



Titill / Title	Eldi á smáþorski (<i>Gadus morhua</i>)		
Höfundar / Authors	Sigurður Einarsson og Vilhjálmur Þorsteinsson		
Rit Rf:	43	Útgáfudagur / Date:	Maí 1995
Verknr. / project no.	1057	Blaðsíðufjöldi:	17
Samstarfsaðili:	Hafrannsóknastofnun		
Ágrip á íslensku:	<p>Í þessari skýrslu er fjallað um tvær aðskildar rannsóknir á ýmsum eiginleikum smáþorsks í eldi.</p> <p>Í fyrri rannsókninni voru skráðar stærðarbreytingar á þorskum, á nokkurra mánaða fresti yfir 373 daga tímabil, sem hafðir voru í eldi í sjólvím í Norðfirði. Einnig var gerður samanburður á lifrarstærð eldisþorska og villtra þorska. Þá var mælt vatn, fita og prótein í flökum eldisþorskanna og einnig villtra þorska í samanburðar, en þeir voru veiddir í Norðfjarðaflóa um svipað leyti og eldisþorskinum var slátrað. Þá voru flök eldisþorska og villtra þorska skynmetin af þjálfuðum skynmatshóp Rf. Meðalþyngdaraukning þorskanna á öllu tímabilinu var 81% eða 0,22% á dag en á síðasta tímabilinu léttist fiskurinn þó um sem svaraði 0,07% á dag en 5 síðustu vikurnar fyrir slátrun var fiskunum haldið í svelt. Lifrarstærð eldisþorskanna leiddi í ljós mun meiri fitu í flökum hans en sambærilegs villts þorsks eða um 1,2% fitu í eldisþorskinum en um 0,6% í villta þorskinum. Próteininnihald flaka eldisþorsksins var yfirleitt nokkur hætta en villta þorsksins en þetta snerist við varðandi vatnsinnihaldið. Bæði eldisþorskurinn og villti þorskurinn fengu góða einkunn fyrir ferskleika en annars þótti eldisþorskurinn almennt hafa mýkri áferð og vera fitu- og vatnskenndari en sá villti.</p> <p>Í síðari rannsókninni var lagt mat á los í flökum eldisþorska sem aldir höfðu verið í kerjum í tilraunastöð Hafrannsóknarstofnunar í Grindavík við 3, 7 og 9°C. Annað flak hvers þorsks var geymt í ís í 5 daga og hitt í 12-13 daga áður en rifþol þeirra var mælt í áferðamæli (Instron). Enginn munur reyndist á rifþoli flaka sem geymd voru í 5 daga og þeim sem geymd voru í 12-13 daga en 7 gráðu fiskurinn sýndi marktækt hærri rifþolsgildi en þeir sem aldir voru við hin hitastigin.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Þorskur, eldi, vöxtur, grunnefnagreining, los.		
Summary in English:	<p>This report includes two researches on different characteristics of small cod raised under farmed conditions.</p> <p>In the first research the growth changes of cod, that was raised in sea cages over the period of 373 days in Norðfjörður at the east coast of Iceland, were registered. Comparison of the liver weight (HSI values), of wild-caught cod in Norðfjörður and farmed cod, was done. Proximate analysis (moisture, lipid and protein) and sensory analysis (done by trained panel) was performed on wild-caught and farmed cod fillets.</p> <p>The average weight that the cod gained over the whole period was 81% or 0.22% per day but at the last months before the cod were slaughtered it lost weight of about 0.07% per day, but the cod were not fed the last 5 weeks. The liver size of the farmed cods was 8.8% at average but 5.3% for the wild-caught cod. The lipid content in the fillets was much more for the farmed cod (1.2%) than for the wild-caught cod (0.6%). The protein content in the fillets were generally higher for the farmed cod than the wild-caught cod but that was the opposite for the moisture content. The grade for freshness, for both types of cod, was good but the comments given for the farmed cod was that it was softer and fattier texture than the wild-caught cod.</p> <p>In the second research, cod raised in closed cages at 3, 7 and 9°C at the Marine Institutes Fish Farming research Station in Grindavík at the south coast of Iceland were evaluated for gaping by measuring the tear force (Instron) of the fillets. The right fillet of each fish was measured after 5 days of ice storage and the left one after 12-13 days. There was almost no difference between the tear force values of cod stored for 5 days and those stored for 12-13 days, but the tear force for fish raised at 7°C was significantly higher than for fish raised at the other two temperatures.</p>		
English keywords:	Cod, farming, growth, proximate analysis, gaping.		

EFNISYFIRLIT

	bls.
1. INNGANGUR.....	3
1.1. Fræðileg umfjöllun.....	4
2. EFNI OG AÐFERÐIR.....	5
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMREÐA.....	7
3.1. Athuganir á vexti.....	7
3.2. Efnagreiningar og skynmat.....	9
3.3. Ormatalning.....	10
3.4. Rifþolsmælingar.....	11
4. LOKAORÐ.....	14
5. ÞAKKIR.....	14
6. HEIMILDIR.....	15
VIÐAUKI: ANOVA töflur.....	17

1. INNGANGUR

Með minnkandi þorskveiðiheimildum á Íslandsmiðum ásamt auknu hlutfalli smáfisks í afla hafa sjónir manna beinst að eldi á þorski. Allmargar sjókvíaeldisstöðvar eru nú starfandi, en þær eru staðsettar á Austfjörðum, í Stöðvarfirði og Norðfirði, og á Vestfjörðum, í Hnífsdal, Ísafirði, Þingeyri, Bíldudal, Tálknafirði og Patreksfirði.

Á vegum Hafrannsóknastofnunar er tilraunaeldisstöð í Grindavík en þar hafa smáþorskar verið aldir í kerjum við mismunandi hitastig. Fiskurinn hefur verið alinn fyrst og fremst á þíddri loðnu en fyrir slátrun hefur hann verið sveltur í þrjár vikur. Nokkuð hefur verið slátrað af þeim fiski og flökin seld fersk vestur yfir haf til Bandaríkjanna á vegum Loga Þormóðssonar (1994) í Trosi h/f. Að hans sögn hafa kaupendur þar verið ánægðir með gæði þorsksins; hold hans er sagt hvítara og blæfallegra en villts þorsks auk þess sem flökin voru talin innihalda færri orma. Einnig var los í flökum eldisþorsks lítið fyrir fisk sem alinn var í sjó undir 7 gráðum en losið jókst eftir því sem hitastigið hækkaði en lægsta hitastigið sem fiskur var alinn í var 1°C en það hæsta 16°C. Þá þóttu bragðgæði þessara flaka síst verri en sambærilegra flaka villts þorsks.

Hafrannsóknastofnun hefur fylgst með sjókvíaeldinu sem fram fer í Norðfirði, Stöðvarfirði, Hnífsdal og Patreksfirði sem felst aðallega í merkingu og skráningu á þyngdarbreytingum (Björn Björnsson, 1994). Í þessu verkefni kom Rf til samstarfs við Hafrannsóknastofnun á eldinu í Norðfirði en þáttur Rf fólst aðallega í efnagreiningum og skynmati. Í júlí 1993 fékk fiskeldisfyrirtækið Þorskur h/f í Norðfirði, sem er í eigu Gísla Garðarssonar og Sævars Jónssonar, leyfi til að veiða 10 tonn af undirmálsþorski til áframeldis í sjókvíum. Þorskin veiddu þeir á grunnslóð í Norðfirði og Mjóafirði og færðu lifandi í tvær sjókvíar sem staðsettar eru um 100 m út í firðinum við kaupstaðinn. Fiskinn flokkuðu þeir í tvær stærðir og deildu í sitthvora kvína en í smærri flokknum lenti fiskur sem var undir 1 kg eða undir 50 cm en stærri fiskur í flokki þar yfir. Í desember 1993 var slátrað nokkru magni af fiski sem seldur var ferskur til Bandaríkjanna og líkaði hann vel, líkt og fiskurinn úr tilraunastöðinni í Grindavík. Öllum fiskum úr kvínni sem ól stærri fiskinn var slátrað í janúar 1995.

Hér verður fjallað um helstu niðurstöður sem fengust eftir að fylgst hafði verið með stærðar- og þyngdarbreytingum á eldisfiskinum í u.þ.b. eitt ár. Auk þess var markmið rannsóknarinnar að kanna hvort mikill breytileiki væri á efnasamsetningu, skynmati og ormafjölda í flökum eldisþorsks og villts þorsks og kanna hvort lifrarstærð eldisþorsksins væri frábrugðin þeim villta. Einnig voru um 30 þorskflök af eldisþorski annars vegar og villtum þorski hins vegar fryst til að kanna hvort breytingar ættu sér stað í bragðgæðum fisksins við allt að 1 árs geymslu í frosti, eins og talið hefur verið, en vikið verður að því síðar. Þessari rannsókn er ekki lokið. Þá voru gerðar rifþolsmælingar á holdi þorsks úr sjókerjaeldinu í Grindavík. Þorskar aldir við þrjú mismunandi hitastig voru rannsakaðir og einnig áhrif geymslu þeirra í ís á rifþolið. Einnig voru niðurstöður þessara mælinga bornar saman við rifþol villts þorsks úr niðurstöðum eldri mælinga (Erla Salómons dóttir og Jónas Bjarnason, 1975; Jónas Bjarnason og Botta, J.R., 1987).

Auk þess verður hér fjallað um nokkrar erlendar rannsóknir sem gerðar hafa verið á samanburði á eldisfiski og villtum fiski, sérstaklega m.t.t. þorsks.

1.1. Fræðileg umfjöllun

Áhugi á áframeldi á þorski, þar sem smáþorskur er veiddur lifandi og alinn áfram í kvíum eða kerjum eykst stöðugt, bæði í norður Evrópu og Kanada en Norðmenn hafa þó langmesta reynslu á þessu sviði.

Jobling (1988) greinir frá helstu umhverfisþáttum og fæðugjöf sem áhrif geta haft á vöxt þorska í eldi. Þar kemur fram að til að tryggja hámarksvöxt fiskanna þá er nauðsynlegt að halda súrefnismagni sjósins sem notað er í eldinu sem næst metnun. Þá eru þorskar viðkvæmir fyrir lágum saltstyrk og ef hitastig vatnsins er 10°C þá má saltstyrkurinn ekki fara undir 0,7-0,8% en fiskurinn þolir nokkuð lægri saltstyrk sé hitastigið lægra. Hámarkshitastig sem þorskur þolir, sem vanur er 5°C, er 16-17°C en 21-22°C fyrir fisk sem vanur er 16°C. Hins vegar þolir þorskur sem vanur er 8-10°C allt niður að -1°C nema ef hitastigið lækkar mjög snögglega. Þorskurinn þolir því frost þar sem styrkur glykópróteina í millifrumuvökvanum eykst en glykópróteinin virka sem n.k. frostlögur. Nokkrar tilraunir hafa sýnt að á hitastigsbilinu 9-17°C eru ýmsir þættir í hámarki sem leiða til hraðs vaxtar, t.d. matarlyst, en hámarksmatarlyst næst yfirleitt við 13,5°C þótt lægra hitastig gildi fyrir þorsk sem vanari er kaldari sjó. Hámarksvöxtur fæst þó við hitastig sem er lítið eitt lægra en það hitastig sem gaf hámarks matarlyst. Þá hefur einnig verið sýnt fram á að minni þorskur kýs hærra hitastig en stærri. Algeng fæða þorska í áframeldi er loðna, síld og ýmiss konar fiskúrgangur. Þar sem það tekur þorskinn nokkra daga að tæma magann er nóg að fæða fiskinn annan hvern dag til að viðhalda hámarks vaxtarhraða (Daan, 1973). Eftir því sem stærð fiskanna eykst hægir á vextinum (Jobling, 1983; Brett, 1979).

Þorskar sem nærast á fituríku fóðri í miklu magni, eins og síld og loðnu, fá yfirleitt stóra fitulifur en ekki nægjanlegt prótein til að viðhalda stöðugum og örur vexti (Lie et al, 1986). Loðna og síld eru því ekki ákjósanlegasta fóður fyrir þorsk í eldi samkvæmt þessu, sérstaklega ef það er gefið eingöngu. Hins vegar hefur verið sýnt fram á að þorskur í örur vexti sem alinn er á náttúrulegu" fóðri, t.d. heilli loðnu og síld, fær ekki eins stóra og fituríka lifur eins og þorskur sem alinn er á svokölluðu formúlufóðri, t.d. hakkaðri fiskimjölsbættri síld. Ástæðan fyrir þessu er talin sú að frásog formúlufóðurs úr meltingarvegi gerist mun hraðar en ef náttúrulegt fóður er gefið en það leiðir af sér betri meltun, betri nýtingu næringarefna og minni uppsöfnun fitu í lifur (Jobling 1988). Hjá þorski safnast orkubirgðir hans fyrir í lifrinni sem fita en ekki í flökin eins og í laxfiskum nema í mjög litlum mæli, eða innan við 1% í flestum tilvikum. Geymsluþol þorskflaka í frosti er því takmarkað þar sem samspil á niðurbroti próteina og fosfólípíða á sér stað, en fosfólípíðar eru uppistaða fituefna í holdi þorska (yfir 87% af fitunni). Hjá laxfiskum takmarkar þrúnun þríglýseríða geymsluþolið (Love, 1980). Þetta bragðvonda efnasamband, "kulda-geymslubragð" (cold store flavor) sem myndast út frá fosfólípíðunum heitir cis-4-heptenal og er það talið tengjast næringarástandi fisksins við slátrun. Bragð fisks sem inniheldur þetta efni hefur verið líkt við pappakassa-, rjóma-, eða málningarbragð (McGill et al, 1974). Þetta vandamál virðist vera mest í stríðsölnum fiski en hægt er að draga verulega úr myndun efnisins með því að svelta fiskinn nokkrar vikur fyrir slátrun (Love, 1980). Við svelt breytist samsetning fosfólípíðanna lítið en hlutfall ómettaðra fitusýra minnkar og sérstaklega þeirra fjölómettuðustu eða omega 3 fitusýra en cis-4-heptenal er afleiðing oxunar á þeim fitusýrum. Þar sem mest er af omega 3 fitusýrum í þorskhaldi þá veldur fækkun fjölómettaðra fitusýra því að minna af cis-4-heptanal myndast við frostgeymslu. Í rannsókn Ross og Love (1979) kom í ljós verulegur munur á cis-4-heptenal þorsks sem

var alinn alveg fram að slátrun og fiski sem sveltur hafði verið í 2 mánuði fyrir slátrun. Sveltur fiskurinn var aðeins með 3,5 nmol cis-4-heptenal/1000g en sá ósvelti var með 23 nmol eftir 10 vikna geymslu við -10°C. Flök af svelta fiskinum komu betur út í skynmati, sérstaklega er á geymslutímum leið, en hann var einnig töluvert vatnsmeiri en sá ósvelti eða 84,5 % hjá þeim svelta á móti 79,9% hjá þeim ósvelta. Love (1975) tók eftir að flök sem höfðu aðeins 0,1 prósentustigs mismun á fituinnhaldi og geymd voru við -30°C í 3 mánuði höfðu mjög mismunandi bragð- og lyktgæði, þeim magrari í hag. Þá hefur ein rannsókn sýnt að þorskur sem alinn var á smáum, feitum uppsjávarfiski, var með mýkra hold en sambærilegur villtur þorskur og eftir frostgeymslu dripaði meira úr flökum eldisþorsksins (Ang&Haard, 1985). Enginn sjáanlegur munur var þó á efnasamsetningu þessara flaka. Jobling (1988) ályktaði því að eldisþorskur væri líklega óhæfur til geymslu í frosti og væri því betra að neyta hans fersks.

Það ber að hafa í huga að fiskur í eldi syndir mun minna en villtur fiskur en hreyfingin er einmitt nauðsynleg fyrir vöxt og heilbrigði fisksins. Í tilraun með ufsa (*Gadus virens*) í stöðugri hreyfingu í 42 daga, var sambærileg þyngdaraukning og hjá samanburðahópi í hreyfingarleysi. Hins vegar höfðu vöðvaþræðir í dökka vöðva ufsans, sem var á hreyfingu, aukið þvermál sitt um 55% (Walker, 1971).

Flök eldisþorsks einkennast af "mjúkri" áferð en eftir suðu þá er áferð þeirra seigari og þurrari í skynmati samanborið við villtan þorsk (Losnegard et al., 1986). Sýrustig flakanna hefur mikil áhrif á þetta en það er 0,5-0,9 pH-einingum lægra í eldisþorski en villtum þorski, mælt sólarhring eftir veiði (Rustad, 1992). Þetta stafar af því að glykógen- og mjólkursýruinnihald eldisþorsks er oftast mun hærra en villts þorsks en það má minnka verulega með því að svelta fiskinn fyrir slátrun. Segars og Johnson (1987) mældu áferðina (rifþol) í soðnum þorskvöðva í Instron áferðarmæli. Flök með pH 6,5 (sveltur eða villtur þorskur) höfðu rifþolsgildið 7 N/cm² en flök með pH 6,2 (eldisþorskur) höfðu gildið 22 N/cm². Þorskur úr Eystrasalti hefur oft mjög mjúka áferð en því fylgir lágt próteininnihald og pH yfir 6,8. Þetta er talið stafa af því að sveltítími þess þorsks er oft mjög langur þar sem þeir þurfa oft að synda mjög langar vegalengdir til hrygningastöðva (Börresen, 1992). Í tilraun Rustad (1992) kom fram að vatnsbindieiginleikar villts þorsks eru meiri en eldisþorsks, en fiskarnir voru teknir úr eldisstöðvum nálægt Þrándheimi en villtir þorskar veiddir á svipuðum slóðum og eldisstöðvarnar voru staðsettar á. Eldisfiskurinn var alinn á ýmsum fiskúrgangi, í 2 til 3½ mánuð, sem líktist fæði villts þorsks og sveltur í 1 eða 2 mánuði fyrir slátrun. Vatnsbindieiginleikar flakanna jukust eftir því sem á fóðrunina leið en þeir jukust einnig sem á sveltítímum leið. Þetta bendir til þess að þorskur, sem alinn er á fóðri af þessari gerð, fái hold sem líkist meira eiginleikum villts þorsks heldur en ef fiskurinn er alinn á síld eða laxafóðri.

2. EFNI OG AÐFERÐIR

Hafrannsóknastofnun hóf sínar rannsóknir, undir stjórn Vilhjálmssonar, 6. janúar 1994 með því að merkja, vigta og mæla þyngd um 130 villtra þorska. Níunda júní og 24. október sama ár var svo svipaður fjöldi fiska mældur og vigtaður, í hvort skipti, auk þess sem nýir fiskar voru merktir. Fjórtánda janúar 1995 var svo öllum fiskum úr kvínni slátrað eftir að hafa verið haldið í sveltí í u.þ.b. 5 vikur. Í júní 1994 var auk þess 36 eldisþorskum og 64 villtum þorskum úr Norðfirði slátrað en

Þeir nýttust til að bera saman lifrarstærðir eldis- og villtra þorska auk þess sem nokkur flök voru efnagreind. Í október 1994 var síðan 10 eldisþorskum og öðrum 10 villtum þorskum slátrað og flök þeirra efnagreind, ferskleikametin og ormatalin. Einnig fór fram efnagreining á flökum þorskanna sem slátrað var í janúar 1995 auk þess sem villtir þorskar úr Norðfirði voru veiddir á svipuðum tíma og þeir efnagreindir til samanburðar. Þá voru um 20 flök eldisþorska og annar eins fjöldi flaka villtra þorska plötufrost í þeim tilgangi að kanna hvaða áhrif langvarandi frystigeymsla hefur á gæði flakanna. Flökin munu verða könnuð með skynmati á nokkurra mánuða fresti og er þeirri rannsókn ekki lokið.

Efnagreiningar voru framkvæmdar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins í Norðfirði. Vatn var mælt með því að vigta sýnið, þurrka það í hitaskáp í 16-18 klst. við 102°C, kæla það í þurrkskál og vigta. Prótein var mælt skv. Kjeldahl aðferð (A.O.A.C., 1990). Fita var mæld með Soxhlet aðferð (A.O.A.C., 1990), með þeirri breytingu að í stað þess að þurrka sýnin í hitaskáp voru þau þurrkuð með natrium sulfati.

Skynmat var framkvæmt af 12 manna þjálfuðum skynmatshópi Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins á soðnum flökum af eldisþorski og villtum þorski sem hafði verið slátrað 9/6 og 24/10, þ.e. samtals 4 sýni. Flök júnífisksins voru fryst við -20°C og geymd við það hitastig þar til þau voru þídd í kæli 18 tímum fyrir skynmat sem framkvæmt var 26/10. Flök októberfisksins voru ísuð og geymd í kæli áður en þau voru metin u.þ.b. 2 sólarhringum síðar. Vegna annarra rannsókna á fiskinum hafði hann lítt eða ekkert verið blóðgaður fyrir slátrun þannig að sum flökin höfðu rauðleitan blæ. Ferskleiki var metinn skv. Torry einkunnagjöf fyrir soðinn þorsk; 3 til 10 þar sem 3 stóð t.d. fyrir sterkt beiskt bragð og 10 fyrir vatnskennt eða málmkennt bragð. Einnig var skynmatshópurinn beðinn að gera athugasemdir við hvert sýni.

Ormatalning var framkvæmd á flökum með pepsinaðferð sem lýst er í grein úr *Bekanntmachungen des BGA* (1988). Notað var 200-400 g af holdi allt eftir því hve flakið var stórt.

Rifþol var mælt í þorskum sem aldir voru í kerjum við þrjú mismunandi hitastig, 3, 7 og 9°C, í tilraunaeldisstöðinni í Grindavík. Þorskurinn var slógdreginn og blóðgaður, því næst settur í ís og geymdur í kæli (0°C) í 5 sólarhringa eða þar til hann fór úr dauðastirðnun. Þá var hann flakaður á hægri hlið og roðdreginn en afgangurinn af fiskinum var geymdur áfram í ís í 12-13 daga en þá var vinstra flakið tekið af og meðhöndlað á sama hátt og það hægra. Flakið var skorið í beinni línu eftir endilöngu í bita sem voru um 4 cm á breidd og 6 cm á lengd en fjöldi bitanna og þykkt þeirra fór eftir stærð og lengd flaksins. Bitarnir voru númeraðir þannig að biti nr. 1 var alltaf næst sporðinum og síðasta númerið var næst hausnum en þar aftast gengu stundum nokkrir cm af. Bitarnir voru vegnir, settir í plastpoka og geymdir í ís fyrir mælingu til að þeir hitnuðu sem minnst yfir 0°C. Þá var bitunum komið fyrir í þar til gerðri gaddakvörn sem lýst er af Erlu Salomonsdóttur og Jónasi Bjarnasyni (1975) en hún var síðan tengd við áferðarmæli (Instron Food Testing Instrument, table model 1140, load cell 2512-209) sem greindi rifþolið með því að mæla þann kraft sem þurfti til að rífa bitann í sundur en hann var reiknaður sem Newton/10 g. Hraði mælisins (crosshead speed) og ritans (chart speed) var 20 cm/mín. Eftir rifþolsmælinguna voru bitarnir hakkaðir og sýrustig þeirra mælt beint (án þynningar með vatni) með sýrustigsmæli (Radiometer Copenhagen PHM80 Portable pH Meter).

Tölfræðilegt uppgjör var byggt á student t-test og ANOVA (Analysis of variance).

3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

3.1. Mælingar á vexti.

Til að meta vöxt fiska er algengast að nota eftirfarandi jöfnu sem lýsir vaxtarhraðanum eða dagvexti (specific growth rate): $G = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1) \cdot 100$. P_1 og P_2 er heildarþyngd fiskanna fyrir hvort tímabil en $t_2 - t_1$ er dagafjöldi á milli mælinga. Einnig er vöxturinn metinn einfaldlega með því að reikna út þyngdaraukninguna á dag á milli mældidaga.

Alls náðist að mæla og vigta 12 sömu merktu fiskana þá daga sem mælingar voru gerðar í tvö fyrstu skiptin, þ.e. 6/1, 9/6 og 24/10 1994 en 9 fiska þann 14/1/95. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 1.

Tafla 1. Vaxtarbreytingar þorsks í kvíaeldi í Norðfirði á samtals 373 daga tímabili. .

Sýni nr.	Þyngd (g)				Vaxtarhraði			Þyngdarbreyting		
	6/1/94	9/6/94	24/10/94	14/1/95	G1 ¹	G2	G3	ÞB1 ²	ÞB2	ÞB3
1	1775	2199	2840	2717	0,14	0,19	-0,05	2,8	4,7	-1,5
2	1335	2087	3052	2466	0,29	0,28	-0,26	4,9	7,0	-7,1
3	1620	1396	1842		-0,10	0,20		-1,5	3,3	
4	1649	2527	3676	3298	0,28	0,27	-0,13	5,7	8,4	-4,6
5	1380	2365	3170	3075	0,34	0,21	-0,04	6,4	5,9	-1,2
6	1700	2544	3780	3446	0,26	0,29	-0,11	7,4	9,0	-4,1
7	790	1210	1653	1460	0,28	0,23	-0,15	2,7	3,2	-2,4
8	1057	1340	2109	2054	0,15	0,33	-0,03	1,8	5,6	-0,67
9	850	1090	1540		0,16	0,25		1,6	3,3	
10	2005	3056	4410	3946	0,27	0,27	-0,14	6,8	9,9	-5,7
11	1805	2534	3396		0,22	0,21		6,5	6,3	
12	1413	1405	1214	1108	0	-0,11	-0,11	-0,05	-1,4	-1,3
x³	1448	1979	2724	2619	0,19	0,22	-0,11	3,8	5,4	-3,2
sf.⁴	386	658	1028	942	0,13	0,11	0,08	2,9	3,1	2,3

¹ G1 = Vaxtarhraði (specific growth rate) fyrir tímabilið 6/1 til 9/6 (154 dagar)

G2 = Vaxtarhraði fyrir tímabilið 9/6 til 24/10 (137 dagar)

G3 = Vaxtarhraði fyrir tímabilið 24/10/94 til 14/1/95 (82 dagar)

² ÞB1 = Þyngdarbreyting fyrir tímabilið 6/1 til 9/6

ÞB2 = Þyngdarbreyting fyrir tímabilið 9/6 til 24/10

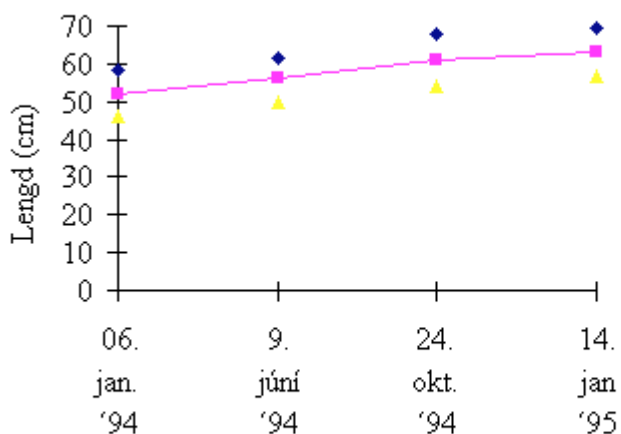
ÞB3 = Þyngdarbreyting fyrir tímabilið 24/10/94 til 14/1/95

³ x = Meðaltal

⁴ sf. = Staðalfrávik

Á fyrsta tímabilinu (6/1 til 9/6) var vaxtarhraðinn (G1) að meðaltali **0,19** en á öðru tímabilinu var hann **0,22** og reyndist því ekki marktækur munur á vaxtarhraða á milli þessara tímabila ($p < 0,05$). Hins vegar var vaxtarhraðinn neikvæður á síðasta tímabilinu eða -0,11. Þetta skýrist að hluta til af því að þorskurinn var sveltur síðustu 5

vikurnar fyrir slátrun þannig að gengið hafði á fitubirgðarnar í innnyflum og lifur en líklega hafði gengið eitthvað á holdið líka þar sem innnyflin (þar með talið lifur) voru **24,6%** af heildarþyngd fisksins í júní, **18,1%** í október og **22,3%** í janúar '95, þ.e. innnyflapunginn í janúar '95 er ekki marktækt minni en í júní '94 og reyndar er hann marktækt meiri í janúar en í október. Slátrunin fór fram um 2 vikum síðar en áætlað var í upphafi og varð því sveltítíminn óeðlilega langur en það kann að hafa leitt til rýrnunar á holdi þorsksins. Bein þyngdaraukning var marktækt meiri á öðru tímabilinu eða að meðaltali **5,4 g/dag** á móti **3,8 g/dag** fyrir fyrsta tímabilið en það er eðlilegt að fiskurinn bæti fleiri grömmum við þyngd sína eftir því sem hann stækkar þótt hlutfallslegur vaxtarhraði aukist ekki mikið. Á síðasta tímabilinu léttist fiskurinn hins vegar umtalsvert eða um **3,2 g/dag** að meðaltali. Ef þyngdaraukningin er reiknuð í prósentum yfir 373 daga tímabilið þá er hún að meðaltali **81%** eða um **0,22%** á dag. Hins vegar voru 7 sýnanna með þyngdaraukningu á bilinu **100 til 130%**, þ.e. meira en tvöföldun þyngdar á rúmlega ári í eldi. Þrátt fyrir að þorskurinn léttist á síðasta tímabilinu kemur í ljós að hann heldur áfram að lengjast með svipuðum hraða og áður, eins og sést á mynd 1.



Mynd 1. Lengdarbreyting á þorski í kvi í Norðfirði

Tafla 2 sýnir ástandsstuðullinn (K : condition factor) en hann er mælikvarði á næringarástand fisksins og er reiknaður skv. jöfnunni; $K = P/L^3$, þar sem P er heildarþyngd fisksins og L er lengd hans. Í tilraun Petersen og Jobling (1989) kom í ljós að þorskur í lélegu næringarástandi, þ.e. hafði lágt K , óx hraðar en þorskur sem betur var á sig kominn en þorskur með K á milli **1,0 til 1,2** var skilgreindur sem vel á sig kominn. Samkvæmt því eru þorskarnir sem mældir voru í Norðfirði vel á sig komnir

og hækkaði ástandsstuðullinn eftir því sem á eldið leið, nema á síðasta tímabilinu en þá var stuðullinn ekki nema 0,89 sem skýrist fyrst og fremst á hinum langa sveltítíma. Það ber þó að hafa í huga að hér er um lítið úrtak að ræða. Hins vegar sýnir annað úrtak 36 eldisþorska og 64 villtra þorska, sem tekið var þann 9/6 úr kvínni, að meðalástandsstuðullinn fyrir eldisþorskinn var **0,93±0,12** en villta þorsksins **0,89±0,06**, sem er rétt fyrir neðan þau mörk sem miðað er við fisk í góðu næringarástandi.

Tafla 2. Ástandsstuðull fyrir þorsk í kvíaeldi í Norðfirði

Sýni nr.	Ástandsstuðull (K)			
	6/1/94	9/6/94	24/10/94	14/1/95
1	1,60	1,02	0,99	0,94
2	1,07	1,33	1,41	1,09
3	1,30	1,05	1,17	
4	0,76	1,01	1,17	0,96
5	0,79	1,21	1,15	1,07
6	1,02	1,3	1,31	1,15
7	0,99	1,24	1,18	0,98
8	0,90	1,01	1,20	0,11
9	1,15	1,12	1,16	
10	0,93	1,22	1,23	1,06
11	0,97	1,18	1,13	
12	0,85	0,76	0,69	0,63
Meðaltal	1,03	1,10	1,15	0,89
Staðalfrávik	0,24	0,16	0,18	0,33

Samanburður á lifrarstærð (HSI gildi) eldisþorsks og villt þorsks í sama úrtaki sýndi að lifrarstærð eldisþorsksins var að meðaltali **4,1%±3,5** af heildarþyngd þorsksins og þess villta **6,8%±2,9**. Megnið af eldisþorskinum í þessu úrtaki var 30-40 cm en megnið af villta þorskinum 50-60 cm. Séu hins vegar aðeins teknir þorskar úr hvorum flokki af stærðinni 50-70 cm, sem flestir þorskarnir lenda í, kemur í ljós að lifrarstærð eldisþorsksins er **8,8%±2,6** en villta þorsksins aðeins **5,3%±2,1**, en þá er lifrarstærð eldisþorski marktækt stærri en þess villta, en **2-6%** lifrarþungi er talinn æskilegur (Losnegard, 1986).

3.2. Efnagreiningar og skynmat.

Niðurstöður efnagreininga á fjórum þorskflökum jafnmargra fiska sem teknir voru úr eldi 9/6/94, 24/10/94 og 14/1/95 eru sýndar í töflu 3. Þar er mest áberandi hve fituinnihald flaka var meira í eldisfiskinum eða milli **0,9 til 1,5%** að meðaltali fyrir eldisþorskin en **0,4 til 0,9%** fyrir þann villta. Þá var vatnsinnihald flaka villta fisksins marktækt hærra ($p<0,05$) en eldisfisks sem slátrað var 9/6/94 og 14/1/95 en þetta snýst við í þorskunum sem slátrað var 24/10/94. Það kemur á óvart hið mikla vatnsinnihald í eldisþorskinum frá 24/10 en venjulega er villtur þorskur vatnsmeiri en ósveltur eldisþorskur (Ross og Love, 1979). Próteininnihald eldisþorsksins og þess villta er svipað þann 9/6 og 24/10 en eldisþorskurinn hefur marktækt ($p<0,05$) hærra prótein en villtur þorskur frá sama tíma.

Tafla 3. Grunnefnagreiningar á þorskflökum af villtum fiski og eldisfiski úr Norðfirði.

Sýni	Vatn (%)	Prótein (%)	Fita (%)
Eldisþorskur 9/6/94	79,1 ± 0,5	19,3 ± 0,6	1,4 ± 0,1
Villtur þorskur 9/6/94	80,6 ± 0,2	18,7 ± 0,3	0,70 ± 0,14
Eldisþorskur 24/10/94	82,0 ± 0,5	17,7 ± 0,6	1,0 ± 0,1
Villtur þorskur 24/10/94	80,8 ± 0,8	18,0 ± 0,4	0,43 ± 0,05
Eldisþorskur 14/1/95	79,0 ± 0,6	21,0 ± 0,3	0,85 ± 0,13
Villtur þorskur 14/1/95	81,0 ± 0,4	17,9 ± 0,4	0,53 ± 0,10

Skynmat á nokkrum flökum af þorski sem metin voru soðin leiddi ekki í ljós marktækan mun ($p < 0,05$) á ferskleika eldisþorsks og villts þorsks, enda var í öllum tilfellum um nýjan þorsk að ræða sem fékk góða einkunn eða á milli 8,3 til 9. Helsti munur á sýnunum virtist vera á áferð. Ófrysti eldisþorskurinn þótti yfirleitt hafa mýkri, vatns- og fitukenndari áferð en sá villti sem þótti stinnari, sætari og þéttari í sér. Þetta kemur ekki á óvart þar sem vatns- og fituinnihald flaka eldisþorsksins er töluvert hærra en þess villta, auk þess sem ekki er óeðlilegt að eldisfiskurinn hafi mýkra hold þar sem hann syndir mun minna en sá villti. Þetta veldur því að ef villti þorskurinn er í góðu næringarlegu ástandi þá hefur hann stærri og sterkari vöðvaþræði (sérstaklega í dökka vöðvalaginu) en sá aldi og flökin hafa því stinnari áferð sbr. athugun Walker (1971). Oftast er þó áferð flaka af eldisfiski þurrari og seigari en af villtum þorski (Losnegard et al, 1986). Það ber þó að hafa það sterklega í huga að í þessari rannsókn var eldisþorskurinn ekki sveltur fyrir slátrun og við sveltí ætti því þessi fituinnihaldsmunur og hugsanlega áferðarmunur að minnka. Frysti eldisþorskurinn þótti hins vegar mjög seigur og þurr en sambærilegur villtur þorskur þótti ögn skárri. Frysti þorskurinn hafði verið hægfrystur en við það rýrna gæðin mikið. Vel má vera, þar sem frysti eldisþorskurinn fær aðeins verri umsögn en sá villti, að áhrif frá cis-4-heptenal, sem greint var frá hér að framan í inngangi (McGill et al, 1974), sé um að ræða en úr því fæst ekki fyllilega skorið nema með frekari rannsóknum.

3.3. Ormatalning.

Taldir voru ormar úr flökum þorska sem slátrað var 24/10. Af 6 fiskum úr hvorum flokki kom í ljós að eldisþorskurinn hafði **6,2 orma/kg** af holdi en villti þorskurinn **10,8 orma/kg**, en langflestir þeirra voru selormar (*Pseudoterronova*). Þessar niðurstöður eru í samræmi við athuganir (óbirtar enn) sem Logi Þormóðsson gerði á flökum fjölda eldisþorska og villtra þorska í Grindavík en hann fann sárafáa orma í flökum eldisþorsksins en mun fleiri í þeim villta. Þar sem ekkert er af selormi og tiltölulega

lítið er af síldarormi í íslenskri síld og loðnu, sem þorskurinn var fóðraður á, þá bætist lítið af ormi í fiskinn og enginn náttúrulega ef fóðrið er fryst fyrir gjöf, þar sem öll sníkjudýr drepast við frystingu. Það á sér því stað eðlileg fækkun á ornum í eldisþorskinum þar sem lítið eða ekkert af nýjum ornum bætist við en. Hins vegar eru skiptar skoðanir á því hvort ormurinn, sem fyrir er í holdinu, hverfi þaðan fyrir en gengur og gerist fyrir villta þorskinn.

3.4. Rifþolsmælingar.

Niðurstöður mælinga á rifþoli eru sýndar í töflum 4-6. Ekki voru marktækar breytingar á rifþoli frá 5. degi til 12.-13. dags (Student t-test, $p < 0,05$) fyrir öll hitastigin þó svo að það lækkaði í öllum tilfellum lítillega með tíma og þá sýnu mest fyrir þorsk sem alinn hafði verið við 9°C , þar sem meðalrifþolið lækkaði úr 23,2 N/10g í 20,3 N/10g. Losið varð þó ekki sýnilegra eftir 13 daga geymslu á þorskinum en þessar niðurstöður benda til þess að óhætt er að geyma eldisþorsk í ís í a.m.k. 13 daga án þess að það leiði til umtalsverðs meira loss í holdi þorsksins.

Þegar bornar voru saman niðurstöður rifþolsmælinga á þorski sem geymdur hafði verið í jafn langan tíma eftir slátrun, en alinn upp við mismunandi hitastig, kom fram marktækur munur á milli 3 og 7°C þorsks og á milli 7 og 9°C þorsks fyrir 12-13 daga þorskinn (sjá ANOVA töflu í viðauka, $p < 0,05$). Hins vegar var þorskurinn, sem alinn var upp við 7°C , töluvert stærri en þorskarnir sem aldir voru upp við hin tvö hitastigin.

Botta og Jónas Bjarnason (B&J) (1987) gerðu viðamiklar rannsóknir á losi í villtum þorski árið 1987. Notuðust þeir við sama tækjabúnað til mælinga á rifþoli og notaður var í þessari rannsókn auk þess sem flökin voru skynmetin til að meta á hvaða stigi losið var. Einkunnaskalinn náði frá 1 (ekkert los) og upp í 6 (mjög mikið los, eða yfir 75% af flakinu) og þegar rifþolstölurnar úr rannsókn B&J eru settar í samhengi við skynmatseinkunnaskala þeirra er útkoman eins og sýnd er í töflu 7.

Eina af þeim mælingum sem B&J gerðu er hægt að bera saman við niðurstöður þessarar rannsóknar. Þeir athuguðu breytingar á rifþoli í flökum af þorski sem veiddur var í ágúst 1987 og geymdur í ís í allt að 15 daga. Ekki reyndist marktækur munur á 3 daga þorski og 15 daga eða 35,4 N/10g fyrir 3 daga þorskinn og 32,6 N/10g fyrir þann 15 daga. Í skynmati fékk 3 daga þorskurinn 2,2 og sá 15 daga 2,9 í einkunn en einkunnin 2 þýddi að los var í undir 20% af flatarmáli flaksins en einkunnin 3 að los var í yfir 20% flaksins. Rifþolstölurnar úr rannsókn B&J eru talsvert hærri en fengust úr þessari tilraun, þegar sambærilegar stærðir af þorski voru bornar saman (7°C fiskur úr þessari tilraun), enda reyndist rifþolið vera mest í fiski veiddum í ágústmánuði af þeim mánuðum sem teknir voru fyrir. Meðalrifþol í mánuðunum maí og júní, í rannsókn B&J, var hins vegar áþekkt rifþolinu fyrir þorskinn sem alinn var við 7°C í þessari rannsókn, og var af sambærilegri stærð, eða 23,6 - 24,6 N/10g í rannsókn B&J en 25,5 N/10g í þessari rannsókn. Lægstu rifþolsgildin sem fengust úr þessari rannsókn komu frá þorski sem alinn var upp við 3°C , eða um 18,5 N/10g í 5 daga þorskinum og 17 N/10g í þeim 13 daga en sambærileg gildi voru nokkuð hærri fyrir 9°C þorskinn og mun hærri fyrir þorskinn sem alinn var við 7°C . Má segja að það sé í nokkru ósamræmi við það sem almennt var talið af seljendum og kaupendum á eldisfiskinum (Logi Þormóðsson, 1994), þ.e. að þorskur sem alinn var við hæstu hitastigin (9, 11 og

Tafla 4. Rifþol og sýrustig í holdi þorsks sem alinn var við 3°C og geymdur í ís eftir slátrun í 5 daga og 13 daga fyrir mælingu.

Sýni merkt.	Slægð þyngd (g)	Lengd (cm)	Rifþol (N/10g) 5 daga	pH	Rifþol (N/10g) 13 daga	pH
514 kk*	1530	53,6	14,0	6,47	12,9	6,48
516 kk	1380	50,4	20,3	6,35	18,8	6,30
517 kk	1180	49,6	17,5	6,48	15,1	6,46
520 kk	1665	57,0	18,0	6,42	17,3	6,42
525 kk	2215	59,5	19,6	6,28	17,7	6,24
698 kk	1055	47,5	15,3	6,51	14,9	6,59
699 kk	1060	49,8	25,1	6,54	22,1	6,55
Meðaltal	1440 ± 413	52,5 ± 4,4	18,5 ± 3,6	6,44 ± 0,09	17,0 ± 3,0	6,43 ± 0,13

*kk = hængur

Tafla 5. Rifþol og sýrustig í holdi þorsks sem alinn var upp við 7°C og geymdur í ís í 5 daga og 12 daga fyrir mælingu.

Sýni merkt	Slægð þyngd (g)	Lengd (cm)	Rifþol (N/10g) 5 daga	pH	Rifþol (N/10g) 12 daga	pH
676 kk	2805	66,2	26,8	6,30	26,5	6,26
677 kvk**	4125	74,2	27,5	6,33	26,1	6,27
678 kk	3400	72,9	26,5	6,33	27,4	6,31
679 kvk	4840	76,9	21,6	6,20	21,5	6,22
680 kvk	4050	72,3	24,3	6,27	24,7	6,24
681 kk	3265	68,6	23,2	6,35	19,4	6,32
682 kk	3960	73,8	23,4	6,27	24,7	6,25
683 kvk	3225	66,3	28,8	6,27	27,5	6,22
684 kvk	3720	72,0	27,5	6,29	30,2	6,40
685 kk	2725	65,2	25,6	6,44	26,0	6,26
Meðaltal	3610	70,1	25,5	6,31	25,4	6,28
Staðalfrávik	654	4,0	2,3	0,06	3,1	0,06

*kvk = hrygna

Tafla 6. Rifþol og sýrustig í holdi þorsks sem alinn var við 9°C og geymdur í ís í 5 daga og 13 daga fyrir mælingu.

Sýni merkt	Slægð þyngd (g)	Lengd (cm)	Rifþol (N/10g) 5 daga	pH	Rifþol (N/10g) 13 daga	pH
508 kk	2235	59,2	25,7	6,33	20,0	6,30
509 kvk	1965	60,4	18,5	6,31	18,2	6,30
510 kk	2900	65,4	31,5	6,54	26,6	6,51
511 kk	1715	58,1	26,3	6,85	23,7	6,80
512 kvk	1740	58,2	18,4	6,36	17,8	6,33
688 kvk	2550	63,3	20,8	6,33	17,9	6,30
689 kvk	2335	62,4	20,9	6,32	18,2	6,33
Meðaltal	2206	61,0	23,2	6,43	20,4	6,41
Staðalfrávik	435	2,8	4,8	0,20	3,5	0,19

13°C) var með mesta losið en lægri hitastig gáfu af sér þorsk með minna los. Þó eru fleiri þættir sem spila inn í og þar má fyrst nefna að 3°C þorskurinn var mun minni en 9 og 7°C þorskurinn og reyndar var 7°C þorskurinn að meðaltali stærstur og allir þorskarnir úr þeim flokki voru kynþroska en aðeins hluti 3°C þorskanna var kynþroska. Rannsóknir Ross og Love (1979) sýndu að ókynþroska þorskur var yfirleitt lausari í sér en kynþroska þorskur. Það er nálægt því að vera línuleg samsvörun á milli stærðar þorskanna og rifþols þeirra og því væri vert að skoða nánar hvort sú staðreynd hafi meira að segja en það hitastig sem fiskurinn var alinn upp í.

Þó að þjálfaður skynmatshópur væri ekki látinn meta flökin í þessari rannsókn eins og gert var í rannsókn B&J fór fram skynmat á þeim sem byggt var á einkunnaskala B&J, sbr. tafla 7. Fyrir lægstu gildin (15 -18 N/10g) var hægt að greina talsvert los sem þó var ekki eins mikið og tafla 7 gefur til kynna og yfirleitt virtist losið minna en rifþolsgildin gefa til kynna. Því ber að muna að í þessari rannsókn var unnið með eldisþorsk, sem almennt er talinn hafa mýkri holdáferð, en líklegt er að það leiði til lægri rifþolsgilda, þótt losið sjálft eða sprungumyndun í flakinu sé ekki mikil.

Sýrustig flaka þorska sem aldir voru við mismunandi hitastig var svipað í öllum tilvikum. Þó var sýrustig þorska sem aldir voru við 7°C aðeins lægra en þeirra sem aldir voru við 3 og 9°C. Þá breyttist sýrustig flakanna ekki við geymslu á þorskunum þar sem sýrustigið eftir 5 daga geymslu var svo til það sama og eftir 12-13 daga.

Tafla 7. Einkunnaskali fyrir skynmat og rifþol til að meta los í ferskum og frosum þorskflökum villts þorsks.

Einkunn	Rifþol (N/10g)	Lýsing
1	> 30	Ekkert los og engar langsprungur í flaki.
2	27 - 30	Los í minna en 20% flaksins eða ein til þrjár langsprungur.
3	24 - 27	Dálítið svæðisbundið los (20% af flakinu) og ein til þrjár langsprungur.
4	21 - 24	Dálítið los um allt flakið (75% af flakinu) eða mjög áberandi los á einu svæði (20% af flakinu).
5	18 - 21	Mjög áberandi los í öllu flakinu (75% af flakinu) og mjög mikið los á einu svæði (20% af flakinu).
6	< 18	Mjög mikið los í öllu flakinu (75% af flakinu).

4. LOKAORÐ

Niðurstöður þessarar rannsóknar benda til að vaxtarhraði þorsks í eldi er umtalsverður auk þess sem hold hans inniheldur talsvert færri orma en gengur og gerist í villtum þorski, en það er mikill ávinningur og stuðlar að háu fiskverði á ferskfisksmörkuðum ytra. Þá var fituinnihald flaka eldisþorsksins nokkuð hærra en sambærilegs villts þorsks sem virtist þó ekki bitna mikið á bragðgæðum fisksins.

Los í flökum eldisþorsk frá Grindavík var ekki mikið þótt rifþolsgildin, sem miðuð eru við villtan þorsk, bentu ef til vill til annars.

Ekki var lagt mat á fjárhagslegan ávinning af þorskeldi en ljóst er að gæði fersks eldisþorsks eru ekki síðri en sambærilegs villts þorsks.

5. ÞAKKIR

Þakkir eru færðar öllum þeim sem stuðluðu að framgangi þessa verkefnis en sérstaklega þeim Gísla Garðarssyni og Sævari Jónssyni sem létu af hendi eldisfiskinn og útveguðu bát til veiða og annan útbúnað í Norðfirði. Einnig fá þau Þorsteinn Ingvarsson og Lilja Hulda Auðunsdóttir á Rf í Norðfirði sérstakar þakkir fyrir að framkvæma stærsta hluta efnagreininganna og að lokum Björn Björnsson frá Hafrannsóknastofnun fyrir að útvega þorskinn til losrannsóknanna.

6. HEIMILDIR

A.O.A.C. 1990. 15. Edition, 960.39.

Ang, J.F. and Haard, N.F. 1985. Chemical composition and postmortem changes in soft textured muscle from intensively feeding Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). *J. Food Biochem.* 9: 49-64.

Bekanntmachungen des BGA. 1988. *Bundesgesundhbl.* 12/88, p. 486-487.

Björn Björnsson. 1994. Þorskeldi við Íslandsstrendur. *Sjómannadagsblað Neskaupstaðar.* 17. árg., bls. 40-45.

Botta, J.R. and Jónas Bjarnason. 1987. Factors affecting gaping/looseness of fillets from fresh unfrozen Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Óbirt skýrsla.*

Brett, J.R. 1979. Environmental Factors and Growth. In: "*Fish Physiology*, Vol. VIII." (Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. Editors), Academic Press, London, pp. 279-352.

Börresen, T. 1992. Quality aspects of wild and reared fish. In: "*Quality Assurance in the Fish Industry.*" (Huss, H.H. et al., eds). Elsevier. Amsterdam, p. 1-17.

Daan, N. 1973. A quantitative analysis of the food intake of North Sea cod, *Gadus morhua*. *Neth. J. Sea Res.*, 6: 479-517.

Erla Salomonsdóttir og Jónas Bjarnason. 1975. Los í þorskflökum. *Tæknitíðindi* nr. 62. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

Jobling, M. 1983. Growth studies with fish - overcoming the problems of size variation. *J. Fish Biol.*, 22: 153-157.

Jobling, M. 1988. A review of the physiological and nutritional energetics of cod, *Gadus morhua* L with particular reference to growth under farmed conditions. *Aquaculture*, 70: 1-19

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

Logi Þormóðsson. 1994. (Óbirtar niðurstöður). Tros h/f.

Losnegard, N. Langmyhr, E. and Madsen, D. 1986. Oppdrettstorsk, kvalitet og anvendelse. I. Kjemisk sammensetning som funksjon av aarstiden. *Fiskeridir.*, Rapp. 11/86: 17pp

Love, R.M. 1975. Variability in the Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Northeast Atlantic; A review of seasonal and environmental influences on various attributes of the flesh. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32: 2333-2342.

- Love, R.M. 1980. *The Chemical biology of Fishes*. Academic Press. London. 943 pp.
- McGill, A.S., Hardy, R., Burt, J.R. and Gunstone, F.D. 1974. Hept-cis-4-enal and its Contribution of the Off-flavour in Cold Stored Cod. *J. Sci. Fd Agric.*, 25, 1477-1489.
- Pedersen, T. and Jobling, M. 1989. Growth Rates of Large, Sexually Mature Cod, *Gadus morhua*, in Relation to Condition and Temperature During an Annual Cycle. *Aquaculture*, 81: 161-168.
- Report of the committee on joint collaborative work on the A.O.A.C. American Oil Chemists Society on total nitrogen in feeds and fertilizers. 1955. *J. of the A.O.A.C.* 38, 56-61.
- Ross, D.A. and Love, R.M. 1979. Decrease in the cold store flavour developed by frozen fillets of starved cod (*Gadus morhua* L.). *J. Fd Technol.* 14: 115-122.
- Rustad, T. 1992. Muscle chemistry and the quality of wild and farmed cod. In: "*Quality Assurance in the Fish Industry.*" (Huss, H.H. et al., eds.), Elsevier Science Publishers. Amsterdam, p. 19-27
- Segars, R.A. and Johnson, E.A. 1987. Instrumental measurement of the textural quality of fish flesh. Effect of pH and cooking temperature. In: "*Seafood Quality Determination.*" Proc. Int. Symp. on Seafood Qual. Determin., Anchorage Alaska, 1986 (Kramer, D.E. and Liston, J. eds.), Elsevier, Amsterdam, p. 49-61.
- Walker, M.G. 1971. Effect of starvation and exercise on the skeletal muscle fibres on the cod (*Gadus morhua* L.) and the caolfish (*Gadus virens* L.) respectively. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 66: 421-426.

7. VIÐAUKI

Tafla I. ANOVA tafla fyrir samanburð á rifþoli milli þorska sem aldir voru upp við þrjú mismunandi hitastig (3, 7 og 9°C) og geymdir í ís í **5 daga** fyrir mælingu.

Source	Sum Squares	of d.f.	Mean Square	F-ratio
Treatment	201,73	2	100,87	7,89
Error	268,60	21	12,79	
Total	470,33	23		

Tafla II. ANOVA tafla fyrir samanburð á rifþoli milli þorska sem aldir voru upp við þrjú mismunandi hitastig og geymdir í ís í **12-13 daga** fyrir mælingu.

Source	Sum Squares	of d.f.	Mean Square	F-ratio
Treatment	305,43	2	152,52	15,1
Error	212,34	21	10,14	
Toral	517,77	23		