

Verkefnaskýrsla til  
Rannsóknarráðs Íslands  
2 - 97



# Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

MAÍ 1997

**PRÓUN Á ELDI LÚÐUSEIÐA**

**OG SMALÚÐU;**

**FÓÐUR OG ELDISAÐFERÐIR**

Soffía Vala Tryggvadóttir



|                           |  |                     |          |
|---------------------------|--|---------------------|----------|
| Titill / Title            | <i>Þróun á eldi lúðuseiða og smálúðu (Hippoglossus hippoglossus L.); fóður og eldisaðferðir</i>  |                     |          |
| Höfundar / Authors        | <i>Soffía Vala Tryggvadóttir</i>   |                     |          |
| Skýrsla Rf / IFL report   | 2-97   | Útgáfudagur / Date: | 11.07.97 |
| Verknr. / project no.     | 91.201   |                     |          |
| Styrktaraðilar / funding: | <i>Rannsóknaráð Íslands og Sjávarútvegsráðuneytið</i>  |                     |          |
| Ágrip á íslensku:         | <p><i>Í skýrslunni er lýst tilraunum við að þróa fóður fyrir lúðueldi. Smálúða var alin frá vaxtarskeiðinu 0,85 til 2,5 kg á þremur tegundum tilraunafóðurs í 14 mánuði. Tvær fóðurgerðir höfðu mishátt fituinnihald (13 og 21%) og þriðja blandan innihélt tiltölulega mikið kolvetni eða tæp 12%. Í lok vaxartilraunarinnar var athugað með efnamælingum hvaða áhrif ákveðin næringarefnasamsetning vaxtarfóðurs (þurrfóður) hefði á efnasamsetningu í holdi og lifur sláturfisks. Villt lúða af sömu stærð var efnamæld til samanburðar. Mælingar voru gerðar á vatni, fitu, próteini, glykógeni og glúkósa.</i></p> <p><i>Niðurstaðan var sú að ekki kom fram marktækur munur á vaxtarhraða né fóðurnýtingu á lúðunni milli fóðurhópa. Eins var ekki sjáanlegur munur á heilbrigði fiskanna. Við efnamælingu á holdi fisksins kom fram að hátt fituhlutfall í fóðri skilar sér sem fita í holdi fisksins. Hold lúðu sem var alin á 13% feitu fóðri var með meðalfitu 9,1%, en lúða sem var alin á fóðri með 21% fitu hafði meðalfitu í holdi 12,3%. Fita í holdi villtu lúðunnar hafði hins vegar aðeins 2,6% fitu. 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 um 7%.</i></p> |                     |          |
| Lykilorð á íslensku:      | <i>lúða, fóður, efnainnihald, vöxtur, fóðurnýting</i>  |                     |          |
| Summary in English:       | <p><i>This report explains a feed and growth experiment with juvenile Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus L). The experiment started with 0.85 kg fish and lasted for 14 months until the fish reached 2.5 kg. The fish were reared on three experimental diets (dry feed). Two of the diets had different amount of fat content (13 and 21%) and one was rather high in carbohydrates or close to 12%. At the end of the growth period the carcass and liver were analysed for water, protein, fat, glycogen and glucose content. Blood serum was tested for glucose. Carcasses of few wild halibut (2,4-3,2 kg) were caught south-west of Iceland and analysed for water, protein and fat for comparison.</i></p> <p><i>The result was that neither significant difference was found in growth rate or feed efficiency for the different diets. It was found that increasing dietary fat levels in feed resulted in higher carcass lipid levels. Feed with 13% fat gave carcass lipid content of 9,1% and with 21% fat in feed gave 12,3% lipid content. The mean carcass lipid in the wild halibut was 2,6%. Difference was not found in the amount of glycogen and glucose in carcass and liver or glucose in blood serum for the different carbohydrate levels in feed.</i></p> |                     |          |
| English keywords:         | <i>halibut, feed, composition, growth, feed efficiency</i>   |                     |          |

## **EFNISYFIRLIT**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INNGANGUR .....</b>                    | <b>2</b>  |
| <b>2. FRAMKVÆMD.....</b>                     | <b>3</b>  |
| <b>2.1. Tilraunauppsetning .....</b>         | <b>3</b>  |
| <b>2.1.1. Eldisumhverfi.....</b>             | <b>3</b>  |
| <b>2.1.2. Tilraunafóður.....</b>             | <b>3</b>  |
| <b>2.1.3. Fóðrun.....</b>                    | <b>4</b>  |
| <b>2.1.4. Uppvigtun .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>2.1.5. Sýnataka í lok tilraunar .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>2.1.6. Efnamæling/-greining.....</b>      | <b>6</b>  |
| <b>2.1.7. Útreikningar.....</b>              | <b>6</b>  |
| <b>3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR .....</b>       | <b>7</b>  |
| <b>4. ÁLYKTANIR.....</b>                     | <b>15</b> |
| <b>6. HEIMILDIR.....</b>                     | <b>16</b> |

## 1. INNGANGUR

Fóðurtilraunin sem er getið 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 aldurs skeiðum 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 lækkanði eldishita. (Soffía Vala Tryggvadóttir og fleiri, 1995).

Í framhaldsverkefninu "Þróun á eldi lúðuseiða og smálúðu", sem hér verður greint frá var athugað enn betur hvaða fituhlutfall henti best í vaxtarfóðri lúðu og var litið á vaxtarskeiðið frá 800 g og til 2,5 kg. Þrjár fóðurgerðir voru reyndar. Tvær með mismunandi fituinnihaldi, 13% og 21% fitu. Þriðja fóðurblandan innihélt 21% fitu fyrri helming tilraunarinnar og 14 % fitu seinni helminginn og herra kolvetnishlutfall en hefur verið reynt í lúðufóðri á tilraunaferlinum (11,7 %). Í lok tilraunarinnar 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. Villtar lúður af svipaðri stærð voru efnamældar til samanburðar. Mældur var glúkósi í blóðvatni og glýkógen og glúkósi í lifur og holdi eldislúðunnar til að athuga hvort það hækkaði með herra kolvetnishlutfalli í fóðri.

## 2. FRAMKVÆMD

### 2.1. Tilraunauppsetning

Tilraunin fór fram innandyra í tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar að Stað við Grindavík. Lúðunum sem notaðar voru í tilrauninni 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 tilraunin hófst voru allar tilraunalúðurnar hafðar á sama fóðrinu (17% feitu) og við sama eldshita (7°C) í 90 daga. Fyrir tilraunina voru allar lúður fjarlægðar sem náðu ekki 600 g og eins þær sem eitthvað þótti athugasvert við með tilliti til útlits. Eldiskerinn sem tilraunin fór fram í voru úr fiberplasti, kringlótt, 3 m í þvermál. Alls var 354 lúðum að meðalþunga um 840 g dreift af handahófi í 6 eldisker, 59 í hvert ker. Tvö ker voru notuð fyrir hvern fóðurhóp (endurtekning). Þunnt skeljasandslag var haft í kerunum.

#### 2.1.1. Eldisumhverfi

Sjórinn sem er leiddur inn í eldisstöðina var dælt úr 50 m djúpum brunni. Í tilrauninni var sjórinn notaður eins og hann kom inn í eldisstöðina sem var nálægt því að vera stöðugt, 7 °C heitur og með saltstyrk um 32‰. Rennslid inn í kerin var stillt þannig að súrefni í útstreymi frá kerunum fór aldrei niður fyrir 6 mg O<sub>2</sub>/l. Lýsing yfir kerum var ein 60 W glóðapera staðsett yfir miðju keru. Ljósastýring var með nema sem var staðsettur utandyra, þannig að ljósatími var stýrður með dagsbirtu.

#### 2.1.2. Tilraunafóður

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

Loðnumjöl (73-81%)  
Hveiti (þrýstisprengt), (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 voru hefðbundin bætiefni og hráefni sem þeir notuðu í fóðurframleiðslu sína.

Tilraunafóðrið var lagað í fóðurverksmiðju Mjólkurfélags Reykjavíkur hf., við Sundahöfn. Fóðurlöndurnar voru teknar úr framleiðslulínunni fyrir lýsishúðun. Lýsishúðunin var síðan framkvæmd í litlum skömmtum í steypuhræivél.

Tvær fóðurlöndur voru blandaðar og kögglaðar í fóðurverksmiðju Mjólkurfélags Reykjavíkur hf. Önnur blandan var löguð með lágu kolvetnishlutfalli eða um 8% og hin með 12% kolvetnishlutfalli og var þá tekið tillit til þess hvernig hlutfallið breyttist við lýsishúðunina. Tvisvar sinnum var lagað fóður, fyrst við upphaf tilraunar og síðan eftir 7 mánuði í eldi.

Í upphafs fóðurgerðinni, fóður A, (sjá töflu 1), voru kögglarnir 9 mm á breidd og 1 cm á lengd, sem er föst lengd við þessa kögglastærð, en í seinni löndunni, fóður B, var leitast við að fá kögglana stærri og var þá ekki skorið við 1 cm heldur höfð frjáls lengd, þ.e. skurðurinn tekinn úr sambandi og kögglarnar látnir brotna af. Við það að hafa lengdina á kögglunum ekki fasta í 1 cm, eins og hefðbundin stilling á vélarbúnaðinum býður upp á, gátu kögglarnir orðið allt að 2 cm á lengd. Fóðurlönglarnir voru ekki þrýstisprengdir (extruded). Fóðrið var 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 yfir hvert eldistímabil. Á tímabili minnkaði átið verulega hjá fiskinum og þar af leiðandi vöxtur. Þó að átið minnkaði var reynt að gefa ríflega í þeirri von að átið tæki sig fljótt upp aftur. Við minnkandi át urðu miklar fóðurleifar, sem orsökuðu það, að ekki var með góðu móti hægt að reikna áráðanlegan fóðurstuðul á því tímabili (02.02.95-28.03.95).

#### 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) lokauppvigtunin var síðan 23. júní 95. Við vigtun var hver einstaklingur lengdarmældur og veginn. Vigtað var með rafeindavog ( $\pm 10$  g). Þegar fiskurinn var meðhöndlaður var hann svæfður í Benzokainspíra (10-20 ml af benzokainspíra í 10 l af sjó). Einstklingsvigtun gaf möguleika á betri tölfræðiúrvinnslu og eins var hægt að glöggva sig betur á heilbrigðisástandi lúðunnar við að meðhöndla hvern einstakling.

#### 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 einnota sprautu, sem síðan var látið í lítið skilvinduglas. Blóðið var látið standa við stofuhita í tvær klukkustundir. Síðan var blóðið 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 látin í ker þar sem hreinn sjór rann í. Eftir blóðgun var lúðan slægð (lifur hirt), þvegin og sett í einangrunarplastkassa á ís og geymd í 0 °C kæli í fjóra daga, eða þar til dauðastirðnun gekk 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 þéttu 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 tíma og eldislúðunum var slátrað voru efnamældar til samanburðar. Villtu lúðurnar voru einnig merktar frá 1 til 6 til að fylgja hverjum einstaklingi eftir.

### 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 fóðri var ákvarðað með þurrkun á möluðu sýni í hitaskáp við 105°C í 2 klst. Heildarfita 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 þurrkskáp við 105 °C í 5 mín. Eftir kælingu var fitan vegin og gefin upp sem hlutfall af blautvigt. Vatnsmæling í fóðri var eins og í holdi og lifur nema að því leyti að útdrátturinn með ethyleter stóð yfir í 6 klst. Mæling á ösku í fóðrinu var gerð með brennslu við 55°C í 18 kls., sýnið vegið og niðsurstaðan gefin upp sem hlutfall af upphaflegu sýni. Kolvetni var áætlað sem mismunur (100-(vatn+prótein+fita)). 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 ensímátískri 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 = g þyngdaraukning (lífvigt)/g þurrfóður gefið.

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.

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 fóðrið hefur takmarkað geymsluþol varð að laga tvær fóðurblöndur á tilraunaferlinum. Tilraunafóðrið var blandað og kögglað í fóðurverksmiðju, sem getur blandað tugi tonna af fóðri í einu. Hver blöndun af tilraunafóðri var aðeins 500 kg. Erfitt er að stjórna blöndun á svona litlu magni í stórum tækjakosti. Fyrsta blöndunin (tilraunafóður A) tókst vel, þó hlutfall kolvetnis hefði mátt vera ívið hærra, en stefnt var að 14% kolvetnishlutfalli, en reyndist við efnagreiningu 11,7%. Seinni blöndunin á K21 (tilraunafóður B) gekk ekki eins vel. Hveitið sem sett var í blönduna og átti að gefa ákveðið kolvetnishlutfall í fóðrinu skilaði sér ekki allt í fóðrið. Ekki fékkst niðurstaða úr efnagreiningunni fyrir en nokkrum dögum eftir blöndunina. 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 údað var á fóðrið eftir kögglun, til að freista þess að fá kolvetnishlutfall 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-<br>fóður A <sup>1)</sup> | Prótein<br>% | Fita<br>% | Salt<br>% | Vatn<br>% | Aska<br>(saltlaus)<br>% | Kolvetni<br>(mism.)<br>% | Orka<br>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-<br>fóður B <sup>2)</sup> |              |           |           |           |                         |                          |               |
| 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

Upphafstölur, millitölur og lokatölur við uppvigtun á tilraunaferlinum.

Fjöldi fiska (n), vigtun (V), staðalfrávik (SD), dreifistuðull ( $CV = SD \times 100/V$ ), fódurstuðull ( $f = \text{kg fódur/kg fiskur}$ ), dagvöxtur ( $d = \% \text{ af líkamsþunga/dag}$ ), fódurstuðull ( $F = \text{fóður gefið (kg)/þyngdaraukning (kg)}$ ) og þéttleiki í kerri ( $P = \text{kg/m}^3$ ), fyrir hinar mismunandi fódurgerðir. Tvísýni fódurhópa eru skilgreind með <sup>a</sup> og <sup>b</sup>

|          |   | Fódurhópar |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|----------|---|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Dagsetn. |   |            | F13 <sup>a</sup><br>fita 13% | F13 <sup>b</sup><br>fita 13% | F21 <sup>a</sup><br>fita 21% | F21 <sup>b</sup><br>fita 21% | K21 <sup>a</sup><br>kolvetni | K21 <sup>b</sup><br>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                         |
| P        |   | 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                         |
|          | P |            | 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                         |
|          | P |            | 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                         |
|          | P |            | 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 |            | -                            | -                            | -                            | -                            | -                            | -                            |
|          | P |            | 17,4                         | 18,0                         | 19,4                         | 16,6                         | 17,8                         | 16,4                         |

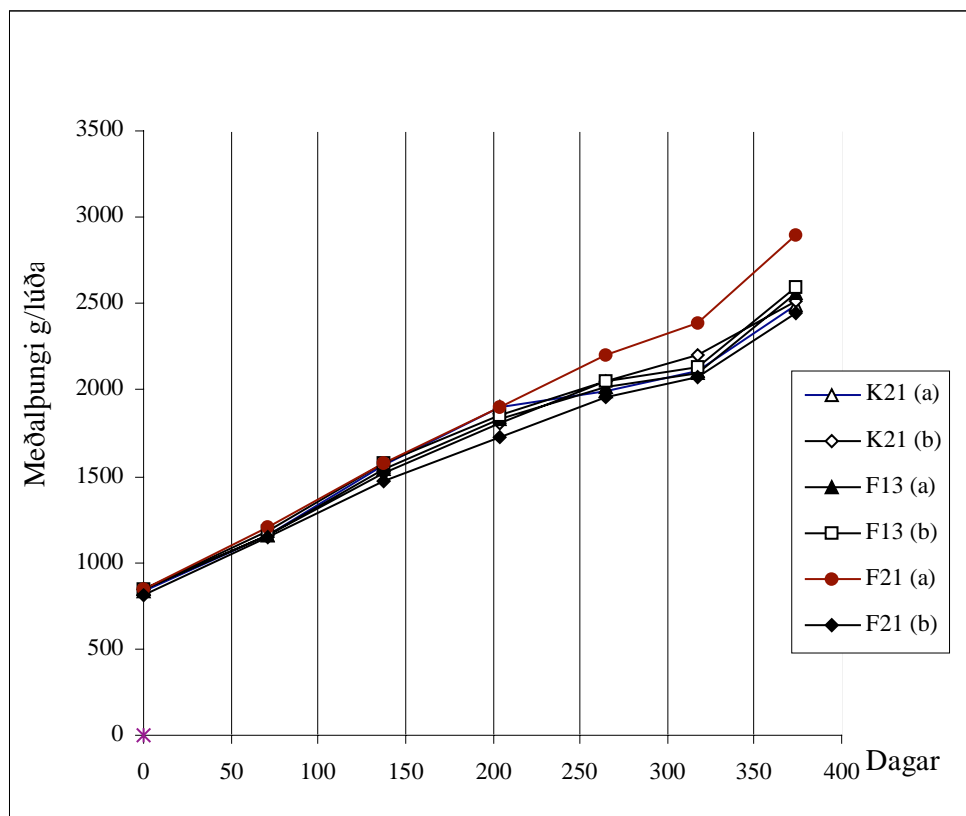
Tafla 2 framhald

|          |   | Fóðurhópar       |                  |                  |                  |                  |                  |      |
|----------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|
|          |   | F13 <sup>a</sup> | F13 <sup>b</sup> | F21 <sup>a</sup> | F21 <sup>b</sup> | K21 <sup>a</sup> | K21 <sup>b</sup> |      |
|          |   | fitu 13%         | fitu 13%         | fitu 21%         | fitu 21%         | kolvetni         | 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 <sup>a</sup> og <sup>b</sup>

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, fóðurstuðli og þéttleika í kerri. Tvö ker voru fóðruð með hverri fóðurtegund 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 lokauppvigtun í júní virtist vöxtur vera að ná sér upp aftur. Vegna þess hvað átið datt niður á tímabilinu, sérstaklega í febrúar og mars '95, var ekki hægt með góðu móti að reikna út fóðurstuðul þar sem yfirgjöfin var svo mikil. Stór hluti af vandamálinu þegar vöxtur hægði á sér var líklega að sníkjudýrið *Trichodina* lagðist á lúðuna. *Trichodina* er frumdýr sem hefur komið inn í stöðina með sjó. Sníkjudýrið sest á roð og tálkn fiska og orsakar kláða. Ef sníkillinn er í miklum fjölda þá myndast sár á roðið og hæfni tálkna til súrefnisupptöku getur minnkað. Til að fjarlægja *Trichondina* var lúðan formalínböðuð þrisvar á tímabilinu. Líklega hefur það einnig haft áhrif á vöxt lúðunnar, að stór hluti eldistímans var í myrkri. Lýsingu (ljósloftu) yfir eldiskerunum var stýrt af náttúrulegri dagsbirtu. Einmitt fór að bera á minnkandi áti í mesta skammdeginu, sem aftur fór að lagast með hækandi sól. Eins var erfitt, sérstaklega þegar lúðan stækkaði, að halda sandinum hreinum, sem var á botninum í eldiskerunum. Þegar uppvigtun fór fram 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 miðjum salnum 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 betrubæta 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 á 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. Vaxtarlínurit yfir eldistímabilið. Meðalþungi g/lúða á móti dögum í eldi

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. Kemur þar líklega inn að stærðardreifing var orðin mikil þegar líða tók á tilraunina. 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 fóðurgerð. 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 fóðurtilraun á lúðum á vaxtarskeiðinu frá 600 g til 1,5 kg. Fóðrað var með 12 og 20% feitu fóðri. Ekki fengu þau marktækan mun á vexti lúðunnar. Sömu niðurstöður fengu Anders Aksnes og fleiri (1996) í fóðurtilraun á 7 g til 600 g lúðum með 13 og 30 % fituhlutfall í fóðri. Þetta

kemur heima og saman við niðurstöður úr fódurtilraun Soffíu Tryggvadóttur (1994) með að breytileg fita, 13, 17 og 21% í fódri smálúðu frá 200 til 700 g hefur ekki áhrif á vaxtarhraða lúðu.

Tafla 3

Heildarþungi (slægður) og lengd<sup>1)</sup> tilraunafisks og villts fisks í lok tilraunar. Þungi lifrar er sýndur og hlutfall lifrar miðað við heildarþunga fisks ( $(\text{lifur (g)} * 100)/\text{fiskur (g)}$ ). Holdstuðull er  $((\text{þungi (g)} * 100)/\text{lengd (cm)})$ .

| Hópar              | Heildarþungi<br>g | Lengd<br>(að sporðgeisla)<br>cm | Lifur<br>(þyngd)<br>g | Hlutfall lifrar<br>af heildarþ. | Hold<br>stuðull |
|--------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------|
| F13 <sub>1</sub>   | 2408              | 52,0                            | 29,0                  | 1,2                             | 1,7             |
| F13 <sub>2</sub>   | 3071              | 54,5                            | 39,8                  | 1,3                             | 1,9             |
| F13 <sub>3</sub>   | 3697              | 58,0                            | 77,0                  | 2,1                             | 1,9             |
| F13 <sub>4</sub>   | 2914              | 53,5                            | 54,4                  | 1,9                             | 1,9             |
| F13 <sub>5</sub>   | 2492              | 51,5                            | 34,8                  | 1,4                             | 1,8             |
| F13 <sub>6</sub>   | 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 <sub>1</sub>   | 3398              | 55,5                            | 33,0                  | 1,0                             | 2,0             |
| F21 <sub>2</sub>   | 2827              | 53,0                            | 78,7                  | 2,8                             | 1,9             |
| F21 <sub>3</sub>   | 3686              | 55,5                            | 93,7                  | 2,5                             | 2,2             |
| F21 <sub>4</sub>   | 2880              | 54,5                            | 55,3                  | 1,9                             | 1,8             |
| F21 <sub>5</sub>   | 2375              | 49,5                            | 38,0                  | 1,6                             | 2,0             |
| F21 <sub>6</sub>   | 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 <sub>1</sub>   | 2202              | 50,5                            | 47,3                  | 2,1                             | 1,7             |
| K21 <sub>2</sub>   | 3164              | 53,5                            | 63,8                  | 2,0                             | 2,1             |
| K21 <sub>3</sub>   | 2241              | 48,0                            | 55,6                  | 2,5                             | 2,0             |
| K21 <sub>4</sub>   | 2762              | 52,5                            | 62,0                  | 2,2                             | 1,9             |
| K21 <sub>5</sub>   | 2986              | 54,0                            | 95,6                  | 3,2                             | 1,9             |
| K21 <sub>6</sub>   | 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 <sub>1</sub> | 3190              | 61,0                            |                       |                                 | 1,4             |
| Villt <sub>2</sub> | 2465              | 56,0                            |                       |                                 | 1,4             |
| Villt <sub>3</sub> | 2630              | 57,5                            |                       |                                 | 1,4             |
| Villt <sub>4</sub> | 2280              | 56,0                            |                       |                                 | 1,3             |
| Villt <sub>5</sub> | 2810              | 59,0                            |                       |                                 | 1,4             |
| Villt <sub>6</sub> | 3070              | 60,5                            |                       |                                 | 1,4             |
| Meðaltal           | 2741              | 58,3                            |                       |                                 | 1,4             |
| Staðalfrávik       | 351               | 2,2                             |                       |                                 | 0,0             |

1) lengd mæld að sporðgeisla

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 tölfræðilega úttekt 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-<br>lúður | Efnamæling á holdi |           |              | Efnamæling á lifur |           |
|--------------------|--------------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|
|                    | Vatn<br>%          | Fita<br>% | Prótein<br>% | Vatn<br>%          | Fita<br>% |
| F13 <sub>1</sub>   | 71,5               | 8,1       | 20,1         | 54,0               | 27,9      |
| F13 <sub>2</sub>   | 69,1               | 10,9      |              | 49,9               | 34,3      |
| F13 <sub>3</sub>   | 69,3               | 10,7      |              | 43,6               | 43,3      |
| F13 <sub>4</sub>   | 69,8               | 9,7       |              | 45,5               | 40,1      |
| F13 <sub>5</sub>   | 70,4               | 7,9       |              | 49,8               | 34,7      |
| F13 <sub>6</sub>   | 71,9               | 7,3       |              | 49,8               | 36,0      |
| Meðaltal           | 70,3               | 9,1       |              | 48,8               | 36,1      |
| Staðalfrávik       | 1,2                | 1,5       |              | 3,7                | 5,3       |
| F21 <sub>1</sub>   | 68,9               | 11,8      | 19,5         | 61,6               | 19,5      |
| F21 <sub>2</sub>   | 66,1               | 13,5      |              | 33,0               | 54,6      |
| F21 <sub>3</sub>   | 66,7               | 12,6      |              | 33,0               | 55,3      |
| F21 <sub>4</sub>   | 69,2               | 10,8      |              | 43,5               | 41,4      |
| F21 <sub>5</sub>   | 68,8               | 11,5      |              | 43,0               | 43,5      |
| F21 <sub>6</sub>   | 68,0               | 12,0      |              | 38,5               | 47,2      |
| Meðaltal           | 68,0               | 12,0      |              | 42,1               | 43,6      |
| Staðalfrávik       | 1,3                | 0,9       |              | 10,6               | 13,1      |
| K21 <sub>1</sub>   | 68,4               | 12,2      | 19,2         | 44,7               | 40,2      |
| K21 <sub>2</sub>   | 67,6               | 12,6      |              | 43,1               | 43,7      |
| K21 <sub>3</sub>   | 66,4               | 13,4      |              | 46,7               | 38,8      |
| K21 <sub>4</sub>   | 68,3               | 12,0      |              | 47,6               | 37,1      |
| K21 <sub>5</sub>   | 67,3               | 12,2      |              | 31,5               | 56,4      |
| K21 <sub>6</sub>   | 68,1               | 11,4      |              | 38,9               | 49,6      |
| Meðaltal           | 67,7               | 12,3      |              | 42,1               | 44,3      |
| Staðalfrávik       | 0,8                | 0,7       |              | 6,0                | 7,4       |
| Villt <sub>1</sub> | 75,7               | 5,2       | 19,5         |                    |           |
| Villt <sub>2</sub> | 79,6               | 0,5       |              |                    |           |
| Villt <sub>3</sub> | 74,7               | 4,5       |              |                    |           |
| Villt <sub>4</sub> | 76,9               | 3,0       |              |                    |           |
| Villt <sub>5</sub> | 78,3               | 0,8       |              |                    |           |
| Villt <sub>6</sub> | 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 tölfræðileg úttekt var gerð eingöngu á eldishópunum þremur kemur fram að marktækur munur var að því leiti, hve 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<br>g/100g | Glúkósi<br>g/100g | Glýkógen<br>g/100g | Glúkósi<br>g/100g | Glúkósi<br>mmól/l |
| F13 <sub>1</sub> | 2,8                | 0,5               | 0,0                | 0,1               | 1,04              |
| F13 <sub>2</sub> | 2,3                | 0,4               | 0,0                | 0,1               | 0,94              |
| F13 <sub>3</sub> | 2,6                | 0,7               | 0,0                | 0,1               | 1,19              |
| F13 <sub>4</sub> | 4,0                | 0,8               | 0,0                | 0,1               | 1,01              |
| F13 <sub>5</sub> | 2,3                | 0,6               | 0,0                | 0,1               | 3,04              |
| F13 <sub>6</sub> | 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 <sub>1</sub> | 2,2                | 0,7               | 0,0                | 0,1               | 1,21              |
| K21 <sub>2</sub> | 2,3                | 0,7               | 0,0                | 0,1               | 1,09              |
| K21 <sub>3</sub> | 2,3                | 0,6               | 0,0                | 0,1               | 1,12              |
| K21 <sub>4</sub> | 3,9                | 0,5               | 0,0                | 0,1               | 1,06              |
| K21 <sub>5</sub> | 4,4                | 0,2               | 0,0                | 0,1               | 0,94              |
| K21 <sub>6</sub> | 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 fódri orsakaði uppsöfnun á glýkógeni lifur og holdi og eins hvort glúkósi safnaðist upp utan frumveggja 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 heima og saman við niðurstöður G.M. Berge (1991), sem gerði 84 daga eldisrannsókn á eins kílóa þungum lúðum. Í þeirri tilraun var notað fóður sem innihélt um 2% og 13% kovetni hvað fékk ekki marktækan mun.

#### 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 gæti komið inn þættir eins og ástand sjávar, veiðisvæði ofl.

Þar sem fita er tiltölulega ódýr orkueining í fóðri er mjög hagkvæmt að hafa í 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 tillit 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 sem heitir "Áhrif fituríks þurrfóðurs á gæði eldislúðu sem matvöru". Markmið þeirrar tilraunar er að finna hver áhrif fituríkt fóður í lúðueldi hefur á gæði lúðunnar sem matvöru og verður þá meðal annars stuðst við skynmat og áferðarmælingu (Instronmæling).

## 5. ÞAKKARORÐ

Höfundur vill þakka Rannsóknaráði Íslands og Sjávarútvegsráðuneytinu fyrir veittan styrk í verkefnið. Samstarfsaðilum eru færðar þakkir fyrir gott samstarf. Sérstakar þakkir til Guðmundar Leifssonar og starfsfólki í fóðurverksmiðju Mjólkurfélags Reykjavíkur hf. og starfsmönnum Tilraunaeldisstöðvar Hafrannsóknastofnunarinnar í 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.

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; 18<sup>th</sup> 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.