
Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Fitupól þorsks

Jón Árnason
Rannveig Björnsdóttir
Helgi Thorarensen
Ingólfur Arnarson

Vinnsla og vöruþróun

Skýrsla Matís 18-08
Júlí 2008

ISSN 1670-7192

Skýrsla Matís 18 – 08
Júlí 2008

Fituþol þorsks

Jón Árnason - Matís

Rannveig Björnsdóttir - Matís / Háskólinn á Akureyri

Helgi Thorarensen - Fiskeldisdeild Háskólans á Hólum

Ingólfur Arnarson - Fiskeldisdeild Háskólans á Hólum



<i>Titill / Title</i>	Fituþol þorsks		
<i>Höfundar / Authors</i>	Jón Árnason, Rannveig Björnsdóttir ¹ , Helgi Thorarensen ² og Ingólfur Arnarson ² ¹ Matis / Háskólinn á Akureyri - ² Háskólinn á Hólum		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	18 - 08	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Júlí 2008
<i>Verknr. / project no.</i>	1304- 1638		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>			
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Tilgangur þessarar rannsóknar var að kanna áhrif fituinnihalds í fódri á vöxt og þrif í þorski af mismunandi stærð.</p> <p>Þekking á næringarþörfum fiska er nauðsynleg forsenda fyrir gerð fódurs fyrir þá. Þorskar af tveimur stærðum (120 g og 600 g) voru fódraðir (í þrítekningu) í 12 vikur á fódri sem innihélt 10.0%, 13.5%, 21.2%, 24.5% og 27.7% fitu í þurrefni.</p> <p>Mismunandi fituinnihald hafði ekki áhrif á vöxt (SGR), holdstuðul (CF), flakanýtingu, fituinnihald í lifur eða fituinnihald í flökum. Í smærri fiskinum lækkaði fódurstuðull (FCR) með aukinni fitu í fódri. Fódurfita hafði ekki áhrif á fituinnihald innýfla án lifrar í smærri fiskinum(120g) en í 600 g fiski jókst fita í innýflum með auknu fituinnihaldi fódurs.</p> <p>Fituinnihald hafði ekki áhrif á hlutfall slægðs þunga af heildarþunga í 600 g fiskinum en í smærri fiskinum lækkaði hlutfallið með aukinni fitu í fódri. Lifrarhlutfall (HSI) í 600g fiski var ekki háð fituinnihaldi í fódri, en hins vegar var jákvætt samhengi milli fódurfitu og HSI í 120 g fiskinum. Þetta þýðir að fituþol þorsks með tilliti til lifrarhlutfalls er háð stærð fisksins.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Fita, fituinnihald, fódur,protein,eldisþorskur</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Detailed knowledge of the nutritional requirements of fish is essential for feed formulation. The aim of this research was to investigate the effects of different lipid content in diets for Atlantic cod of different size.</p> <p>Cod of two size groups (initial weight 120 grams and 600 grams) were fed, in triplicate, for 12 weeks diets containing 10.0%, 13.5%, 21.2%, 24.5% and 27.7% lipid in dry matter.</p> <p>Different lipid content in the diet did not affect growth (SGR), condition factor (CF), fillet yield, lipid content in liver or lipid content in fillet. In the smaller fish, FCR was reduced with increased diet lipid. The lipid content in the diet did not affect the lipid content of intestines in the 120 grams fish but in the 600 grams fish there was a positive correlation between lipid content in diet and intestines. Dietary lipid did not affect gutted weight (calculated as the percentage of round weight) in the 600 grams fish but in the 120 grams fish, the percent gutted weight decreased with lipid content of the diet.</p> <p>The Heposomatic index (HSI) in the 600 grams fish was not affected by the lipid content of the diet but dietary lipid content significantly affected the HSI in the smaller fish. This indicates that the lipid tolerance of Atlantic cod, with respect to the effect on HSI, is size dependent.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Fat, fat content, feed,protein, cod, aquaculture</i>		

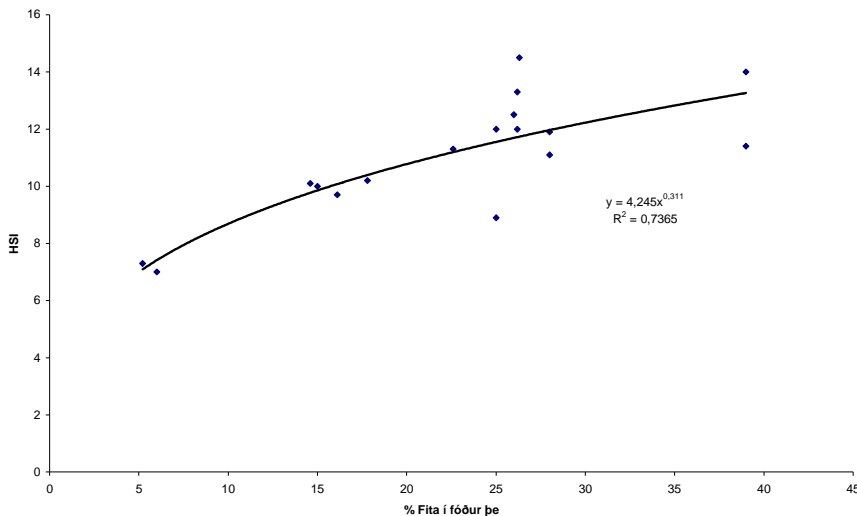
Efnisyfirlit

Inngangur	2
Efni og aðferðir	4
Fóður	4
Fiskur	4
Mælingar	5
Tölfræði	6
Niðurstöður	7
Tilraun 1: Stærri fiskur	7
Tilraun 2: smærri fiskur	12
Umræður	17
Heimildir	20

Inngangur

Fóðurkostnaður er stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í framleiðslu á eldisþorski. Lýsi er mun hagkvæmari orkugjafi í fóðri heldur en prótein, bæði vegna lægra verðs og herra orkuinnihalds. Því er mikilvægt að vita að hve miklu leyti hægt er að auka fitu í fóðri á kostnað próteins án þess að það komi niður á vexti fiskanna. Aðal fituforði í þorski er í lifrinni á meðan fita í holdi fer nánast aldrei yfir 1 %. Lifrarhlutfall (Hepatosomatic index, HSI) eldisþorsks er oft yfir 12% á meðan hlutfallið í villtum þorski er að jafnaði lægra, en þó afar breytilegt og háð næringarástandi fisksins. Talið er óæskilegt að lifrarhlutfall sé mjög hátt vegna þess að það afmyndar þorskinn auk þess sem virði lifrar er mun lægra en virði holds.

Niðurstöður flestra fyrri rannsókna á áhrifum fitu í fóðri á lifrarhlutfall eru fyrir þorsk á stærðarbilinu 80 til 300 grömm (Lie and Lambertsen, 1986 and 1988; Lie et al. 1989 og Hemre et al. 2000). Niðurstöður þessara eldri rannsókna eru dregnar saman í Mynd 1.



Mynd 1. Samband fitu í fóðri og lifrarhlutfalls hjá ungborski (80 -300g)

Í Skotlandi hefur hlutfall próteins og fitu í fóðri fyrir þorsk verið rannsakað með tilliti til vaxtar og fóðurnýtingar (Morais et al. 2001). Þar voru fjórar fóðurtegundir skoðaðar, tvö hlutföll próteins (48% og 58%) og tvö hlutföll fitu (12% og 16%). Fóðrað var eftir þarfatóflu þannig að setja má spurningarmerki við það hvort um fóðrun eftir átlyst var að ræða. Tilraunin stóð yfir í 16 vikur og var upphafsstærð fisksins 233g. Niðurstöður þessara tilrauna sýndu að besta samsetningin var 48% prótein og 16% fita. Lifrarhlutfall (HSI) við upphaf tilraunar var 9.3% en við lok tilraunar höfðu gildin lækkað í 6.2 – 8.4 % og fengust þá tölfræðileg áhrif af fitumagni í fóðri á HSI.

Naton et al. (2001) í Kanada rannsökuðu áhrif fóðurs með 14 – 22% fitu í þurrefni á vöxt (SGR), fóðurnýtingu (FCR) og lifrarhlutfall (HSI) í 6.9 gramma ýsu. Enginn tölfræðilegur munur fannst á SGR eða FCR með aukinni fitu í fóðri en lifrarhlutfall við lok tilraunar jókst úr 9.8 í 12.1% þegar fitan í fóðrinu var aukin úr 14 í 22%.

Björn Björnsson (2003) komst að því að stór þorskur (2 kg), sem alinn var á feitri loðnu, hafði hærra lifrarhlutfall (17.3 %) heldur en þorskur sem alinn var á horaðri loðnu (9.3%) eða rækju (9.2%). Ekki var marktækur munur á vexti (SGR) en aukin fita stuðlaði að lækkun FCR. Umreiknað fituinnihald í prósent af þurrvikt var 50.2% í feitri loðnu, 21.1% í magurri loðnu og 13.9% í rækjunni.

Í rannsókn Rosenlund et al. (2004) kom fram að viðbrögð við misfeitu fóðri virtust vera verulega háð fiskstærð. Í rannsókn þeirra var 192 g þorskur fóðraður á mismunandi fóðri í 28 vikur. Mismunandi fituinnihald hafði ekki áhrif á vöxt (SGR). Aukin fita hafði áhrif til lækkunar á fóðurstuðli (FCR) sem er í samræmi við það sem aðrir hafa fundið út, að aukin orka í fóðri bæti fóðurnýtingu. Eftir 12 vikur (fiskur ca 350g) (Rosenlund, 2002, persónulegar upplýsingar) mátti sjá veruleg áhrif af mismunandi fituinnihaldi í fóðri á lifrarstuðul (HSI) meðan áhrifin voru lítil eftir það.

Hatlen et al. (2007) fóðruðu 250 g þorsk í 60 daga á fóðri sem innihélt mismunandi hlutföll próteins og fitu (54:31 og 65:16). Ekki var tölfræðilegur munur á vexti (SGR) eða fóðurnýtingu (FER = 1/FCR) milli fóðurgerðanna en hins vegar var HSI hærra þegar fóðrað var með fituríkara fóðrinu.

Grisdale Helland et al. (2007) báru saman fóður með 17.5 og 28.0% fitu í fóðurþurrefni fyrir u.þ.b. 450g þorsk, lax og regnbogasilung í 11 vikna tilraun. Ekki fannst neinn munur á vexti (SGR) (0.64: 0.58), fóðurnýtingu (FER) (1.36: 1.43) eða lifrarhlutfalli (HSI) (9.53: 9.39).

Niðurstöður fyrrgreindra tilrauna benda annars vegar til þess að unnt sé að auka fituhlutfall í fóðri án þess að það komi niður á vexti þorsks og hins vegar að áhrif fitu í fóðri fer eftir stærð fiskanna. Tilgangur rannsóknarinnar sem hér er fjallað um var að kanna áhrif mismikillar fitu á vöxt, fóðurtöku, lifrarstærð og efnasamsetningu þorsks af mismunandi stærð.

Efni og aðferðir

Fóður

Fóðrið í tilraunina var 4 mm kögglar gerðir úr fiskimjöli, hveiti og lýsi. Efnasamsetning og reiknað innihald meltrar orku (DE) fóðranna sem notuð voru í Tilraun 1 og Tilraun 2 er sýnt í Töflu 1

Tafla 1. Efnainnihald og reiknað orkuinnihald (DE) í þurrefni fóðurs

Fóður	Prótein % í ÞE	Fita % í ÞE*	Aska % í ÞE	Reiknuð orka DE MJ/kg**
347	51,7	10,0	8,7	16,9
348	51,2	13,5	8,0	18,3
349	50,4	21,2	8,0	19,0
350	50,1	24,5	7,8	20,1
351	49,8	27,7	7,8	21,1

*) Fita greind með Soxlet aðferð og sýruhydrolísu

***) orkuinnihald reiknað út frá áætluðum meltanleika einstakra næringarefna (Prótein: 0.86; fita: 0.92 og reiknuð sterkja: 0.8) og eftirfarandi orkuinnihaldi: prótein 22.7 MJ/kg, fita 39.5 MJ/kg og sterkja 17.2 MJ/kg

Hvert fóður var fóðrað í þremur endurtekningum og dregið var um hvaða fóður skildi notað í hvert ker.

Fiskur

Fiskurinn í báðum tilraunum var aleldisfiskur klakinn í eldisstöð Hafró á Stað á Reykjanesi

Í Tilraun 1 var meðalþungi fisksins við upphaf tilraunarinnar u.þ.b. 550 grömm.

Fjöldi fiska í hverju kerri var 15 stk

Fiskinum var haldið í tilaunakerunum (650 l) í þrjár vikur eftir flutning til að venjast aðstæðum. Tilraunin stóð yfir í 12 vikur.

Í Tilraun 2 var meðalþungi á fiskinum 120 g við upphaf.

Fiskinum var haldið í tilaunakerunum (650 l) í þrjár vikur eftir flutning til að venjast aðstæðum. Í hverju kerri voru við upphaf 60 fiskar og reynt var að hafa meðalþungann í öllum kerum sem líkastan. Tilraunin stóð yfir í 12 vikur.

Hitastig í Tilraun 1 var 10-11°C og í Tilraun 2, 11- 12°C.
Selta var á bilinu 30-34 prómill í báðum tilraununum og sama selta í öllum kerum.
Stöðugt ljós var á báðum tilraununum, c.a. 40 lux við yfirborð

Fóðrun

Fóðrað var eftir átlýst. Stefnt var að því að fóðurleifar væru 15 – 20% af gefnu fóðri á hverjum degi.

Söfnun fóðurleifa

Í Tilraun 2 var óétnu fóðri safnað 5 daga vikunnar og magn þess metið með því að telja fjölda köggla og áætla þunga fóðurleifa og magn óétins fóður dregið frá því sem gefið var til þess að mæla fóðurtöku.

Viktun

Fiskar voru viktaðir hver fyrir sig við upphaf tilraunar og síðan á fjögurra vikna fresti á meðan tilraunin stóð yfir. Fiskur var sveltur í tvo daga fyrir viktun.

Sýnataka

Við upphaf hvorrar tilraunar var 10 fiskum slátrað, þeir vigtaðir og lengdarmældir til að meta holdstuðul. Fiskarnir voru síðan slægðir til að reikna út slægðan þunga sem hlutfall af heildarþunga. Fiskarnir voru einnig handflakaðir til að meta flakanýtingu. Þá var lifur vigtuð svo og innyfli án lifrar. Efnasamsetning flaka, lifra og innyfla var ákvörðuð.

Við lok tilraunarinnar var einnig slátrað 5 fiskum úr hverju keru til greiningar á sömu þáttum og rannsaðir voru við upphaf tilraunar.

Mælingar

Vaxtarhraði var mældur sem „specific growth rate“ (SGR):

$$\text{SGR} = 100 \times (\ln(W_e) - \ln(W_u)) / (t_2 - t_1) \quad \text{þar sem:}$$

W_e = Meðalþungi fiska í lok tilraunar
 W_u = Meðalþungi við upphaf tilraunar
 t_1 = dagsetning í upphafi tímabils
 t_2 = dagsetning í lok tímabils.

$$\text{HSI}\% = (\text{Lifrarþungi} / \text{fiskþunga}) * 100$$

$$\text{Holdstuðull CF} = (\text{fiskþungi} / \text{fisklengd}^3) * 100$$

$$\text{Fóðurstuðull FCR} = \text{kg fóður} / \text{kg vaxtarauki}$$

Tölfræði

Tölfræðigreiningar voru gerðar með forritinu SPSS® 11.0 (SPSS Inc.). Þyngd, holdastuðull og HSI voru greind með “Nested ANOVA” þar sem ker voru “nested” innan fódurgerða. Marktækur munur milli hópa var greindur með Tukey test.

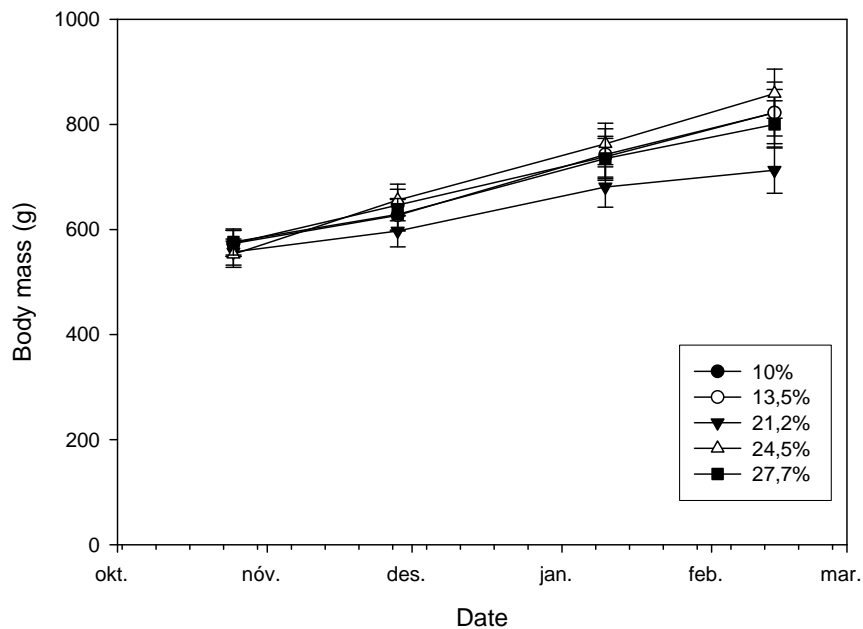
SGR var greindur með einfaldri ANOVA og áhrif fituinnihalds fódurs á FCR var metið með aðfallsgreiningu.

Niðurstöður

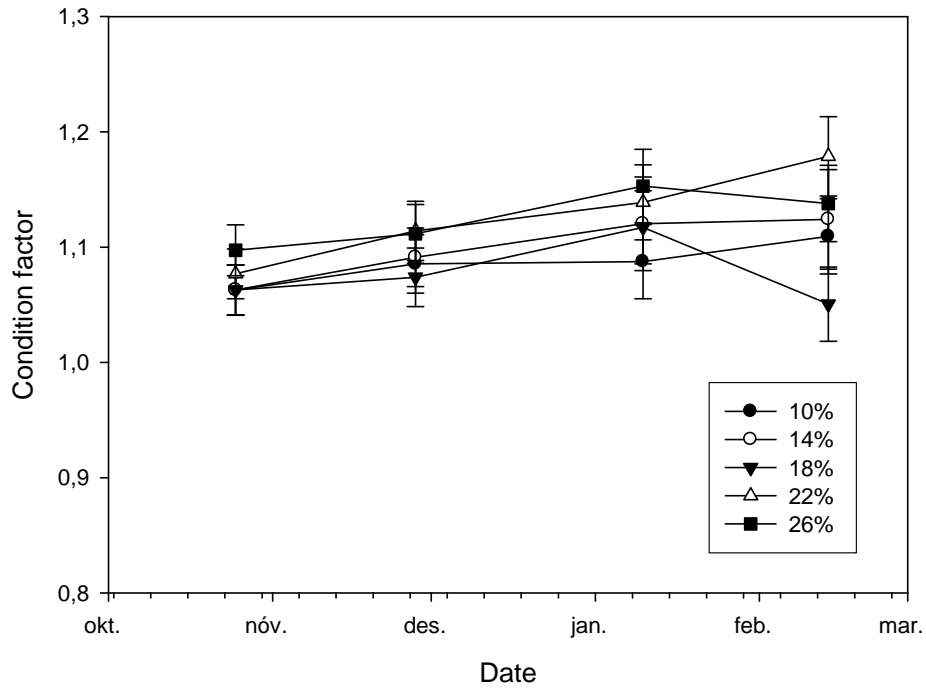
Tilraun 1: Stærri fiskur

Meginniðurstöður úr Tilraun 1 er að finna á myndum 2 til 10. Ekki reyndist marktækur munur á þunga fiska, holdstuðli (CF) eða SGR fiska sem gefið var fóður með mismiklu fituinnihaldi (Mynd 2 - 4). HSI virtist aukast með aukinni fitu í fóðri, en munurinn var ekki tölfræðilega marktækur.

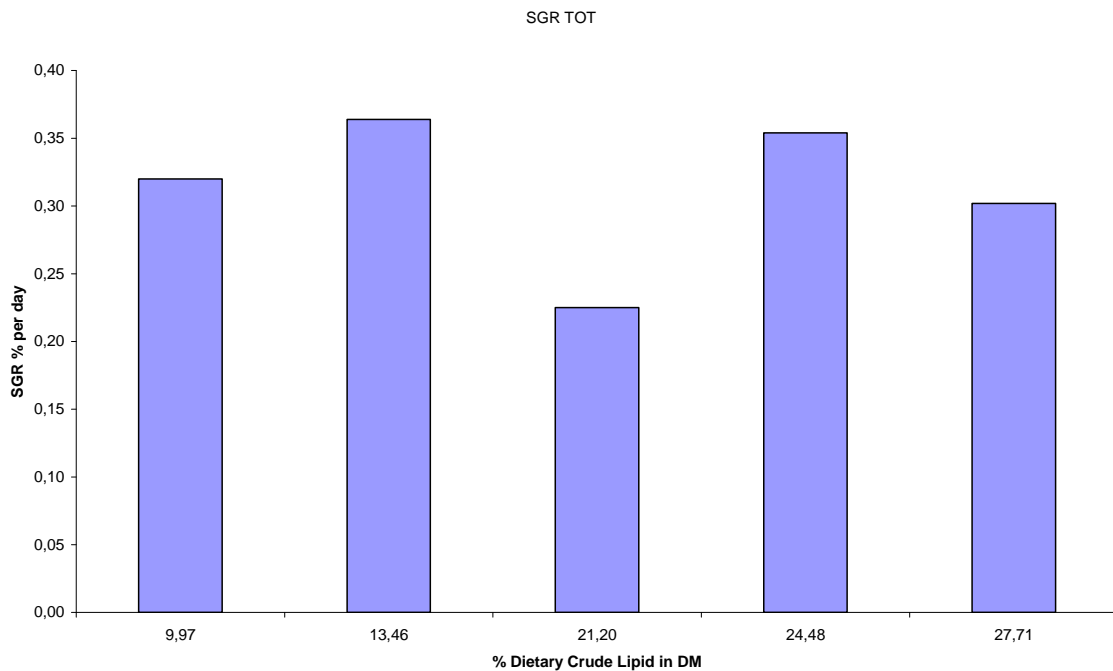
Fituinnihald í fóðri hafði heldur ekki marktæk áhrif á slægðan þunga sem hlutfall af heildarþunga (Mynd 6) né flakanýtingu (Mynd 7). Ekki fundust marktæk áhrif af aukningu fitu í fóðri á fitu í þurrefni lifrar (Mynd 8), fitu í þurrefni í flökum (Mynd 9) eða fitu í þurrefni innyfla án lifrar (Mynd 10).



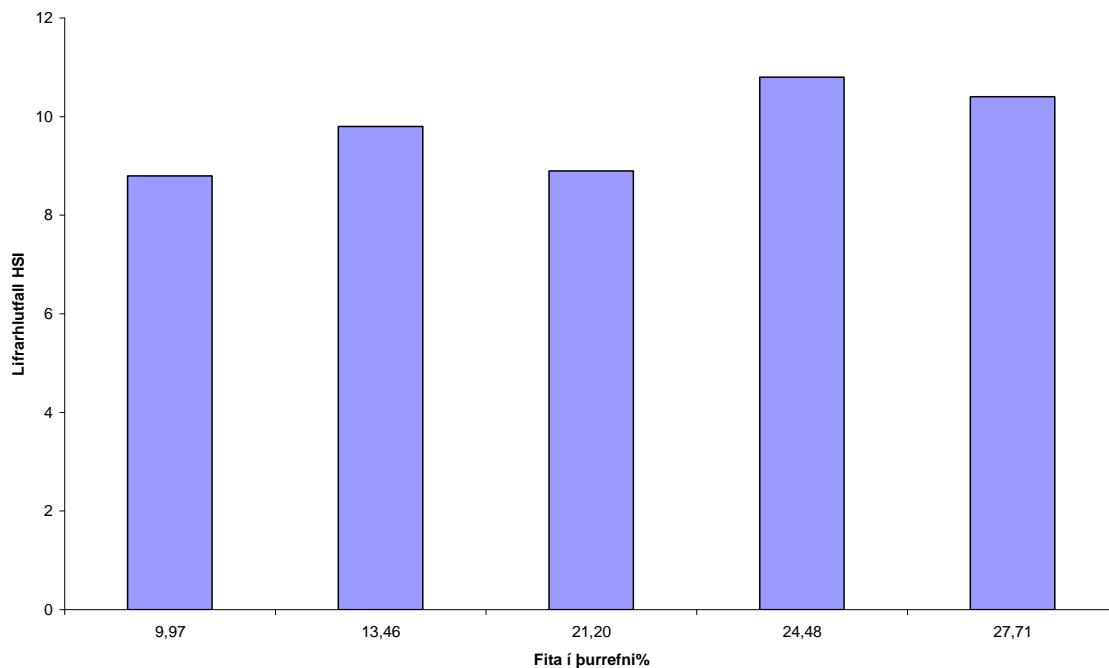
Mynd 2. Þróun lifandi þunga í Tilraun 1



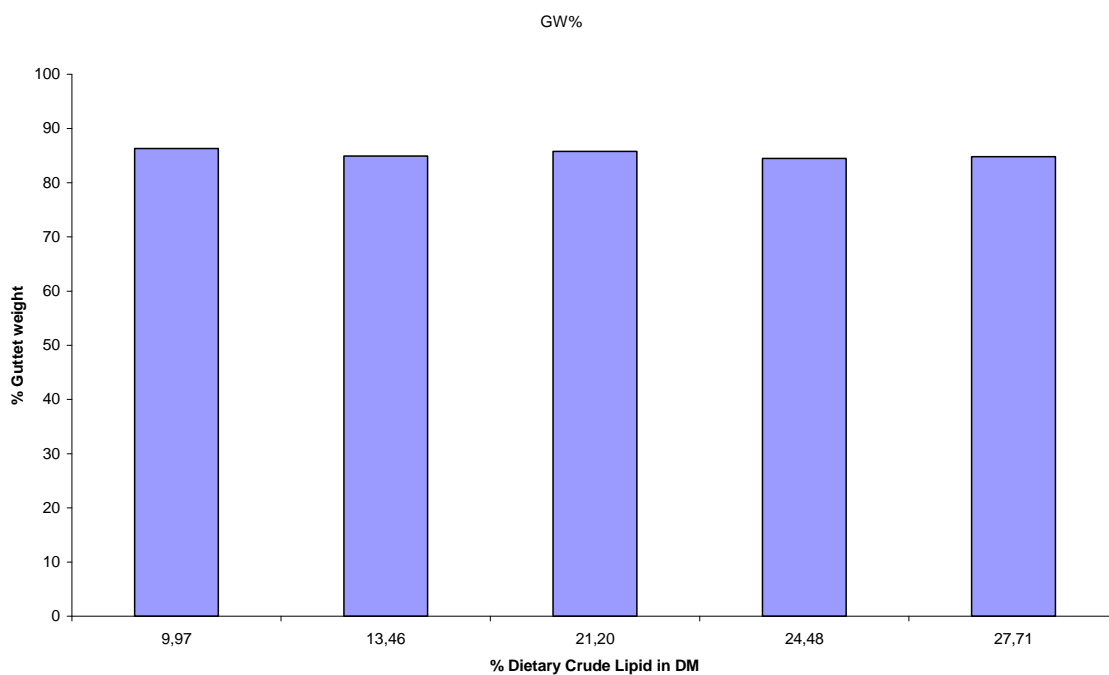
Mynd 3. Holdstuðull fiska sem fóðraðir voru með misfeitu fóðri (CF) í Tilraun 1



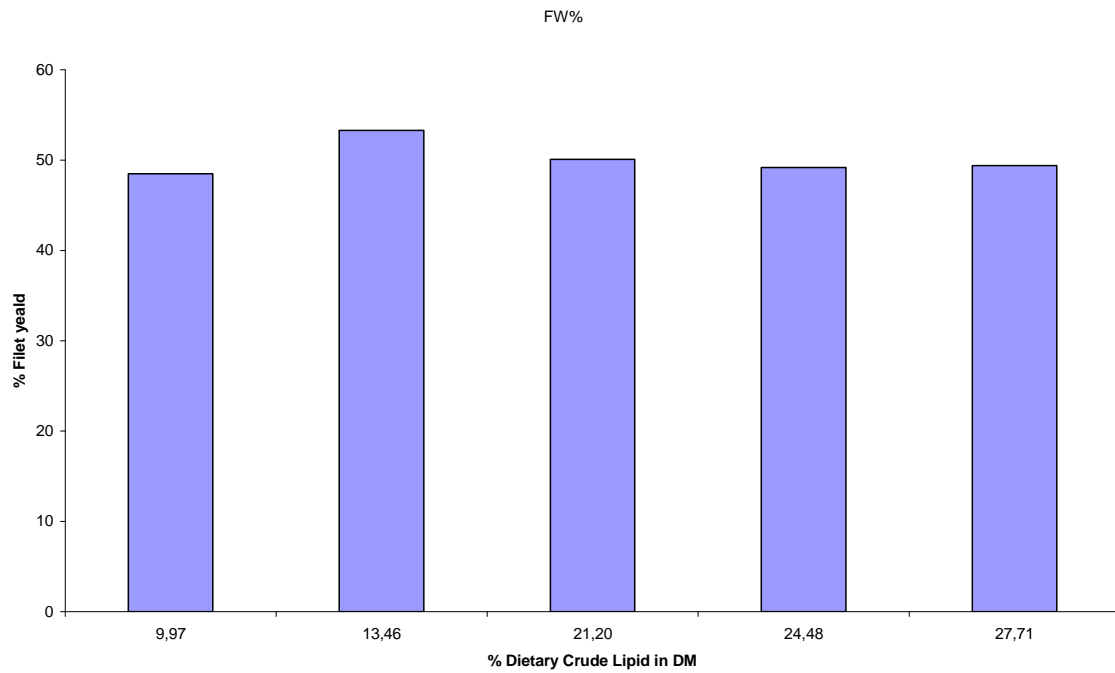
Mynd 4. Áhrif mismikillar fitu í fóðri á vöxt fiska (SGR) í Tilraun 1



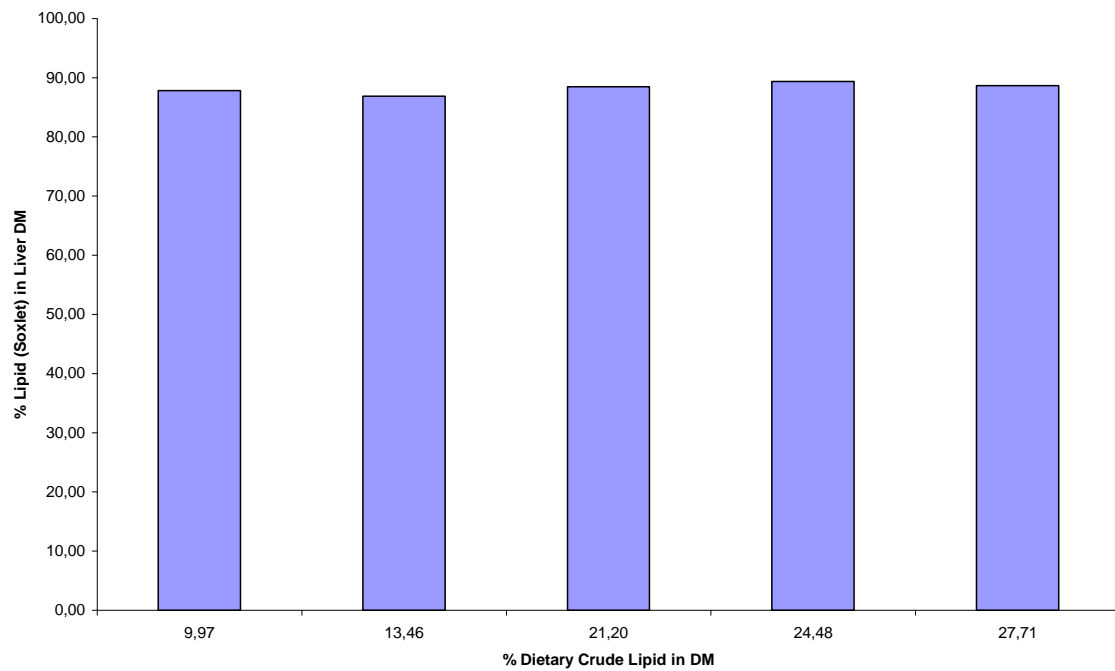
Mynd 5. Áhrif fitu í fóðri á lifrarhlutfall HSI í Tilraun 1



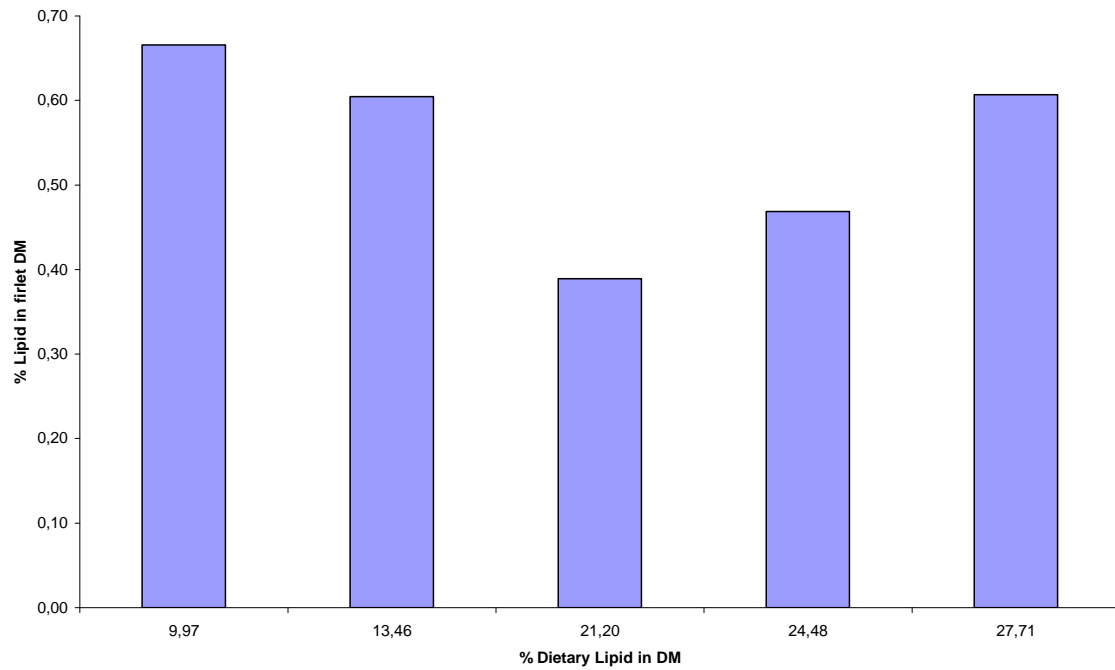
Mynd 6. Áhrif fitu í fóðri á hlutfall slægðs þunga af heildarþunga í Tilraun 1



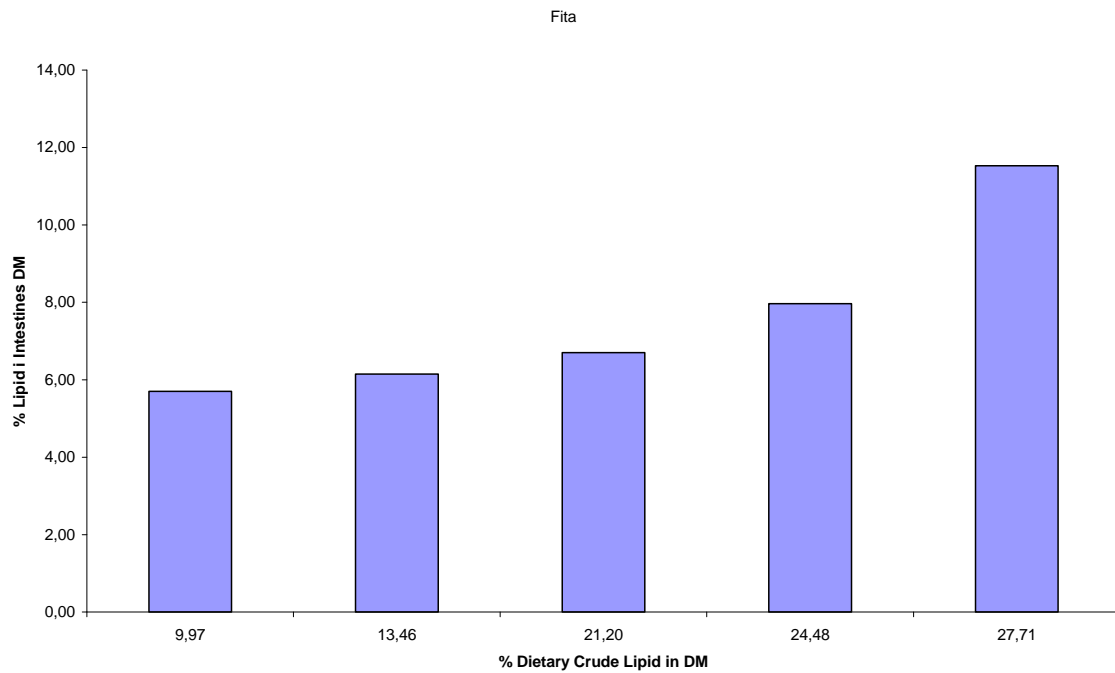
Mynd 7. Áhrif fitu í fœðri á flakanýtingu í Tilraun 1



Mynd 8. Áhrif fitu í fœðri á fitu í lifrarþurrefni í Tilraun 1



Mynd 9. Áhrif fitu í fœðri á fituinnihald í þurrefni flaka í Tilraun 1



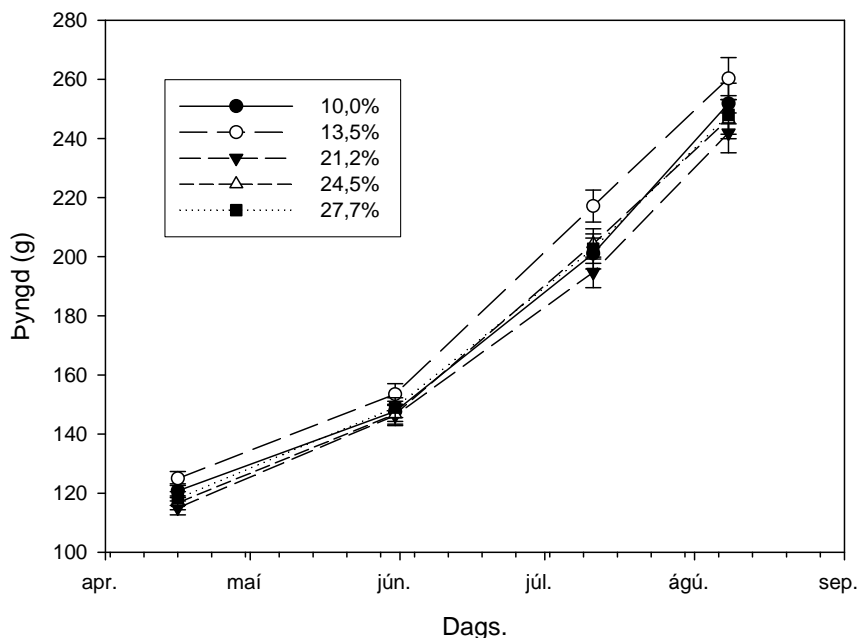
Mynd 10. Áhrif fitu í fœðri á fitu í innnyflapurrefni (án lifrar) í Tilraun 1

Tilraun 2: smærri fiskur

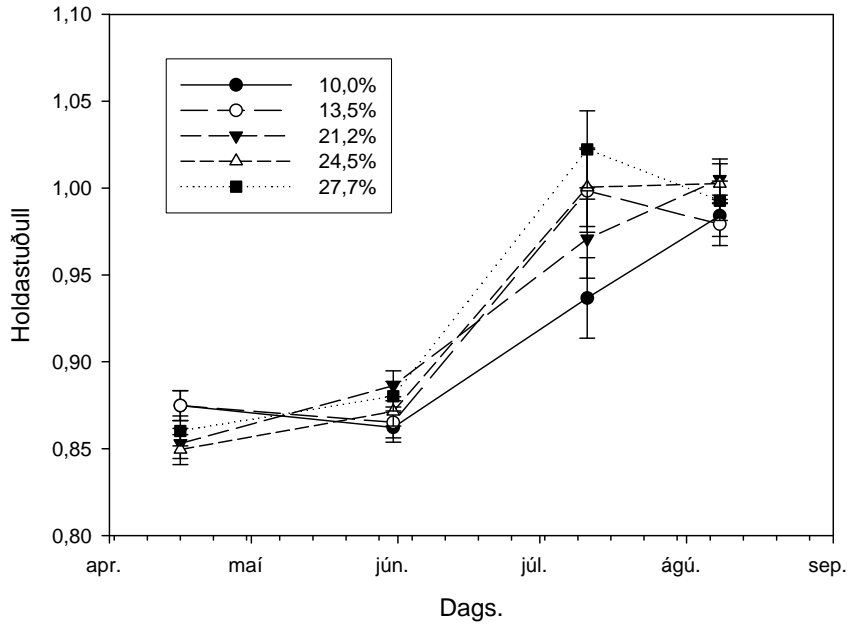
Helstu niðurstöður úr Tilraun 2 eru sýndar í myndum 11 til 19.

Ekki var marktækur munur á þunga, hodstuðli eða SGR fiska sem fóðraðir voru á mismikilli fitu (Mynd 11, 12 og 14). Mynd 13 sýnir að aukin fita í fóðri hefur umtalsverð áhrif á fódurnýtingu FCR. Ekki reyndist þó marktækur munur á milli hópa sem voru fóðraðir á misfeitu fóðri, en aðfallsgreining sýndi marktækt neikvætt samband á milli fitu í fóðri og FCR. Mynd 15 sýnir marktæk áhrif fitu í fóðri á lifrarhlutfall (HSI).

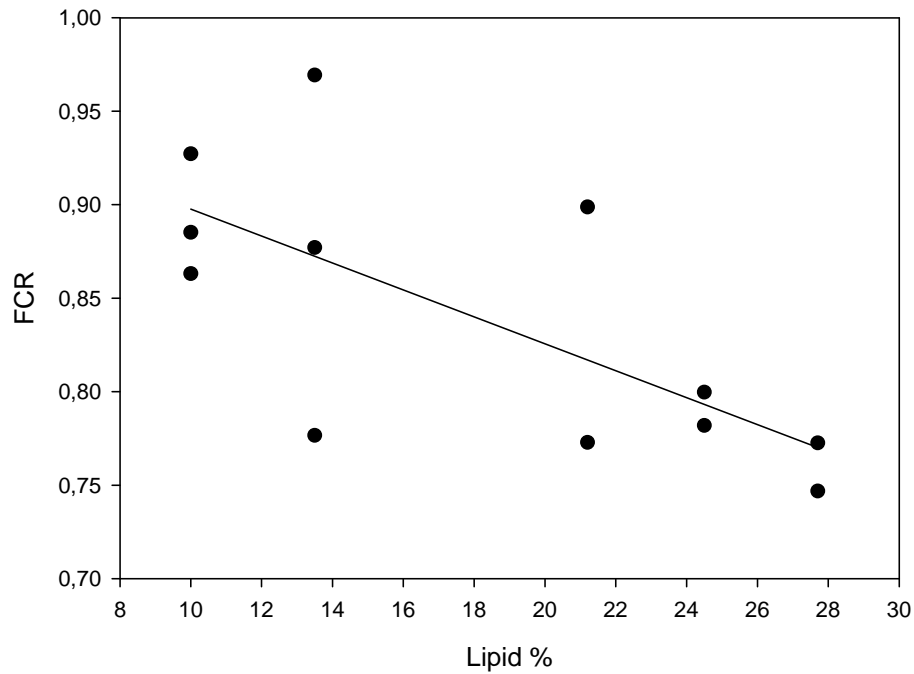
Fituinnihald í fóðri hafði marktæk áhrif á hlutfall slægðrar þyngdar af heildarþyngd (Mynd 16). Ekki fundust marktæk áhrif af fódurfitu á flakanýtingu (Mynd 17). Ekki fundust marktæk áhrif af aukningu fitu í fóðri á fitu í þurrefni lifrar (Mynd 18), fitu í þurrefni í flökum (Mynd 19) né olli aukning í fódurfitu aukinni fitu í þurrefni innyfla án lifrar (Mynd 20).



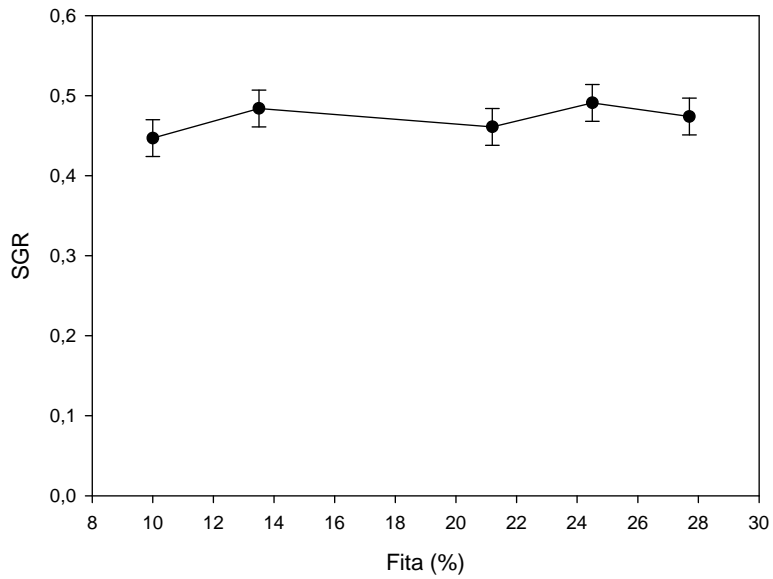
Mynd 11. Þróun lifandi þunga í Tilraun 2



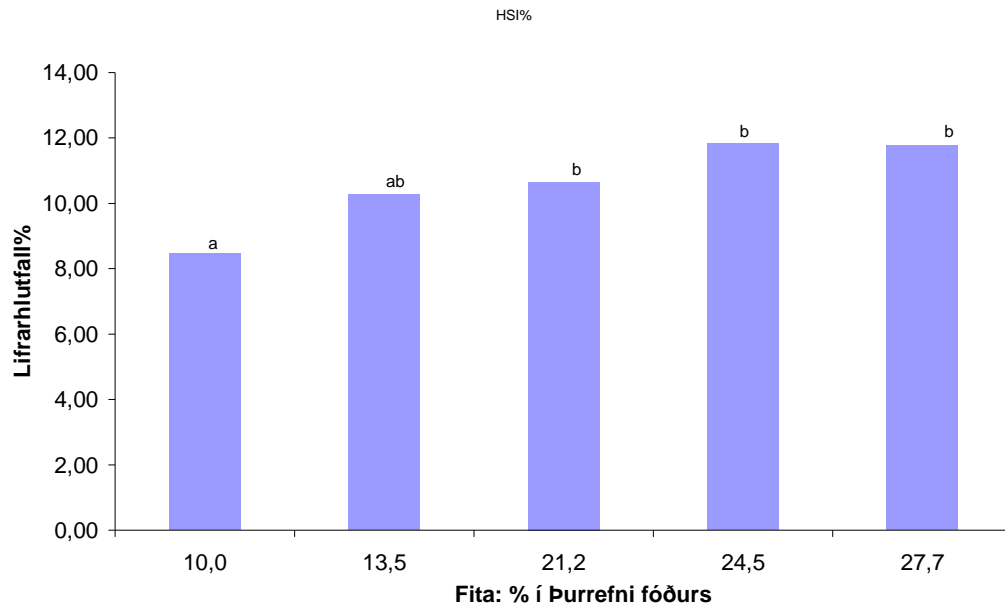
Mynd 12. Þróun á holdstuðli (CF) í Tilraun 2



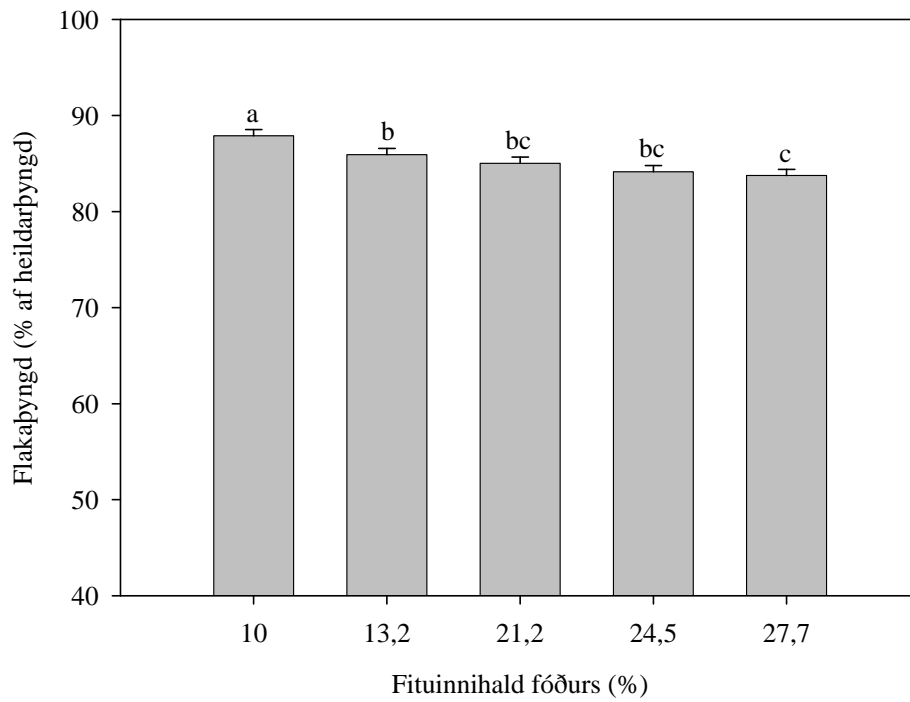
Mynd 13. Áhrif mismikillar fitu í fœðri á fœðurnýtingu FCR í Tilraun 2



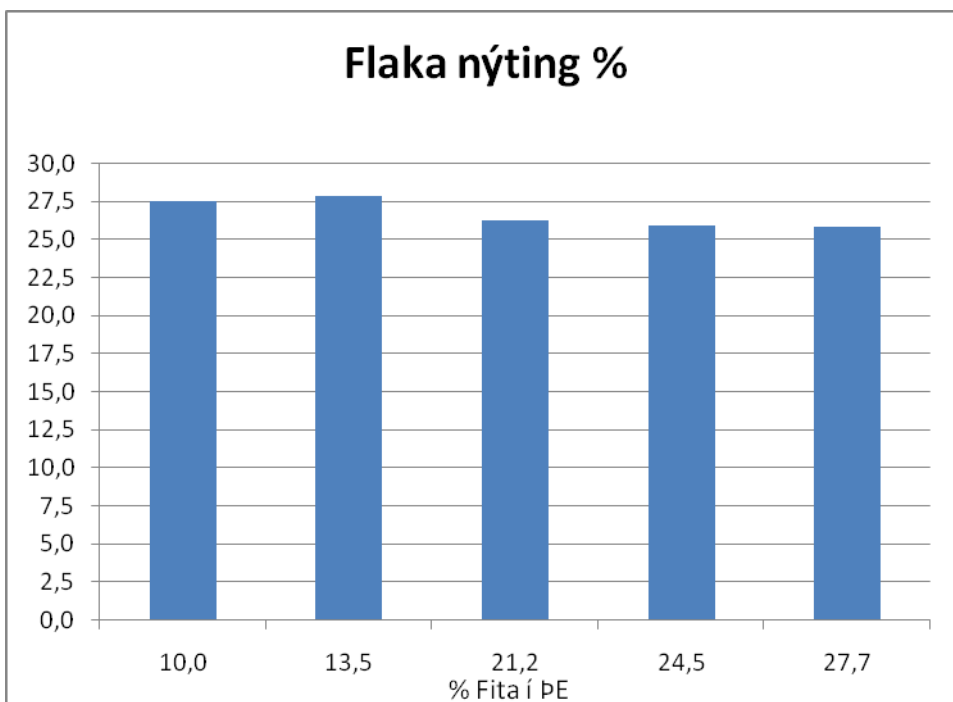
Mynd 14. Áhrif mismikillar fitu í fóðri á SGR í Tilraun 2



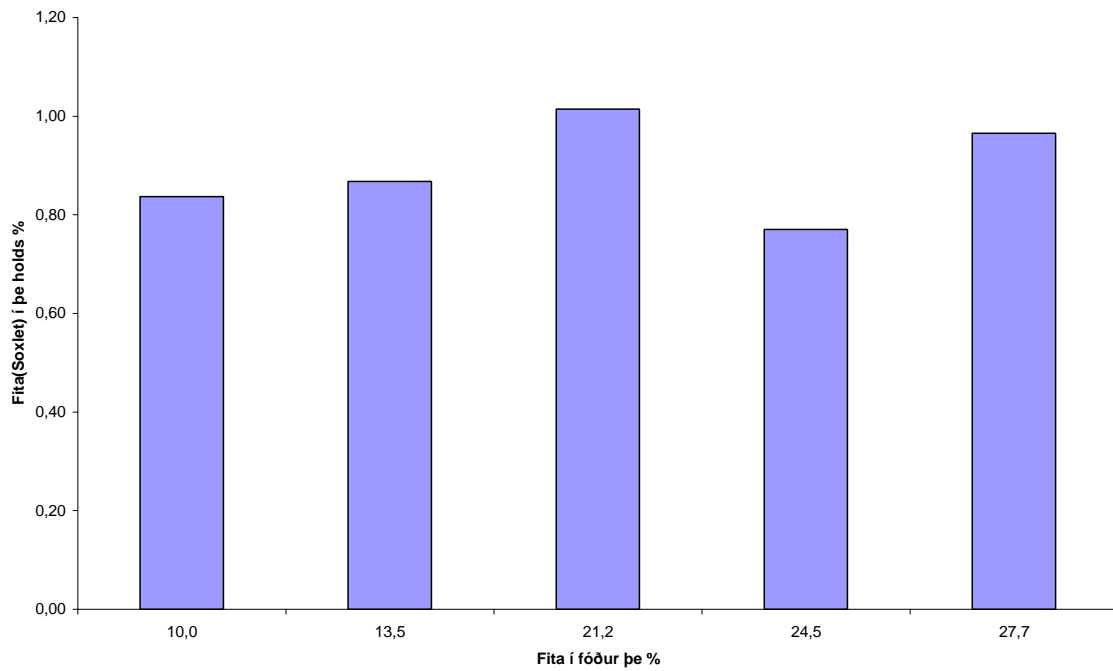
Mynd 15. Áhrif mismikillar fitu í fóðri á lifrarlutfall (HSI) í Tilraun 2



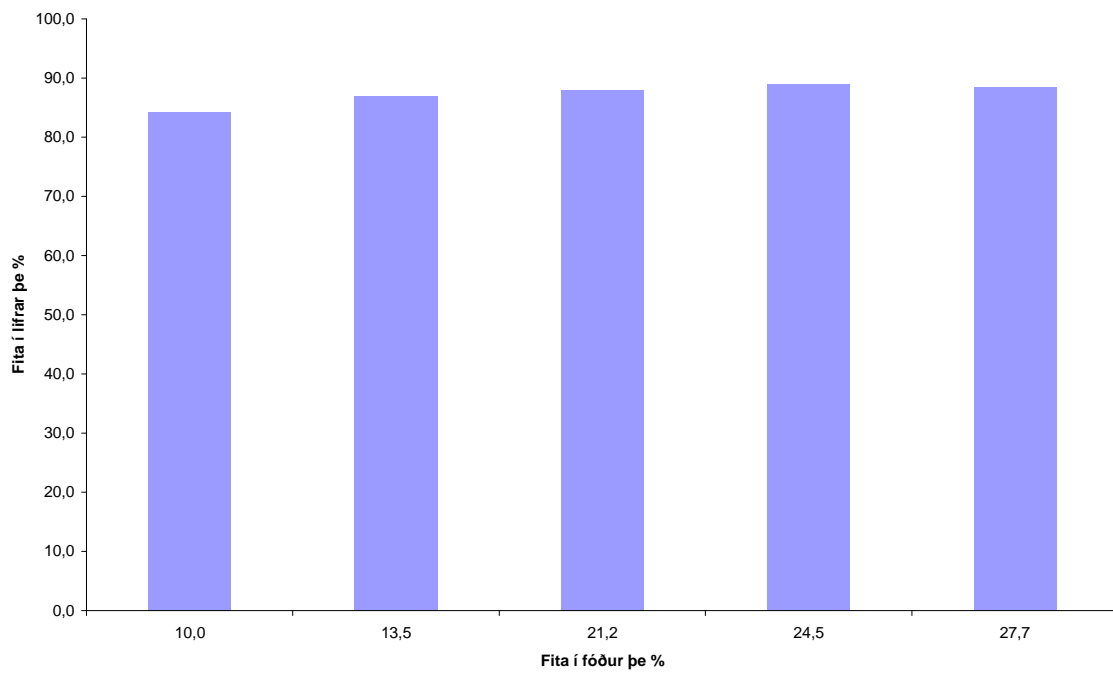
Mynd 16. Áhrif fitu í fódri á hlutfall slægðrar þyngdar af heildarþunga Ath!



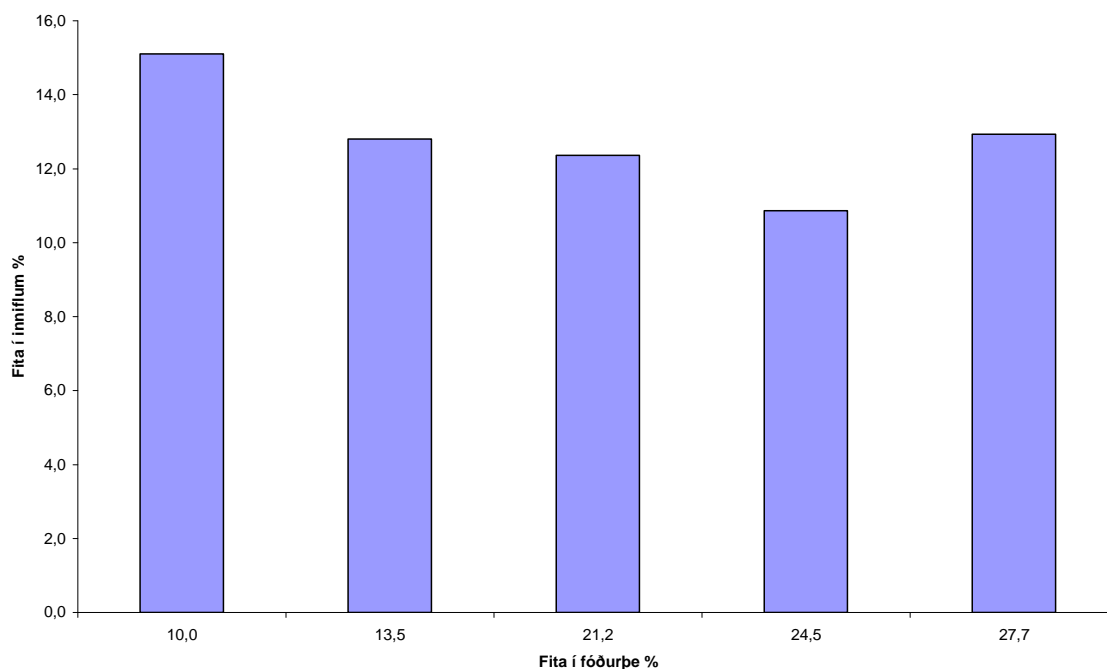
Mynd 17. Áhrif fitu í fódri á flakanýtingu í Tilraun 2



Mynd 18. Áhrif mismikillar fitu í fóðri á fitu í þurrefni holds í Tilraun 2



Mynd 19. Áhrif mismikillar fitu í fóðri á fitu í þurrefni lifrar í Tilraun 2



Mynd 20. Áhrif mismikillar fitu í fóðri á fitu í þurrefni innyfla í Tilraun 2

Umræður

Vöxtur

Aukning á fitu í fóðri úr 10% í 28% af þurrefni eykur orkuinnihald fódursins um 25% miðað við reiknað orkuinnihald í Töflu 1 (16,9 – 21,1 MJ DE/kg þe). Þó svo að nokkur munur væri á vexti mismunandi tilraunahópa í báðum tilraununum reyndist ekki um tölfræðilega marktækan mun að ræða, hvorki á þunga í lok tilrauna (Mynd 2 og Mynd 11) né á SGR (Mynd 4 og 14). Í hvorugri tilrauninni var um að ræða mun á holdstuðli (CF) á nokkrum tímapunkti þrátt fyrir nokkurn breytileika (Mynd 3 og Mynd 12). Þessar niðurstöður eru í samræmi við það sem fundið hefur verið í öðrum rannsóknum á bæði þorski og ýsu (Naton et al. 2001, Björn Björnsson 2003, Rosenlund et al. 2004, Hatlen et al. 2007 og Grisdale Helland et al. 2007). Þetta undirstrikar að fitu- eða orkuinnihald í fóðrinu hefur ekki afgerandi áhrif á vöxt svo lengi sem orkuinnihaldið í fóðrinu er yfir lágmarksorkuþörf til vaxtar. Með öðrum orðum hefur ekkert af þeim fóðrum sem reynd voru í þessum tilraunum innihaldið það litla orku að það væri takmarkandi fyrir vöxt. Fóðurtaka var einungis mæld í Tilraun 2 en þar hafði fituinnihaldið, að því er virðist, áhrif á fódurnýtingu melda sem FCR (Mynd 13). Breytileikinn milli endurtekninga er hins vegar það mikill að ekki er um að ræða tölfræðilega marktækan mun milli tilraunahópanna, en aðfallsgreining sýndi marktækt neikvætt samband milli fituprósentu í

fóðri og FCR. Þessar niðurstöður eru í samræmi við það sem komið hefur í ljós í rannsóknum Björns Björnsonar (2003) og Rosenlund et al. (2004) þar sem aukið fituinnihald leiddi til lækkunar á FCR. Þess ber þó að geta að þó áhrif fituinnihalds á FCR væru marktæk voru þau ekki mikil (Mynd 13). Þess vegna er hugsanlegt að marktæk áhrif af fituinnihaldi mælist ekki í sumum tilfellum eins og í rannsóknum Naton et al. (2001), Hatlen et al. (2007) og Grisdale Helland et al. (2007).

Niðurstöður tilraunanna tveggja á samband fitu í fóðri og lifrarstuðuls (HSI) sýna mjög mismunandi niðurstöður. Í stærri fiskinum hafði aukning fitu í fóðri ekki tölfræðilega marktæk áhrif á HSI þó svo að sjá megi tilhneigingu til hækkingar lifrarhlutfalls með aukinni fitu í fóðri (Mynd 13). Lifrarhlutfallið var einnig innan þeirra marka sem finna má í vel höldnum villtum þorski á Íslandsmiðum.

Í smærri fiskinum hafði fituaukning í fóðrinu hins vegar marktæk áhrif á lifrarhlutfall. Við 10% fitu í fóðurþurrefninu var HSI u.þ.b. 8% á meðan fóðrið með 28% fitu gaf HSI 12%. Þetta er í góðu samræmi við þær niðurstöður sem teknar eru saman í Mynd 1 og byggðar eru á grunni eldri rannsókna á fituþoli þorsks.

Sá munur á milli fiskstærða sem kemur fram í þessum tilraunum, er í samræmi við það sem fundist hefur m.a. af Hatlen et al. (2007) og Grisdale Helland et al. (2007) í samsvarandi stærðum af fiski.

Það má því draga þá ályktun að áhrif fitu í fóðri á lifrarstuðul HSI sé stærðarháð.

Í Tilraun 1 fundust engin áhrif af fituinnihaldi í fóðrinu á hlutfall slægðs þunga af heildarþunga fisksins (Mynd 6) en í Tilraun 2 lækkaði hlutfalls slægðs þunga af heildarþunga með aukinni fitu í fóðri (Mynd 16). Þessi munur milli tilraunanna skýrist væntanlega af mismunandi áhrifum fóðurfitunnar á lifrarhlutfall (HSI) í tilraununum tveimur. Fita í fóðri hafði ekki áhrif á flakanýtingu (Mynd 6 og Mynd 17) né þunga innnyfla án lifrar (niðurstöður ekki sýndar).

Ekki fundust marktæk áhrif af aukningu fitu í fóðri á fitu í þurrefni lifrar (Mynd 8 og Mynd 19), fitu í þurrefni í flökum (Mynd 9 og Mynd 18) né olli aukning í fóðurfitu aukinni fitu í þurrefni innnyfla án lifrar (Mynd 17) í smærri fiskinum en hins vegar virðist vera jákvætt sambengi milli fóðurfitu og innnyflafitu í stærri fiskinum (Mynd 10). Þetta bendir til þess að viðbrögð við fitu í fóðri séu stærðarháð.

Helstu mótbáru fyrir notkun fituríks fóðurs fyrir þorsk hafa verið að lifrarhlutfallið (HSI) í fiskinum verði óeðlilega hátt ef fóðrað er með fituríku fóðri. Þessi niðurstaða var fyrst og fremst byggð á niðurstöðum með smáan þorsk og alhæft út frá þeim. Lítið hefur um tilraunir með þorsk yfir 300 g þunga og þekking á fituþoli stærri fisks því verið takmörkuð. Þessi rannsókn sýnir að fituþol stærri fisks er umtalsvert meira en smáþorsks. Í fyrri rannsóknum um næringarþarfir þorsks (AVS verkefni: Próteinþarfir þorsks) kom fram að próteinþörf þorsks er stærðarháð, þ.e. að stærri fiskur þarf minna prótein í fóðri en smærri fiskur. Til þess að geta nýtt þetta í fóðurblöndum þarf að vera hægt, án óæskilegra aukaverkana, að setja eitthvert næringarefni inn í stað próteinsins. Þessi rannsókn sýnir að fyrir stærri þorsk (> 600 grömm) er í öllu falli óhætt að auka fituþrósentu í fóðrinu upp í 28% í þurrefni jafnframt því að lækka hlutfall próteins, án þess að það hafi neikvæð áhrif á afurðirnar.

Þessi rannsókn er því góður grunnur til þróunar á fóðri fyrir þorsk þannig að hráefniskostnaður fóðursins verði sem lægstur.

Heimildir

Björn Björnsson. 2003. Cod feeding trials. Fyrirlestur haldinn á Akureyri 20. nóvember 2003.

Grisdale-Helland, B., Shearer, K.D. & Helland, S.J. 2007. Energy and nutrient utilization of Atlantic cod, Atlantic salmon and rainbow trout fed diets differing in energy content. *Aquaculture Nutrition* 13; 321-334

Hatlen, B., Helland, S.J. & Grisdale-Helland, B. 2007. Energy and nitrogen partitioning in 250 g Atlantic cod (*Gadus morhua* L) given graded levels of feed with different protein and lipid content. *Aquaculture* 270; 167-177

Hemre G-I., Nortvedt R., Sandnes K. & Lie Ø. 2000. Hurtig vekst uten kjempelever. *Norsk Fiskeoppdrett* 16/2000; 24-27.

Lall, Santosh P. & Dominic Nanton. 2002. Nutrition of Atlantic cod. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 102-1; 23-26

Lie Ø., Lied E. & Lambertsen G. 1986. Liver retention of fat and of fatty acids in cod (*Gadus morhua*) fed different oils. *Aquaculture*, 59: 187-196.

Lie, Ø., Lied E. & Lambertsen, G. 1988. Feed optimization in Atlantic cod (*Gadus morhua*): fat versus protein content in the feed. *Aquaculture*, 69: 333-341.

Lie, Ø., Julshamn K., Lied E. & Lambertsen G. 1989. Growth and feed conversion in cod (*Gadus morhua*) on different feeds, retention of some trace elements in the liver. *Fisk.Dir. Skr., Ser. Ernæring*, Vol. II, No. 7, s. 235-244.

Morais, Sofia J. Gordon Bell, Derek A. Robertson, William J. Roy & Paul C. Morris. 2001. Protein:lipid ratios in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua*): effects on growth, feed utilisation, muscle composition and liver histology. *Aquaculture* 203:101-119.

Naton, D. A., Lall, S. P. & MacNiven, M. A. 2001. Effects of dietary lipid level on liver and muscle lipid deposition in juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. *Aquaculture Research*, 2001, 32(Suppl. 1), 225-234

Rosenlund 2002, Persónulegar upplýsingar

Rosenlund, G., Karlsen, Ø., Tveit, K., Magnor-Jensen, A. & Hemre, G-I. 2004. Effect of feed composition and feeding frequency on growth, feed utilization and nutrient retention in juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquaculture Nutrition* 10: 371 – 378.