



Titill / Title	Þróun á fóðri fyrir eldislúðu		
Höfundar / Authors	Soffía Vala Tryggvadóttir		
Skýrsla Rf /IFL report	04-00	Útgáfudagur / Date:	21.02. 2000
Verknr. / project no.	91.201	Fyrst útgefin sem verkefnaskýrsla 1997	
Styrktaraðilar / funding:	Rannsóknarráð Íslands og Sjávarútvegsráðuneytið		
Ágrip á íslensku:	Í skýrslunni er lýst tilraun við að þróa þurrfóður fyrir eldislúðu. Þrír hópar af lúðu voru aldir á sitt hvorri fóðurtegundinni í 14 mánuði, frá því þeir voru u.þ.b 0,85 kg og þar til þeir vógu um 2,5 kg. Tvær fóðurtegundir höfðu mishátt fituinnihald eða nálægt 13 og 21%. Báðar blöndurnar höfðu 6,5-7,0% kolvetni. Þriðja fóðurblandan innihélt 11-12% kolvetni, en fyrri hluta eldisins innihélt sú blanda 20% fitu og seinni hlutann 15% fitu. Í lok vaxtarilraunarinnar var athugað með efnamælingum hvaða áhrif ákveðin næringarefnasamsetning vaxtarfóðurs hefði á efnasamsetningu í holdi og lifur sláturfisks. Í lok tilraunar var villt lúða af sömu stærð efnamæld til samanburðar. Niðurstaða var sú að ekki kom fram marktækur munur á vaxtarhraða á lúðunni milli fóðurhópa. Við efnamælingu á holdi fisksins kom fram að hátt fituhlutfall í fóðri skilar sér sem hátt fituinnihald í holdi fisksins. Hold lúðu sem var alin á 13% feitu fóðri var með 9,1% meðalfitu í holdi, en lúða sem alin var á fóðri með 21% fitu hafði 12.3% meðalfitu í holdi. Hins vegar var meðalfituinnihald í holdi villtrar lúðu 2,6% í lok júní þegar tilraun lauk. Ekki kom fram marktækur munur á glykógen og glúkósamælingu í holdi og lifur né glúkósa í blóðvatni, hvort sem kolvetnishlutfall í fóðri var um 12% eða 7%.		
Lykilorð á íslensku:	lúða, fóður, fita, kolvetni, vöxtur, fóðurnýting		



Summary in English:

This report describes an experiment aimed to develop dry feed for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). The experiment started with fish weighing 0.85 kg and lasted for fourteen months or until the fish reached on the averaged weigh of 2.5 kg. The fish were reared on three experimental diets. Two of the diets had different amount of fat content, i.e. 14% and 20-21% and both diets had 6,5-7.0% of carbohydrates. The third diet had fat content of 20% the first seven months and 15% for the remaining of the experiment and carbohydrate content of 11- 12%. At the end of the growth period the carcass and liver were analysed to detect which effect different fat and carbohydrate content in the diet had on the growth and nutritional composition of the halibut. The amount of glycogen and glucose in flesh, liver and blood were tested. At the end of the experiment analysis on wild halibut of the same size was done for comparison.

The result was that no significant difference in growth was detected between the different diets. It was found that increasing dietary fat levels in feed resulted in higher carcass lipid. Feed with 13% fat level gave an average fat of 9.1% in flesh and 21% fat in feed gave on the average 12.3% fat content in flesh. On the other hand, the average fat in flesh of wild halibut which was caught in June at the end of the experiment was 2.6%.

No significant difference was found in the amount of glycogen and glucose in carcass, liver and blood for the different carbohydrate levels in feed.

English keywords: halibut, feed, growth, feed efficiency, fat, carbohydrate

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	2
2. FRAMKVÆMD	2
2.1. Tilraunauppsetning.....	3
2.1.1. Eldisumhverfi	3
2.1.2. Tilraunafóður	3
2.1.3. Fóðrun.....	4
2.1.4. Uppvigtun	5
2.1.5. Sýnataka í lok tilraunar.....	5
2.1.6. Efnamæling/-greining.....	5
2.1.7. Útreikningar.....	6
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR.....	6
4. ÁLYKTANIR.....	15
6. HEIMILDIR	16

1. INNGANGUR

Fóðurtilraunin sem fjallað er um í þessari skýrslu er óbeint framhald af tilraun sem er lokið og hét “Þróun á eldi lúðuseiða; fóður og eldisaðferð (Soffía Vala Tryggvadóttir, 1994). Í fóðurhlutanum af þeirri tilraun var meðal annars leitast við að finna kjörfituinnihald í fóðri fyrir lúðuseiði þegar þau voru á þyngdarbilinu 10 til 120 g og aftur frá 200 til 700 g. Var fóðrað með þrem fóðurtegundum sem voru með breytilegt fituhlutfall, 13, 17 og 21% fitu. Niðurstaðan úr tilrauninni var, að ekki reyndist marktækur munur á vaxtarhraða milli hópa. Einnig var litið á eldishitastig sjávar með tilliti til vaxtarhraða og fóðurnýtingu á mismunandi aldursskeiðum lúðu, við 10-60 g og 100-500 g þyngd. Niðurstaðan var að kjöreldishiti lækkar eftir því sem fiskurinn vex og fylgdi besta fóðurnýtingin því að stærstum hluta (Björn Björnsson og Soffía Vala Tryggvadóttir, 1996). Í fyrri tilraun var athugað fituhlutfall og fitusýrsamsetningu smálúðu (100-500 g) sem alin var við 6 mismunandi hitastig, frá 5-15°C. Meðal annars kom þar fram að hlutfall EPA og DHA fitusýra í lifur og holdi hækkar með lækkandi eldishita (Soffía Vala Tryggvadóttir og fleiri, 1995).

Í verkefninu "Þróun á fóðri fyrir eldislúðu", sem hér verður greint frá var athugað enn frekar hvaða fituhlutfall henti best í vaxtarfóður fyrir lúðu og var litið á vaxtarskeiðið frá 800 g og til 2,5 kg. Samstarfsaðilar að verkefninu voru Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Hafrannsóknastofnunin, Mjólkurfélag Reykjavíkur og Fiskeldi Eyjafjarðar hf.

2. FRAMKVÆMD

Þrjár fóðurgerðir voru reyndar í eldistilrauninni. Ein með 14% fitu og önnur með 20-21% fitu. Þriðja fóðurblandan innihélt 20% fitu fyrri helming tilraunarinnar og 14 % fitu seinni helminginn. Kolvetnismagníð í þriðju fóðurblandunni var meira en hafði verið reynt áður í lúðufóðri á tilraunaferlinum eða 11-12%. Í fyrri tilraunum hafði kolvetni í lúðufóðri ávallt verið bundið við lágmarks þörf í blönduna þ.e. aðeins sem nauðsynlegt bindiefni eða um 6-7%. Lúðan var alin á hinum mismunandi fóðurblandum í um það bil ár. Að eldisþættinum loknum var 12 lúðum úr hverjum fóðurhópi slátrað og þær efnagreindar. Athugað var hve mikil áhrif ákveðin

efnasamsetning í fóðri hafði á efnasamsetningu fiskholdsins og þá aðallega með tilliti til fitu. Einnig var mældur glúkósi í blóðvatni og glýkógen og glúkósi í lifur og holdi eldislúðunnar til að athuga hvort það hækkaði með hærri kolvetnishlutfalli í fóðri. Í lok tilraunarinnar voru nýveiddar villtar lúður af svipaðri stærð efnamældar til samanburðar.

2.1. Tilraunauppsetning

Tilraunin fór fram innandyrna í tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar að Stað við Grindavík. Lúðurnar sem notaðar voru í tilraunina var í upphafi klakið út hjá Fiskeldi Eyjafjarðar á Hjalteyri, en voru fluttar í Tilraunaeldisstöðina í Grindavík þegar þær voru um 10 g. Lúðuseiðin voru notuð í fóðurtilraunir, fyrst sem smáseiði (10-60 g) og svo aftur þegar þau voru 100-700 g. Áður en umrædd tilraunin hófst voru allar tilraunalúðurnar hafðar á sama fóðrinu (17% feitu) og við sama eldishita (7°C) í 90 daga. Eins voru fjarlægðar fyrir tilraunina þær lúður sem náðu ekki 600 g og einnig þær sem eitthvað þótti athugavert við með tilliti til útlits. Eldiskerin sem tilraunin fór fram í voru úr fiberplasti, kringlótt, 3 m í þvermál. Alls voru 354 lúður að meðalþunga um 840 g dreift af handahófi í 6 eldisker, 59 í hvert ker. Tvö ker voru notuð fyrir hvern fóðurhóp (tvísýni). Skeljasandslag var haft í kerbotnunum.

2.1.1. Eldisumhverfi

Sjórinn sem er leiddur inn í eldisstöðina er dælt úr 50 m djúpum brunni. Í tilrauninni var sjórinn notaður eins og hann kemur inn í eldisstöðina eða 7 °C heitur og með saltstyrk um 32‰. Rennslið inn í kerin var stillt þannig að súrefni í útstreymi frá kerunum fór aldrei niður fyrir 6 mg O₂/l. Lýsing var ein 60 W glóðapera staðsett yfir miðju keru. Ljósastýring var með ljósnema sem var staðsettur utandyra, þannig að ljósatími var stýrður með dagsbirtu. Skeljasandur var í kerbotnum sem var skipt út tvisvar á tilraunatímanum.

2.1.2. Tilraunafóður

Sömu grunnhráefnin voru notuð í allar fóðurlöndurnar í tilrauninni, en þau voru:

Loðnumjöl
Hveiti (þrýstisprengt), (innihélt 85% kolvetni)
Vítamínblanda (A,B,D,E, K, inositol) (0,9%)
Choline Chloride (0,6%)
C vítamín (600 mg/kg)
Steinefnablanda (0,25%)
Loðnulýsi (var úðað á fóðrið eftir kögglun)

Loðnumjölið var hágæða mjöl, sem var framleitt af SR-mjöli hf. á Seyðisfirði

Loðnulýsið var úrvals lýsi frá Fiskimjöli og Lýsi hf. í Grindavík.

Bætiefni og hveiti var fengið hjá Fóðurlöndunni h/f., sem var í hefðbundin bætiefni en þeir notuðu í fiskafóðurframleiðslu sína.

Tilraunafóðrið var lagað í fóðurverksmiðju Mjólkurfélags Reykjavíkur hf., við Sundahöfn. Fóðurlöndurnar voru teknar úr framleiðslulínunni fyrir lýsishúðun. Lýsishúðunin á tilraunafóðrinu var síðan framkvæmd í litlum skömmum í steypuhrærivél.

Tvær fóðurlöndur voru blandaðar og kögglaðar. Önnur blandan var með 7% kolvetnisinnihaldi, eða það sem nauðsynlega þurfti til að binda fóðrið saman, en hin blandan var um 12% í kolvetni. Tvisvar sinnum var lagað fóður, fyrst við upphaf tilraunar og síðan eftir 7 mánuði í eldi. Í upphafsfóðrinu, fóður A, (sjá Töflu 1), voru kögglarnir 9 mm á breidd, sem var stærsta kögglastærðin sem hægt var að framleiða í vélarbúnaði MR. Föst stilling á vélarbúnaðinum við þessa kögglabreidd var 1 cm á lengd. Við seinni blöndunina, fóður B (sjá Töflu 1), var leitast við að fá kögglana stærri og var þá höfð frjáls lengd, þ.e. skurðurinn við matressuna var tekinn úr sambandi og kögglarnar látnir brotna af sjálfum sér, en við það urðu þeir allt að 2 cm á lengd. Fóðurkögglarnir voru pressaðir á hefðbundinn hátt þ.e. ekki þrýstisprengdir (extruded). Fóðrið var síðan geymt í óupphitaðri skemmu Mjólkurfélags Reykjavíkur hf. og flutt síðan eftir þörfum til Grindavíkur.

2.1.3. Fóðrun

Handfóðrað var einu sinni á dag og var fóðrað þar til fiskurinn hætti að taka fóður. Fóðrið, sem var gefið í hvert mál, var vigtað og fóðurstuðull reiknaður fyrir hvert eldistímabil.

2.1.4. Uppvigtun

Lúðan var vigtuð á um það bil 2ja mánaða fresti (14. júlí, 20. sept., 2. des. 1994 og 2. feb., 28. mars 1995) og lokauppvigtunin var síðan 23. júní 95. Við uppvigtun var hver einstaklingur lengdarmældur og veginn. Lengdarmælt var að sporðgeisla þar sem geislinn var oft skemmdur og því mikil óvissa við að mæla heildarlengd. Vigtað var með rafeindavog (± 10 g). Þegar fiskurinn var meðhöndlaður var hann svæfður í Benzokainspíra (10-20 ml af benzokainspíra í 10 lítra af sjó).

2.1.5. Sýnataka í lok tilraunar

Þegar eldisþætti tilraunarinnar lauk þá voru teknar 6 lúður úr hverjum tilraunahópi (3 lúður úr hverju ker). Lúðan var rotuð og blóð tekið úr sporðæð, með sprautu og sett í lítill skilvinduglös. Blóðið var látið standa í stofuhita í tvær klukkustundir og síðan skilið í lítilli borðskilvindu við 2000 snúninga eða þar til blóðvatn og blóðkorn höfðu aðskilist. Blóðvatninu var hellt frá í geymsluglas. Lúðan var blóðguð með því að klippa á tálknboga og síðan sett í ker þar sem hreinn sjór rann í. Eftir blóðgun var lúðan slægð (lifur hirt), lúðan skoluð og sett í einangrunarplastkassa á ís og geymd í 0 °C kæli í þrjá daga, en þá var dauðastirðnun alveg gengin yfir. Á fjórða degi var lúðan flökuð og var allt efra flakið (dökka hliðin) ásamt rafabörðum, tekið vandlega af hryggnum og fita skafin vel úr roði. Síðan var flakið hakkað, blandað vel og um 300 g sýni tekið og geymt í plastkrukku. Krukkurnar voru með þétu loki og voru vel fylltar. Öll sýni þ.e. blóðvatn, lifur og holdsýni voru síðan geymd í frysti við -20 °C þar til efnamæling fór fram. Sýnatökulúðurnar í hverjum fódurhópi voru merktar 1 til 6 til auðkenningar. Sex villtar lúður, sem veiddust í humartroll á Eldeyjarsvæðinu á sama tímabili og eldislúðunum var slátrað voru efnamældar til samanburðar. Þær voru einnig merktar frá 1 til 6 til að hægt væri að fylgja hverjum einstaklingi eftir. Ekki var hægt að koma því við að fá lifrina með villtu lúðunni.

2.1.6. Efnamæling/-greining

Prótein var mælt með Kjeldahl aðferð (Anon., 1984). Vatn í holdi og lifur var ákvarðað með þurrkun með sandi (Sea Sand Extra Pure, Merck) í hitaskáp við 105 °C í 4 klst. Vatn í fódri var ákvarðað með þurrkun á möluðu sýni í hitaskáp við 105°C í 2 klst. Heildarfiti í holdi og lifur var dregin út með dietyleter í Soxhlet í 4 klst. Stærstur hluti etersins er eimaður upp á hitaplötu og afgangur fjarlægður frá fitunni

með undirþrýstingi með vatnsdælu við herbergishita og að lokum í þurrskáp við 105 °C í 5 mín. Eftir kælingu var fitan vegin og gefin upp sem hlutfall af blautvigti. Vatnsmæling í fódri var eins og í holdi og lifur nema að því leyti að útdrátturinn með ethyleter stóð yfir í 6 klst. Mæling á ösku í fódri var gerð með brennslu við 550°C í 18 kls., sýnið vegið og niðurstaðan gefin upp sem hlutfall af upphaflegu sýni. Kolvetni var áætlað sem mismunur (100-(vatn+prótein+fitu)). Ein próteinmæling var gerð á hverjum tilraunahópi, en það var jöfn blanda úr öllum sex lúðusýnunum. Glýkógen og glúkósi í holdi, lifur og glúkósi í blóðvökva voru mæld með ensímatískri aðferð (Boehringer Mannheim, Þýskalandi).

2.1.7. Útreikningar

Vöxtur % /dag = $(\ln V_2 - \ln V_1) / t * 100$, þar sem V_1 og V_2 tülka byrjunar- og lokavigt í gefinni röð og t er tilraunatímabilið (dagar). Fóðurstuðull = kg þurrfóður gefið / kg þyngdaraukning (lífvigti). Dagvöxtur = % af líkamspunga/dag. Orkuinnihald fitu, próteins og kolvetnis er (MJ=1000 kJ) og 1 kcal = 4.184 kJ) fita 33,47 MJ/kg, prótein 16,36 MJ/kg og kolvetni (þanið) 9,62 MJ/kg. Dreifistuðull = (Staðalfrávik / meðalþyngd) * 100.

Tölfræðiútreikningar (ANOVA og Tukey multiple comparison) voru gerðir með SYSTAT fyrir Windows útgáfa 5.0 (Wilkinson et al., 1992).

3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

Niðurstöður efnagreiningar á tilraunafóðrinu og útreiknuð nýtanleg orka er sýnd í Töflu 1. Þar sem fódrið hefur takmarkað geymslupól varð að laga tvær fóðurlöndur á tilraunaferlinum. Tilraunafóðrið var blandað og kögglað í fóðurverksmiðju, sem getur blandað tugi tonna af fódri í einu. Hver löndun af tilraunafóðri var aðeins 500 kg. Erfitt er að stjórna löndun á svona litlu magni í stórum tækjakosti. Fyrsta löndunin (tilraunafóður A) tókst vel, þó hlutfall kolvetnis hefði mátt vera ívið hærra í K21 en stefnt var að 14% kolvetnishlutfalli, en reyndist við efnagreiningu 11,7%. Seinni löndunin (tilraunafóður B) á K21 gekk ekki eins vel. Hveitið sem sett var í vélarbúnaðinn og átti að fara í lönduna skilaði sér ekki allt í fódrið. Ekki fékkst niðurstæða úr efnagreiningunni fyrr en nokkrum dögum eftir löndunina. Ekki var

hægt á þeim tíma að stöðva verksmiðjuna aftur til að koma annari tilraunablöndu að. Ákveðið var á þessu stigi að minnka hlutfall lýsis, sem úðað var á fóðrið eftir kögglun, til að freista þess að fá kolvetnishlutfallið í fóðrinu hærra. Þetta þótti vænlegasti kosturinn í stöðunni sérstaklega þar sem að aðaláherslan með þessari ákveðnu tilraunablöndu (K21) var að fá upplýsingar um heilbrigði og vöxt lúðu á kolvetnisríku fóðri. Lokaniðurstaðan var að eftir lýsishúðun reyndist kolvetni 10,9% í B-blöndunni.

Tafla 1

Efnagreining á tilraunafóðri A og B eftir lýsishúðun og reiknuð nýtanleg orka í fóðrinu.

Tilrauna- fóður A ¹⁾	Prótein %	Fita %	Salt %	Vatn %	Aska (saltlaus) %	Kolvetni (mism.) %	Orka MJ/kg
F13	59,3	14,0	1,9	10,1	8,1	6,6	15,0
F21	55,0	20,3	1,6	9,3	7,3	6,5	16,4
K21	50,7	20,0	1,6	9,0	7,0	11,7	16,1
Tilrauna- fóður B ²⁾							
F13	58,7	14,1	2,2	10,0	7,8	7,2	15,0
F21	53,4	21,0	2,0	9,2	7,2	7,2	16,4
K21	55,0	15,3	2,1	9,1	7,6	10,9	15,1

1) Tilraunafóður A var gefið frá upphafi tilraunar 3. maí til 24. nóvember 94

2) Tilraunafóður B var gefið frá 25. nóvember 94 til tilraunarloka 22. júní 95

Tafla 2

Upphaflegur og á um það bil 2ja mánaða úttekt fjöldi fiska (n), þyngd (V), staðalfrávik (SD), dreifistuðull ($CV=SD \times 100 / \text{meðalþunga}$), fódurstuðull (f), dagvöxtur (d) og þéttleiki í kerri (þ) kg/m^3 alinn á mismunandi fódurgræðum.

			Fóðurhópar					
Dagsetn.			F13 ^a	F13 ^b	F21 ^a	F21 ^b	K21 ^a	K21 ^b
			fita 14%	fita 14%	fita 21%	fita 21%	kolvetni	kolvetni
03.05.94	n		59	59	59	59	59	59
	V	Meðalþ.	847	846	849	817	832	850
		SD	184	186	161	170	198	191
		CV	21,7	22,0	18,9	20,8	23,8	22,5
	þ		7,6	7,6	7,5	7,3	7,3	7,6
14.07.94	n		59	59	58	59	59	59
	V	Meðalþ.	1163	1180	1203	1142	1158	1158
		SD	252	244	216	232	265	257
		CV	21,6	20,7	18,0	20,3	22,9	22,2
	d		0,45	0,47	0,49	0,47	0,47	0,44
	f		0,78	0,75	0,75	0,77	0,82	0,83
	þ		10,4	10,5	10,6	10,2	10,3	10,3
20.09.94	n		59	58	58	59	59	58
	V	Meðalþ.	1539	1577	1579	1468	1570	1519
		SD	348	355	301	313	321	374
		CV	22,6	22,5	19,0	21,3	20,4	24,6
	d		0,42	0,43	0,41	0,38	0,45	0,41
	f		0,83	0,80	0,82	0,87	0,88	0,87
	þ		13,7	14,1	13,9	13,1	14,0	13,6
01.12.94	n		58	58	58	57	59	55
	V	Meðalþ.	1829	1860	1904	1728	1898	1803
		SD	427	506	412	412	452	486
		CV	23,3	27,2	21,6	23,8	23,8	27,0
	d		0,27	0,26	0,29	0,26	0,30	0,27
	f		1,26	1,42	0,95	1,48	1,20	2,10
	þ		16,1	16,3	16,7	14,9	16,4	15,0
02.02.95	n		57	58	58	56	59	53
	V	Meðalþ.	2015	2053	2207	1960	1997	2049
		SD	519	582	492	577	478	577
		CV	25,8	28,3	22,3	29,4	23,9	28,2
	d		0,16	0,16	0,24	0,20	0,08	0,21
	f		-	-	-	-	-	-
	þ		17,4	18,0	19,4	16,6	17,8	16,4

Tafla 2 framhald

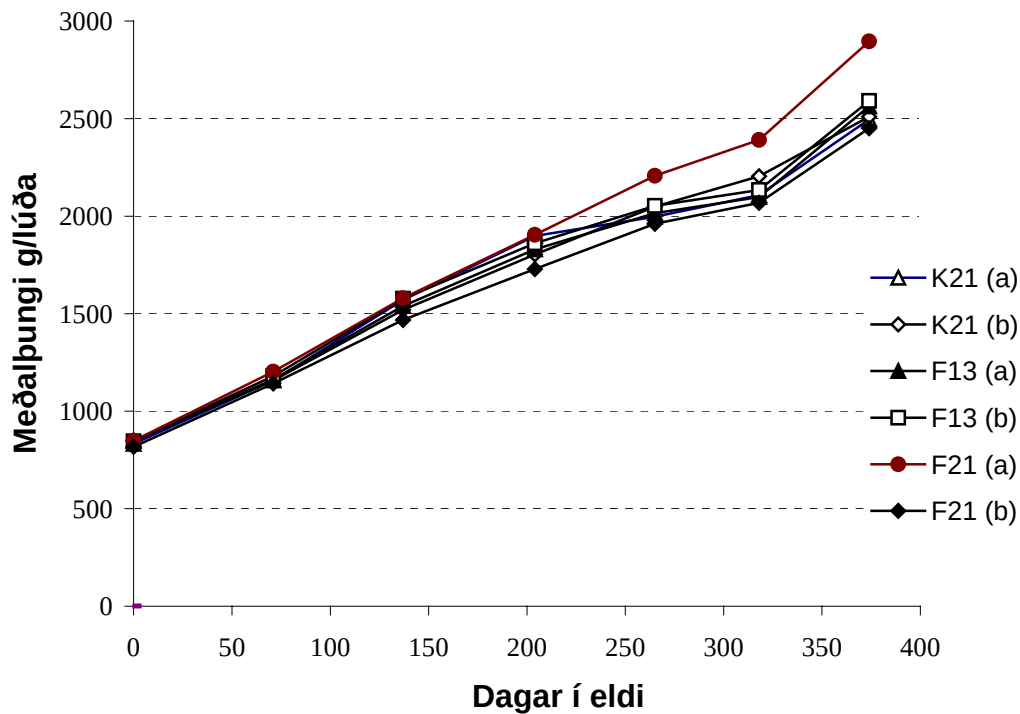
			Fóðurhópar					
			F13 ^a fita 13%	F13 ^b fita 13%	F21 ^a fita 21%	F21 ^b fita 21%	K21 ^a kolvetni	K21 ^b kolvetni
28.03.95	n		57	58	57	56	59	53
	V	Meðalþ.	2098	2134	2391	2069	2108	2205
		SD	555	627	529	512	536	622
		CV	26,4	29,4	22,1	24,7	25,4	28,2
	d		0,08	0,07	0,15	0,10	0,10	0,14
	f		-	-	-	-	-	-
	þ		18,1	18,7	20,6	17,5	18,8	17,7
23.06.95	n		56	57	56	55	59	52
	V	Meðalþ.	2563	2591	2896	2451	2496	2510
		SD	702	729	676	617	664	741
		CV	27,4	28,1	23,3	25,2	26,6	29,5
	d		0,23	0,22	0,22	0,19	0,19	0,15
	f		1,36	1,34	1,19	1,49	1,39	1,98
	þ		21,7	22,4	24,5	20,4	22,3	19,8

Tvísýnin eru skilgreind með ^a og ^b

Merkt með bandstriki (-) var ekki hægt að reikna fóðurstuðul

Tafla 2 sýnir uppvigtanir frá upphafi tilraunar 3. maí 1994 og til loka 23. júní '95. Eins eru sýnd í Töflu 2 útreiknuð gildi á meðalþunga, dagvexti, fódurstuðli og þéttleika í ker. Tvö ker voru fóðruð með hverri fódurtegund og eru gildin sýnd fyrir báða hópana (a og b). Í tilrauninni drápust 19 lúður, en þær stukku allar upp úr kerunum. Frá desember '94 til mars '95 datt niður át og dró þar af leiðandi úr vexti, eins og sést á uppgefnum dagvexti í Töflu 2. Við minnkandi át urðu miklar fódurleifar, sem orsökuðu það að ekki var með góðu móti hægt að reikna áræðanlegan fódurstuðul á tímabilinu. Við lokauppvigtun í júní virtist vöxtur vera að ná sér upp aftur. Stór hluti af vandamálinu þegar vöxtur hægði á sér var líklega að sníkjudýrið *Trichodina* lagðist á lúðuna. *Trichodina* er frumdýr sem hefur líklega komið inn í stöðina með sjónum. Sníkjudýrið sest á roð og tálkn fiska og orsakar kláða. Ef sníkillinn er í miklum fjölda þá geta myndast sár. Erting sníkjudýrsins á tálknin getur minnkað hæfni þeirra til súrefnisupptöku. Til að fjarlægja *Trichondina* var lúðan formalínböðuð þrisvar á tímabilinu. Líklega hefur það einnig haft áhrif á minnkandi át og þar af leiðandi lélegan vöxt lúðunnar yfir vetrarmánuðina, að stór hluti eldistímans var í myrkri þar sem ljósastryring var náttúruleg dagsbirta.

Erfiðlega gekk, sérstaklega þegar lúðan stækkaði, að halda skeljasandinum á kerbotnunum hreinum. Við hverja uppvigtun var reynt að hreinsa sandinn með því að róta í honum, en það var engan veginn nægjanlegt. Um áramótin var skipt um ker. Önnur ker í miðju eldishúsinu voru tekin í notkun. Kerin sem lúðurnar voru færðar úr voru við endastöð sjóinnstreymis inn í húsið, en getgáta var um að innstreymið á sjónum væri ekki eins kröftugt þar og inn í kerin sem voru nær inntakinu. Þetta var gert til að freista þess að bæta hreinsunina á sandinum. Nýju kerin voru hreinsuð og hreinn sandur settur í þau áður en lúðurnar voru fluttar yfir. Sandinum var skipt út einu sinni enn tilraunaferlinum, en það var í marsbyrjun '95. Þess má geta að G.M. Berge (1991) lýsir því í doktorsverkefni sínu, sem var um næringarannsóknir á lúðu, að þegar lúðan var um 1,4 kg þá fór hún í gegnum vaxtarstopp í 6 mánuði, sem hún hafði enga tiltæka skýringu á.



Mynd 1. Vöxtur lúðu sem er alin á þrem mismunandi fódurtegundum. Tvísýni eru skilgreind með (a) og (b)

Við tölfræðilega útreikninga í lok tilraunar var marktækur ($P < 0,05$) munur hvað meðalþungi í kerri F21b var hærri enn í hinum kerunum fimm. Þó að línuritið í Mynd 1 sýni að vöxtur fer að verða sjáanlega betri í kerri F21a frá 200 degi í eldi, þá reiknast ekki marktækur munur fyrr en við næst síðustu uppvigtun eða eftir u.þ.b. 325 daga frá upphafi tilraunar. Ekki er hægt að draga ályktun af þessari niðurstöðu, þar sem marktækur munur var einnig á milli tvísýnanna þ.e. F21a og F21b. Af þessu má ætla að hraðari vöxtur í þessu eina kerri sé frekar umhverfisháður en tengdur fódurgerð. Þegar Mynd 1 er skoðuð sést að F21b heldur þokkalegum vaxtarhraða á tímabilinu frá degi 200 til 320, þegar vöxtur minnkar verulega í hinum 5 kerunum. Sá möguleiki er fyrir hendi að eitthvað óafvitað hafi komið upp í kerri F21a, sem olli því að vöxtur varð ekki eins góður og í F21b.

G. M. Berge and T. Storebakken (1991) gerðu fódurtilraun á lúðum á vaxtarskeiðinu frá 600 g til 1,5 kg. Fóðrað var með 12 og 20% feitu fódri. Ekki fengu þau marktækan mun á vexti lúðunnar. Sömu niðurstöður fengu Anders Aksnes og fleiri (1996) í fódurtilraun á 7 g til 600 g lúðum með 13 og 30 % fituhlutfall í fódri. Þetta kemur heim og saman við niðurstöður úr fódurtilraunum Soffíu Tryggvadóttur (1994) að breytilegt fituinnihald (13, 17 og 21%) í fódri smálúðu frá 200 til 700 g hefur ekki áhrif á vaxtarhraða lúðunnar.

Tafla 3

Heildarþungi (slægður) og lengd¹⁾ tilraunafisks og villts fisks í lok tilraunar. Þungi lifrar er sýndur og hlutfall lifrar miðað við heildarþunga fisks ((lifur (g) * 100)/fiskur (g)). Holdstuðull er ((þungi (g)*100)/lengd (cm)³).

Hópar	Heildarþungi g	Lengd (að sporðgeisla) cm	Lifur (þyngd) g	Hlutfall lifrar af heildarþ.	Holdstuðull
F13 ₁	2408	52,0	29,0	1,2	1,7
F13 ₂	3071	54,5	39,8	1,3	1,9
F13 ₃	3697	58,0	77,0	2,1	1,9
F13 ₄	2914	53,5	54,4	1,9	1,9
F13 ₅	2492	51,5	34,8	1,4	1,8
F13 ₆	2865	53,0	33,2	1,2	1,9
Meðaltal	2908	53,8	44,7	1,5	1,9
Staðalfrávik	463	2,3	18,1	0,4	0,1
F21 ₁	3398	55,5	33,0	1,0	2,0
F21 ₂	2827	53,0	78,7	2,8	1,9
F21 ₃	3686	55,5	93,7	2,5	2,2
F21 ₄	2880	54,5	55,3	1,9	1,8
F21 ₅	2375	49,5	38,0	1,6	2,0
F21 ₆	2660	53,5	71,1	2,7	1,7
Meðaltal	2971	53,6	61,6	2,1	1,9
Staðalfrávik	485	2,2	23,8	0,7	0,2
K21 ₁	2202	50,5	47,3	2,1	1,7
K21 ₂	3164	53,5	63,8	2,0	2,1
K21 ₃	2241	48,0	55,6	2,5	2,0
K21 ₄	2762	52,5	62,0	2,2	1,9
K21 ₅	2986	54,0	95,6	3,2	1,9
K21 ₆	2630	53,0	50,0	1,9	1,8
Meðaltal	2664	51,9	62,4	2,3	1,9
Staðalfrávik	389	2,3	17,5	0,5	1,0
Villt ₁	3190	61,0			1,4
Villt ₂	2465	56,0			1,4
Villt ₃	2630	57,5			1,4
Villt ₄	2280	56,0			1,3
Villt ₅	2810	59,0			1,4
Villt ₆	3070	60,5			1,4
Meðaltal	2741	58,3			1,4
Staðalfrávik	351	2,2			0,0

1) lengd mæld að sporðgeisla og holdstuðull reiknaður út frá því

Tafla 3 sýnir mælingar og uppvigtanir á sýnatökufiskunum eftir slátrun. Villtu fiskarnir voru slægðir strax eftir veiði og innyflum fleygt. Vegna þessa var ekki hægt að gera úttekt á lifur úr villta fiskinum. Við tölfraðilega útreikninga á niðurstöðum úr Töflu 3 kemur fram að ekki er marktækur ($P>0,05$) munur á þyngd sýnatökufiskanna (fjórir hópar). Marktækur munur ($P<0,05$) var þó á lengd og þar af leiðandi holdstuðli hvað villti fiskurinn var lengri og grennri samkvæmt holdstuðli, en eldisfiskurinn. Við úttekt á lifrarstærð hjá eldishópunum þremur kemur ekki fram marktækur munur á hlutfallsþunga lifrar miðað við heildarvigt. En þess má geta að mjög litlu munar ($P=0,054$) að marktækur munur sé á milli F13 og K21 hvað hlutfallsþungi lifrar var hærri í K21 en F13.

Tafla 4

Efnamæling í lok tilraunar á sex lúðum úr hverjum fódurhópi og sex villtum lúðum. Efnamæling á lifur var aðeins gerð á tilraunalúðunum.

Tilrauna- lúður	Efnamæling á holdi			Efnamæling á lifur	
	Vatn %	Fita %	Prótein %	Vatn %	Fita %
F13 ₁	71,5	8,1	20,1	54,0	27,9
F13 ₂	69,1	10,9		49,9	34,3
F13 ₃	69,3	10,7		43,6	43,3
F13 ₄	69,8	9,7		45,5	40,1
F13 ₅	70,4	7,9		49,8	34,7
F13 ₆	71,9	7,3		49,8	36,0
Meðaltal	70,3	9,1	19,5	48,8	36,1
Staðalfrávik	1,2	1,5		3,7	5,3
F21 ₁	68,9	11,8		61,6	19,5
F21 ₂	66,1	13,5		33,0	54,6
F21 ₃	66,7	12,6		33,0	55,3
F21 ₄	69,2	10,8		43,5	41,4
F21 ₅	68,8	11,5		43,0	43,5
F21 ₆	68,0	12,0		38,5	47,2
Meðaltal	68,0	12,0	19,2	42,1	43,6
Staðalfrávik	1,3	0,9		10,6	13,1
K21 ₁	68,4	12,2		44,7	40,2
K21 ₂	67,6	12,6		43,1	43,7
K21 ₃	66,4	13,4		46,7	38,8
K21 ₄	68,3	12,0		47,6	37,1
K21 ₅	67,3	12,2		31,5	56,4
K21 ₆	68,1	11,4		38,9	49,6
Meðaltal	67,7	12,3	19,5	42,1	44,3
Staðalfrávik	0,8	0,7		6,0	7,4
Villt ₁	75,7	5,2			
Villt ₂	79,6	0,5			
Villt ₃	74,7	4,5			
Villt ₄	76,9	3,0			
Villt ₅	78,3	0,8			
Villt ₆	77,7	1,8			
Meðaltal	77,2	2,6			
Staðalfrávik	1,8	1,9			

Tafla 4 sýnir efnagreiningu á holdi og lifur á sex eldislúðum úr hverjum fódurhópi og holdi frá sex villtum lúðum. Ekki reyndist marktækur ($P>0,05$) munur á milli eldishópanna þriggja hvað fitumagn í lifur varðaði. Af töflunni má ráða að fituinnihald og eins hlutfall lifrar af heildarþunga í F13 sé lægra en hinna tveggja. Breytileikinn (staðalfrávik) innan hópanna var líklega það mikill að ekki næst fram marktækur munur. Hvað holdið varðar þá er marktækur munur á fituinnihaldi villta fisksins og tilraunahópanna þriggja hvað villti fiskurinn er fituminni. Þegar tölfraðileg úttekt var gerð eingöngu á eldishópunum þremur kemur fram að marktækur munur var hversu F13 hópurinn er fituminni en F21 og K21. Próteininnihald hópanna er mjög áþekkt.

Tafla 5

Niðurstöður úr mælingum á glúkósa og glýkógeni. Glúkósi og glýkógen var mælt í lifur og holdi lúðu og glúkósi í blóðvökva.

Merking	Lifur		Hold		Blóðvökvi
	Glýkógen g/100g	Glúkósi g/100g	Glýkógen g/100g	Glúkósi g/100g	Glúkósi mmól/l
F13 ₁	2,8	0,5	0,0	0,1	1,04
F13 ₂	2,3	0,4	0,0	0,1	0,94
F13 ₃	2,6	0,7	0,0	0,1	1,19
F13 ₄	4,0	0,8	0,0	0,1	1,01
F13 ₅	2,3	0,6	0,0	0,1	3,04
F13 ₆	1,2	0,4	0,0	0,1	2,73
Meðaltal	2,5	0,6			1,66
Staðalfrávik	0,9	0,2			0,96
K21 ₁	2,2	0,7	0,0	0,1	1,21
K21 ₂	2,3	0,7	0,0	0,1	1,09
K21 ₃	2,3	0,6	0,0	0,1	1,12
K21 ₄	3,9	0,5	,0	0,1	1,06
K21 ₅	4,4	0,2	0,0	0,1	0,94
K21 ₆	1,7	0,3	0,0	0,1	0,94
Meðaltal	2,8	0,5			1,06
Staðalfrávik	1,1	0,2			0,11

Tafla 5 sýnir niðurstöðu mælinga á glýkógeni og glúkósa í lifur og holdi sex einstaklinga úr hópum F13 og K21. Einnig var mældur glúkósi í blóðvökva sömu einstaklinga. Leitað var að því hvort kolvetni í fóðri orsakaði uppsöfnun á glýkógeni í lifur og holdi og eins hvort glúkósi safnaðist upp utan frumuveggja þ.e. í blóði og gæfi þar af leiðandi til kynna sykursýkisástand. Ekki var marktækur ($P>0,05$) munur á milli fódurhópa hvað glýkógen eða glúkósa varðaði. Breytileikinn á milli einstaklinga var mikill sérstaklega í F13 hópnum. Þessar lyktir koma heim og saman

við 84 daga eldisrannsókn G.M. Berge (1991). Hann fóðraði eins kílóa þungar lúður á 2% og 13% kovetni en fékk ekki marktækan mun hvað varðaði uppsöfnun á glýkogen og glukósa.

4. ÁLYKTANIR

Niðurstöður þessarar tilraunar eru, að þótt breytilegt fituinnihald í fóðri hafi ekki áhrif á vaxtarhraða lúðu þá hefur það mikil áhrif á fituuppsöfnun í holdi. Það var mjög athyglisvert hve villta lúðan var fitulítill miðað við eldislúðuna. Eins og áður hefur komið fram var villta lúðan veidd í lok júní. Vera má að hún sé eitthvað horaðri en venjulega á þessum árstíma, því þarna gætu komið inn þættir eins og ástand sjávar, veiðisvæði ofl. Hrygning lúðu við Ísland fer fram í febrúar (Gunnar Jónsson 1983) þannig að lúða sem er veidd síðast í júní ætti vera búin að jafna sig eftir það.

Þar sem fita er tiltölulega ódýr orkueining í fóðri er mjög hagkvæmt að hafa hana í háu hlutfalli. Í tilrauninni kemur fram að hátt fituhlutfall, allt að 21%, hefur ekki áhrif á vaxtarhraða né heilbrigði lúðunnar. Aftur á móti verður mikil fituuppsöfnun í holdi þegar fóðrið er þetta feitt. Í vaxtarfóður fyrir laxa er algengt að nota 30% fitu (upplýsingar frá Laxá h/f., fóðurverksmiðju) og er það talið gefa góða raun. Ekki virðist vera hægt að yfirfæra þetta háa fituhlutfall í laxafóðri yfir á lúðufóður. Kemur það sjálfsagt af því, að lúða og lax eru mjög ólíkar fisktegundir í eldi hvað orkunotkun varðar. Laxinn syndir stöðugt, en lúðan liggur í botninum og hreyfir sig lítið sem ekkert. Laxinn brennir því mun meiri orku við eldisaðstæður en lúðan. Það er mjög hagkvæmt með tilliti til fóðurkostnaðar að laxinn noti sem mest fitu í hreyfiorku, en ekki prótein, sem er betur varið í vöðvauppbyggingu. Þar sem lúðan eyðir lítilli orku í hreyfingu safnast fitan að mestu leyti upp í holdinu. Það sem þarf að hugleiða á þessu stigi er álit neytandans. Kemur þessi aukna fita fram í bragði eða áferð? Rýrir fitan gæði lúðunnar? Bætir hin aukna fita kannski gæði lúðunnar? Finnur neytandinn mun? Þessum spurningum verður leitast við að svara í næstu tilraun. Markmið þeirrar tilraunar er að finna hvaða áhrif fituríkt fóður í lúðueldi hefur á gæði lúðunnar sem matvöru og verður þá meðal annars stuðst við áferðarmælingar og skynmat.

5. ÞAKKARORÐ

Höfundur vill þakka Rannsóknaráði Íslands og Sjávarútvegsráðuneytinu fyrir veittan styrk í verkefnið. Samstarfsaðilum eru færðar þakkir fyrir gott samstarf. Sérstakar þakkir til starfsmanna fóðurverksmiðju Mjólkurfélags Reykjavíkur hf. og Tilraunaeldisstöðvar Hafrannsóknastofnunarinnar að Stað við Grindavík.

6. HEIMILDIR

Aksnes, A., Hjertnes and Opstvedt, J. 1996. Effect of dietary protein level on growth and carcass composition in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 145:225-233.

Anon., (1984). AOAC Official Methods of Analysis, Ed.S.Williams 14th ed., bls. 16.

Berge, G.M. and Storebakken, T. 1991. Effect of dietary fat level on weight gain, digestibility and fillet composition of Atlantic halibut. *Aquaculture*, 99:331-338.

Berge, G.M. 1991. Ernæringsstudier med atlantisk kveite. Norges Landbrukshøgskolen, Aas, Doctor scientarum thesis 1992:2.

Björnsson, B., Sigurþórsson, G., Hemre, G.I. and Lie, Ö. 1992. Growth rate and feed conversion factor of young halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed six different diets. *Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring*, 5(1): 25-35.

Björnsson, B and Tryggvadóttir, S.V. 1996. Effects of size on optimal temperature for growth and growth efficiency of immature Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture* 42:33-42.

Jónsson, G. 1983. Íslenskir fiskar. Fjölvi bls 453-456.

Hemre, G.I., Björnsson, B. and Lie, Ö. 1992. Haematological values and chemical composition of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed six different diets. *Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring* 5(2):89-98.

Hjertnes, T. and Opstvedt, J. 1990. Effects of dietary protein levels on growth in juvenile halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). In : M. Takeda and T. Watanabe (ritstjórar). The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture, Proc. 3rd Int. Symp. on Feeding and Nutrition in Fish, 28. ágúst til 1. september, Toba, Japan, Tokyo Uni.Fish., Tokyo, bls. 189-193.

Tryggvadóttir, S.V. Þróun á eldi lúðuseiða; fóður eldisaðferð. 1994. Skýrsla til Rannsóknaráðs ríkisins. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins 12 bls.

Tryggvadóttir, S.V., Björnsson, B., Pálmadóttir, H. 1995. Total lipids and Fatty acid Composition of Juvenile Halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) Reared at Six Different Temperatures. Scandinavian Forum for Lipid Research and Technology; 18th Nordic Lipid Symposium, Reykjavík Iceland in June 1995. Lipidforum Bergen.

Wilkinson, L., Hill, M., Welna, J.P. og Birkenbeuel, G.K. 1992. Statistics. SYSTAT Inc. Evanston, IL.