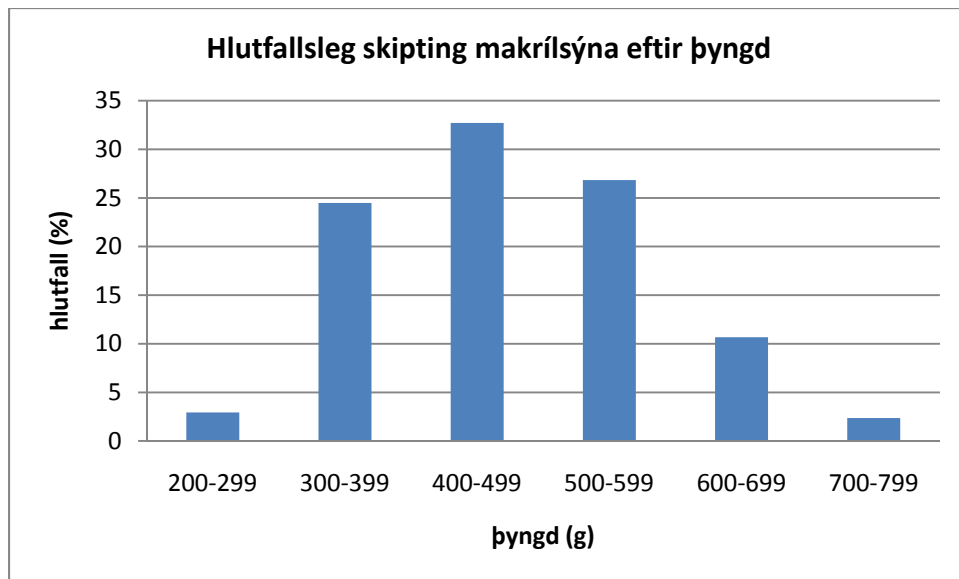
Hlutfallsleg skipting á makríl var nokkuð breytileg eftir heildarlengd þeirra. Minnstu makrílarnir sem komu með sýnunum voru 29 cm en þeir náðu þó ekki 1% af heildarfjölda makríls sem teknir voru sem sýni (Mynd 5). Langmest var af makríl sem var 35-39 cm. Makrill sem var 40 cm eða lengri var 19% af heildarfjölda sýna, stærstu sýnin voru 44 cm að lengd og voru 1% af heildarfjöldanum.



Mynd 5 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir heildarlengd

Léttustu makrílarnir sem komu með sýnunum voru milli 200 og 300 grömm en þau sýni voru þó ekki nema 3% af heildarsýnafjöldanum (Mynd 6 – Hlutfallsleg skipting makrílsýna eftir þyngd

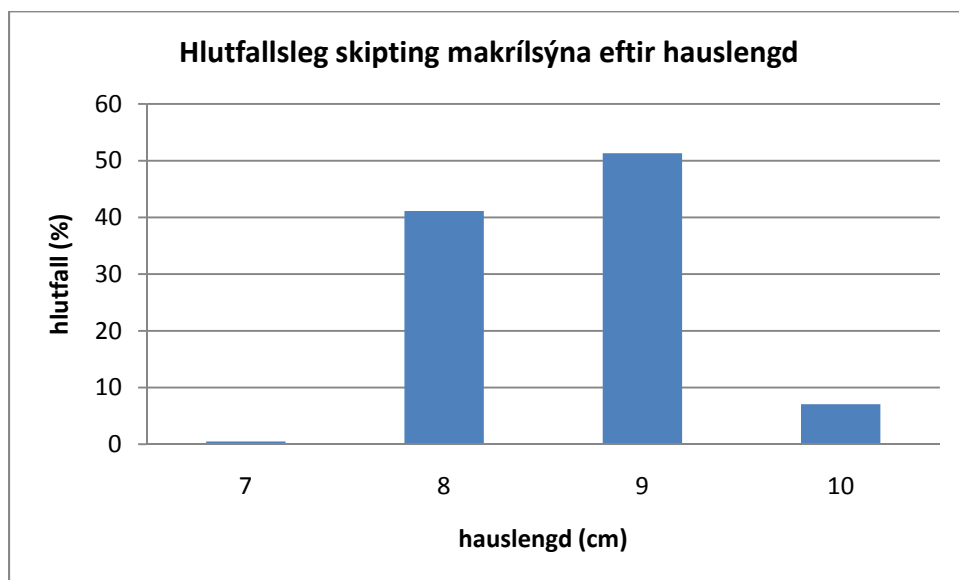
6). Langflest sýni voru á bilinu 300 – 599 grömm eða 84% af heildinni, þó voru hlutfallslega flest sýni 400-499 grömm eða 33%. Þyngstu sýnin voru yfir 700 grömm og var það þyngsta 790 grömm, hlutfall sýna yfir 700 grömm var 2%.



Mynd 6 – Hlutfallsleg skipting makrísýna eftir þyngd

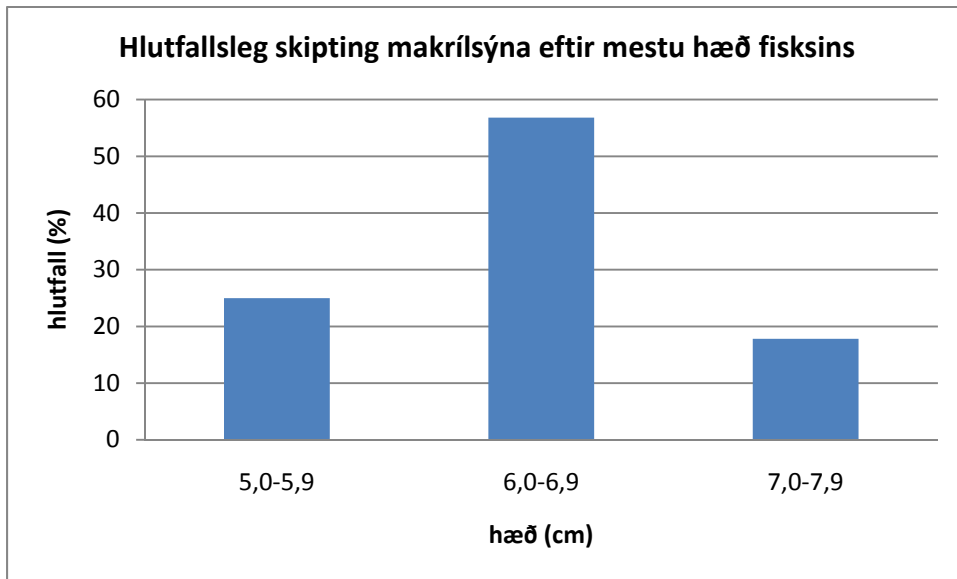
Makrillinn sem unninn var á Guðmundi VE og Huginn VE var hausskorinn og slægður og því skiptir hauslengdin máli við að finna bestu stillinguna fyrir hausskerann. Af sýnunum voru 92% með hauslengd 8 og 9 cm (Mynd 7 – Hlutfallsleg skipting makrísýna eftir hauslengd

7). Sýni með hauslengd 7 cm var tæplega 1% af heildinni og sýni með hauslengd 10 cm voru 7%.



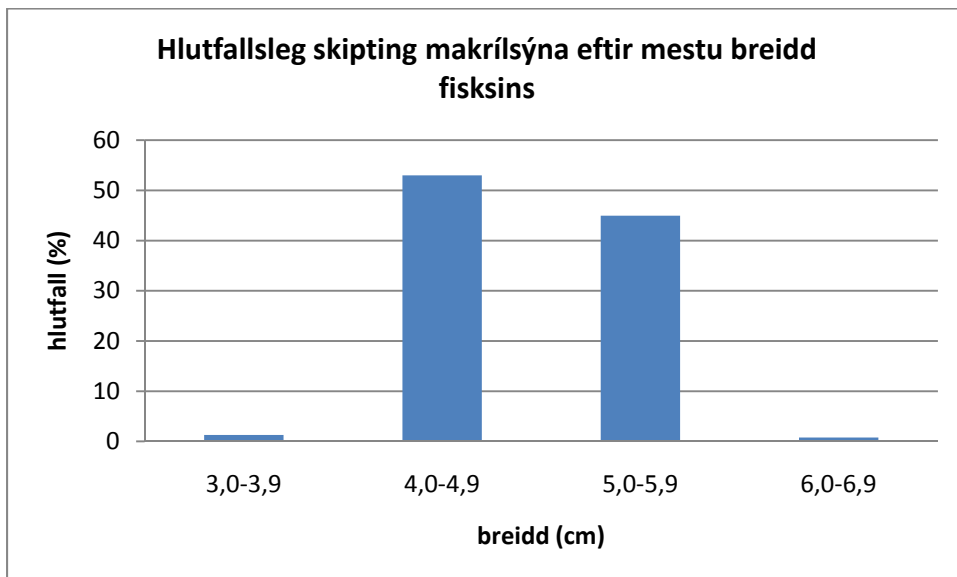
Mynd 7 – Hlutfallsleg skipting makrísýna eftir hauslengd

Hæð fisks var mæld með skífmáli. Fiskar sem voru með minni hæð en 5 cm voru innan við 1% af sýnunum (Mynd 8). Flest sýnin voru 6,0-6,9 cm á hæð eða 57%. Mesta hæð sýna var 7,8 cm.



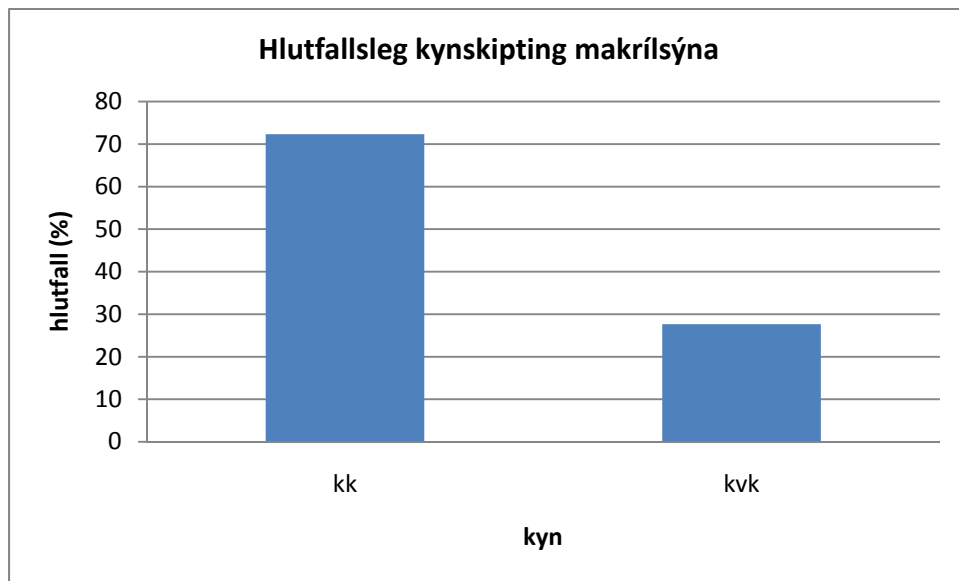
Mynd 8 – Hlutfallsleg skipting makrilsýna eftir mestu hæð fisksins

Breidd fisks var einnig mæld með skífmáli. Fiskar sem voru með minni breidd en 4 cm voru 1% af sýnunum (Mynd 9). Flest sýnin voru 4,0-4,9 cm á hæð eða 53%. Af sýnunum voru 98% milli 4,0 og 5,9 cm á breidd. Mesta breidd sýna var 6,5 cm.



Mynd 9 – Hlutfallsleg skipting makrilsýna eftir mestu breidd fisksins

Við kyngreiningu kom í ljós að hængur voru herra hlutfall af aflanum eða 72% hængur og hlutfall hrygnu því 28% (Mynd 10).



Mynd 10 – Hlutfallsleg kynskipting makrílsýna

Fituinnihald sýnanna var 18 - 31%. Vatnsinnihald sýnanna var 53 – 63%. Þurrefnisinnihald sýnanna var 11 – 23% (Töflur 3 og 4).

Tafla 3 – Efnainnihald makrílsýna sumarið 2008

Veiðidagur	Fita (%)	Vatn (%)	Þurrefni (%)
7.7.2008	21	61	19
12.7.2008	27	55	18
14.7.2008	25	57	18
21.7.2008	25	58	17
22.7.2008	22	60	18
26.7.2008	31	58	11
28.7.2008	27	56	17
28.7.2008	27	56	17
4.8.2008	24	59	17
12.8.2008	31	54	16
21.8.2008	26	56	18

Tafla 4 – Efnainnihald makrílsýna sumarið 2009

veiðidagur	fita (%)	vatn (%)	þurrefni (%)
19.6.2009	22	61	18
28.6.2009	22	60	18
5.7.2009	18	63	20
14.7.2009	24	59	17
26.7.2009	27	56	17
6.8.2009	23	54	23
15.8.2009	27	60	13
23.8.2009	30	53	17
6.9.2009	21	62	18
15.9.2009	26	57	17
15.9.2009	20	62	18

Magn salts og TVN í sýnum var mælt fimm sinnum yfir sumarið 2008. Saltmagn í sýnunum var í flestum tilfellum 0,3% en fór í einu tilfalli í 0,4% (Tafla 5). TVN var 24-35 mg N/100g. TVN er magngreining á reikulum bösum og er ein algengasta aðferðin til að meta gæði og ferskleika

sjávarafurða. Fitueinnihald þeirra sýna var 21 - 29% og vatnsinnihald sýnanna var 55 – 60%. Þurrefnisinnihald sýnanna var 16 – 22%.

Tafla 5 – Magn TVN og salts í makrílsýnum sumarið 2008

Veiðidagur	Löndunardagur	Fita (%)	Vatn (%)	Þurrefni (%)	Salt (%)	TVN (mg N/100g)
7.7.2008	8.7.2008	21	60	19	0,3	30
19.7.2008	22.7.2008	23	60	16	0,4	30
29.7.2008	30.7.2008	23	55	22	0,3	24
31.7.2008	7.8.2008	27	56	17	0,3	35
14.8.2008	16.8.2008	29	55	16	0,3	33

Við skynmat á makrílnum var notaður skali sem byggði á QIM-ferskleikamati fyrir síld en búið var að aðlaga hann að makríl. Makríllinn fékk í einkunn gæðastuðul frá 7 til 11 (Tafla 6). Mest er hægt að fá 20 í einkunn en best er að fá 0. Það sem hækkaði einkunnina mest var blóð á tálknalokum sem var töluvert (30-50%) og lykt sem var ekki mjög fersk. Makríllinn hafði verið 3 daga í kælllest og hitastigið í lestinni sveiflaðist frá -1° til 4°C.

Tafla 6 – Niðurstöður skynmats á makrílsýnum sumarið 2008

QIM-ferskleikamat fyrir síld														
Álsey VE					Útlit, áferð					Augu		Tálkn		Gæða-
veiðid.	löndunard.	sýni	Lengd	Þyngd	Roð	Blóð tálkn.	Áferð	Kviður	Lykt	Gljái	Form	Litur	Lykt	stuðull
19.7.2008	22.7.2008	1	38	648	1	2	1	0	>1	1	1	0	>1	>8
19.7.2008	22.7.2008	2	37	602	1	2	1	1	<2	1	1	0	<2	<11
19.7.2008	22.7.2008	3	36	592	1	2	1	1	<2	1	1	0	<2	<11
19.7.2008	22.7.2008	4	33	406	1	2	1	1	2	1	1	0	2	11
19.7.2008	22.7.2008	5	32	345	1	1	1	0	>1	1	1	0	>1	>7

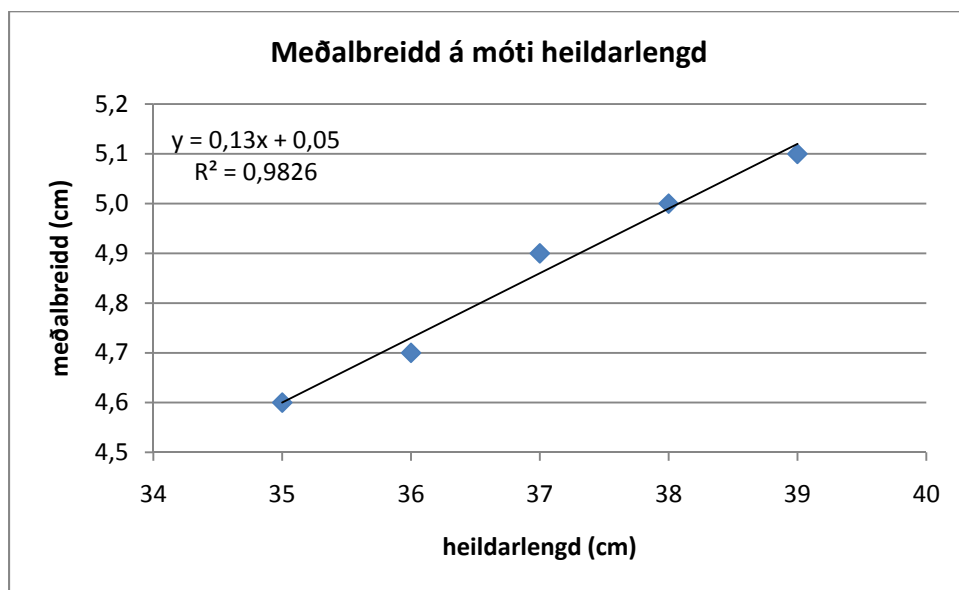
Flokkun

Þar sem vídd bandanna á flokkurunum er stillanleg þá flokkast fiskurinn eftir mestu breidd/þvermáli fisksins. Þrátt fyrir mismunandi heildarlengd er breiddin svipuð á milli sýna, einungis 1% sýnanna voru minni en 4 cm á breidd og 1% var breiðara en 6 cm, 98% sýnanna voru því milli 4 og 6 cm breið. Þegar algengasta lengd fiska var skoðuð m.t.t. meðalbreiddar (Tafla 7) kom í ljós að meðalbreidd fiskanna var 4,6 cm til 5,1 cm.

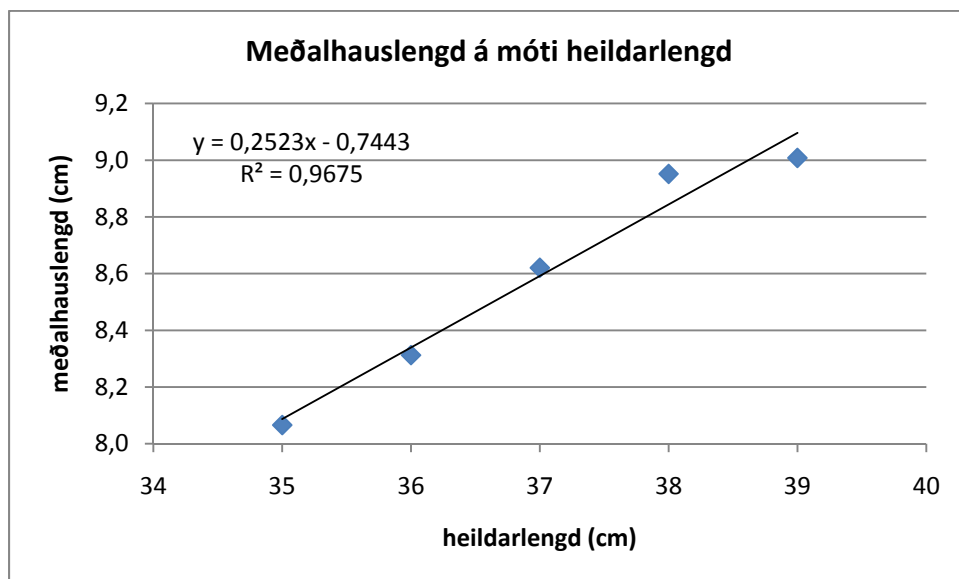
Tafla 7 – Meðaltal breiddar eftir algengustu lengd (cm)

lengd	breidd
35	4,6
36	4,7
37	4,9
38	5,0
39	5,1

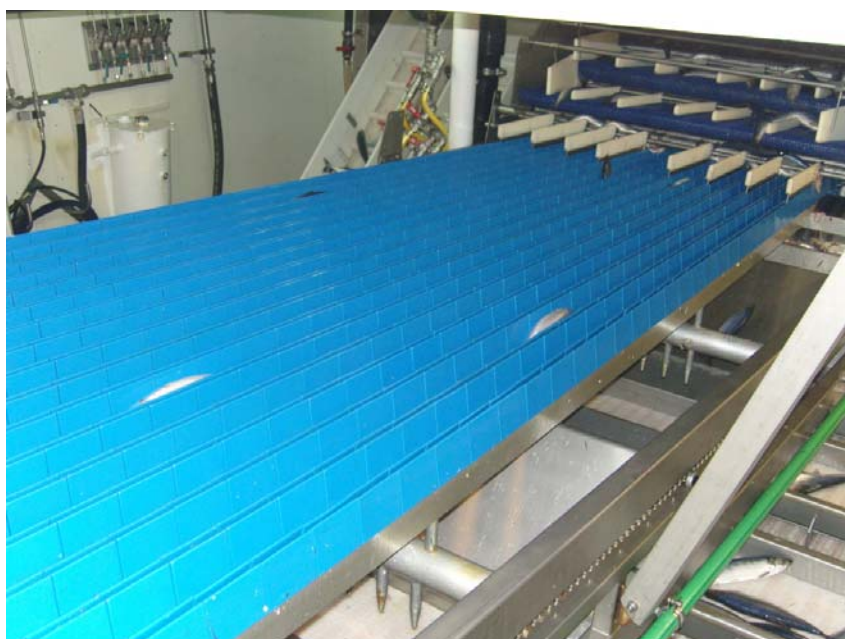
Meðalbreidd algengustu heildarlengdar makríls sem veiðist í íslenskri lögsögu er nálægt því að vera línuleg (Mynd 11) auk þess er meðalhauslengd á móti algengustu heildarlengd makríls einnig nálægt því að vera línuleg (Mynd 12).



Mynd 11 – Meðalbreidd á móti heildarlengd



Mynd 12 – Meðalhauslengd á móti heildarlengd



Mynd 13 – Flokkari frá *Style* um borð í vinnsluskipi

Umræða

Mikilvægt er að geta flokkað makrílinn frá norsk-íslensku síldinni þegar viðkomandi tegundir veiðast saman til að skapa sem mest verðmæti úr aflanum í stað þess að senda stóran hluta af makrílblönduðum síldaraflanum í bræðslu. Fjölmargar tilraunir hafa verið gerðar með flokkun tegundanna og hafa þær gengið vel, hvort sem um er að ræða vinnslu á annarri tegundinni eingöngu eða báðum í einu.

Á Guðmundi VE og Huginn VE eru notaðir Style-flokkarar, flokkunarrásir flytja hráefnið niður á færribönd og er vídd bandanna stillanleg. Til að hægt sé að stilla flokkarana eins og best verður á kosið koma fyrrgreindar mælingar að góðum notum. Einnig skipta mælingarnar á hauslengdinni máli þar sem hausskerinn er stilltur sérstaklega fyrir makrílinn. Það kom á óvart að í langflestum tilfellum var haus makrílsýnanna 8 og 9 cm þó að fiskurinn sjálfur væri mjög misjafn að lengd.

Í sýnunum sem voru mæld fyrir TVN, til að meta gæði þeirra og ferskleika, voru niðurstöðurnar 24-35 mg N/100g en viðmiðin fyrir hráefni í hágæðamjöl er <50 mg N/100g.

Þakkir fá Eyþór Harðarson hjá Ísfélagi Vestmannaeyja og Páll Guðmundsson hjá Huginn ehf fyrir þeirra aðkomu að verkefninu, einnig vil ég þakka áhöfnum Álseyjar VE, Guðmundar VE og Hugins VE fyrir þeirra vinnu við sýnatökur. AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi fær þakkir fyrir veittan styrk.

Heimildir

AOAC Assn. Official Analytical Chemists. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Washington, D.C. (no. 976.18).

ISO The Intl. Organization for Standardization. 1999. Animal feeding stuffs - Determination of moisture and other volatile matter content. 6496. Genf, Switzerland.

Malle P, Tao SH. 1987. Rapid quantitative determination of trimethylamine using steam distillation. J Food Protect 50(9):756-760.

Martinsdóttir E, Sveinsdóttir K, Luten J, Schelvis-Smith R, Hyldig G. 2001. Sensory Evaluation of Fish Freshness. Reference Manual for the Fish Sector. QIM-Eurofish