

Verkefnaskýrsla Rf

10 - 04



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Október 2004

Framtíðarþorskur:
Gæðamat á eldisþorski

Soffía Vala Tryggvadóttir
Ása Þorkelsdóttir
Ásbjörn Jónsson
Guðmundur Örn Arnarson

Skýrsluágrip Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins

Icelandic Fisheries Laboratories Report Summary



Titill / Title	Framtíðarþorskur: Gæðamat á eldisþorski		
Höfundar / Authors	Soffía Vala Tryggvadóttir, Ása Þorkelsdóttir, Ásbjörn Jónsson, Guðmundur Örn Arnarson		
Skýrsla Rf /IFL report	10-04	Útgáfudagur / Date:	Október 2004
Verknr. / project no.	1510		
Styrktaraðilar / funding:	Tæknisjóður RANNÍS		
Ágrip á íslensku:	Á síðastliðnum árum hafa nokkur útgerðarfélög hér á landi hrint því í framkvæmd að fanga undirmálsþorsk að vori og ala áfram í sjókvíum. Áframeldi hefur reynst vel að því leyti að þorskurinn hefur vaxið vel á tímabilinu, jafnvel tvöfaldað þyngd sína, en vart hefur orðið við verulegt los í fiskinum, sem verðfellir hann og skapar erfiðleika í vinnslu. Þessi hraði vöxtur hefur ekki skilað þorski í háum gæðaflokki. Los í holdi hefur komið fram sem skapar erfiðleika í vinnslu. Markmið verkefnisins var að finna árangursríkar vinnsluaðferðir og fódurtækni á áframeldisþorski svo framleiðslan verði hágæðaafurð með góða markaðsstöðu. Einnig verður leitast við að koma á stýrðum vinnureglum og móta ákveðið gæðakerfi í slátrun og vinnslu á eldisþorski sem byggjast á niðurstöðum úr markvissri vísindalegri rannsókn verkefnisins. Niðurstöður sýndu að holdgæði áframeldisþorsks eykst með lengd eldistíma. Gæðamat flaka var mun betra hjá áframeldisþorski sem var alinn í sjókvíum í 19 mánuði en í hefðbundna 7 mánuði. Eldisþorskur er marktækt lægri í vatnsheldni en villtur þorskur, en vatnsheldnin jókst talsvert við það að minnka fóðrun í sjö vikur fyrir slátrun. Los í holdi tengist sýrustigi og magni fódurs, þegar fóðrun er minnkuð hækkar sýrustigið og það dregur úr losi. Skynmat á soðunum eldisþorski sýndi marktækan mun hvað varðaði að eldisþorskurinn var stífari, seigari og þurrari en villtur þorskur. Myndgreining gerð á vöðva eldisþorsks sýndi að mikill millifrumuvökvi er til staðar, sem hefur ekki sést í villtum þorski. Af niðurstöðum þeirra mælinga og tilrauna sem voru framkvæmdar er ljóst að eldisþorskur er frábrugðinn villtum þorski.		
Lykilorð á íslensku:	eldisþorskur, áframeldi, gæði, fóður,skynmat,myndgreining		
Summary in English:	Several of the larger seafood processing companies in Iceland have for a few years caught small wild cod, put them in sea-pens and farmed the fish for five to six months. This farming has been partially successful, the cod has grown well and has even doubled in weight. However, this fast growth of the wild-farmed cod has not resulted in high quality product as gaping problems have occurred which lead to processing problems and lower market prices. The aim of this project is to investigate the influence of different processing techniques and feeding strategies on gaping in farmed cod to obtain high quality, valuable product. The main results were that the quality of wild-farmed cod increases with prolonged farming period. The quality of fillets of wild farmed cod that was on-grown in sea-pens for 19 months was higher than that of cod after the traditional 6-7 months of farming. Farmed cod is much lower in water holding capacity than wild cod. When the ration is decreased for the last seven weeks of farming the water holding capacity increases. Good coordination in quality inspection of cultured cod was achieved in the project.. Gaping is connected to pH of the muscle and the amount of feed given. When ration is decreased the pH increases and less gaping is seen. Sensory analysis of cultured cod showed significant difference in that cultured cod was found stiffer, dryer and tougher than wild cod. Image analysis on muscle from wild-farmed cod showed a lot of fluid (water) collection between the muscle cells (outside the cells). This phenomena has not been seen in wild cod.		
English keywords:	cultured cod, on-grown wild cod, quality, feed, sensory analysis, image analysis.		



Slátrun á áframeldisþorski hjá Þórsbergi ehf, Tálknafirði 8. október 2003

Samstarfsaðilar útgerðarfyrirtækjanna voru:

Jón Örn Pálsson, Þórsbergi ehf, Tálknafirði

Óttar Már Ingvason, ÚA (Brim), Akureyri

Arnheiður Eypórsdóttir, ÚA (Brim), Akureyri

Þórarinn Ólafsson, Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru, Hnífsdal

Titill / Title		Framtíðarþorskur – gæðamat á eldisþorski	
Höfundar / Authors		Soffía Vala Tryggvadóttir, Ása Þorkelsdóttir, Ásbjörn Jónsson, GuðmundurÖrn Arnarson	
Skýrsla Rf /IFL report	10	Útgáfudagur / Date:	20. október 2004
Verknr. / project no.	1570		
Styrktaraðilar / funding:		Tæknisjóður Rannís	
Ágrip á íslensku:	Á síðastliðnum árum hafa nokkur útgerðarfélög hér á landi hrint því í framkvæmd að fanga undirmálsþorsk að vori og ala áfram í sjókvíum. Áframeldi hefur reynst vel að því leyti að þorskurinn hefur vaxið vel á tímabilinu, jafnvel tvöfaldað þyngd sína, en vart hefur orðið við verulegt los í fiskinum, sem verðfellir hann og skapar erfiðleika í vinnslu. Þessi hraði vöxtur hefur ekki skilað þorski í háum gæðaflokki. Los í holdi hefur komið fram sem skapar erfiðleika í vinnslu. Markmið verkefnisins var að finna árangursríkar vinnsluaðferðir og fóðurtækni á áframeldisþorski svo framleiðslan verði hágæðaafurð með góða markaðsstöðu. Einnig verður leitast við að koma á stýrðum vinnureglum og móta ákveðið gæðakerfi í slátrun og vinnslu á eldisþorski sem byggjast á niðurstöðum úr markvissri vísindalegri rannsókn verkefnisins. Niðurstöður sýndu að holdgæði áframeldisþorsks eykst með lengd eldistíma. Gæðamat flaka var mun betra hjá áframeldisþorski sem var alinn í sjókvíum í 19 mánuði en í hefðbundna 7 mánuði. Eldisþorskur er marktækt lægri í vatnsheldni en villtur þorskur, en vatnsheldnin jókst talsvert við það að minnka fóðrun í sjö vikur fyrir slátrun. Los í holdi tengist sýrustigi og magni fóðurs, þegar fóðrun er minnkuð hækkar sýrustigið og það dregur úr losi. Skynmat á soðunum eldisþorski sýndi marktækan mun hvað varðaði að eldisþorskurinn var stífari, seigari og þurrari en villtur þorskur. Myndgreining gerð á vöðva eldisþorsks sýndi að mikill millifrumuvökvi er til staðar, sem hefur ekki sést í villtum þorski. Af niðurstöðum þeirra mælinga og tilrauna sem voru framkvæmdar er ljóst að eldisþorskur er frábrugðinn villtum þorski.		
Lykilorð á íslensku:	eldisþorsku, áframeldi, gæði, fóður,skynmat,myndgreining		
Summary in English:	Several of the larger seafood processing companies in Iceland have for a few years caught small wild cod, put them in sea-pens and farmed the fish for five to six months. This farming has been partially successful, the cod has grown well and has even doubled in weight. However, this fast growth of the wild-farmed cod has not resulted in high quality product as gaping problems have occurred which lead to processing problems and lower market prices. The aim of this project is to investigate the influence of different processing techniques and feeding strategies on gaping in farmed cod to obtain high quality, valuable product. The main results were that the quality of wild-farmed cod increases with prolonged farming period. The quality of fillets of wild farmed cod that was on-grown in sea-pens for 19 months was higher than that of cod after the traditional 6-7 months of farming. Farmed cod is much lower in water holding capacity than wild cod. When the ration is decreased for the last seven weeks of farming the water holding capacity increases. Good coordination in quality inspection of cultured cod was achieved in the project.. Gaping is connected to pH of the muscle and the amount of feed given. When ration is decreased the pH increases and less gaping is seen. Sensory analysis of cultured cod showed significant difference in that cultured cod was found stiffer, dryer and tougher than wild cod. Image analysis on muscle from wild-farmed cod showed a lot of fluid (water) collection between the muscle cells (outside the cells). This phenomena has not been seen in wild cod.		
English keywords:	cultured cod, on-grown wild cod, quality, feed, sensory analysis, image analysi.		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	5
2. FRAMKVÆMD	6
2.1. Tilraun 1 - Framkvæmd hjá Þórsbergi ehf., Tálknafirði.....	6
2.2. Tilraun 2 - Framkvæmd hjá ÚA, Akureyri.....	8
2.3. Tilraun 3 - Framkvæmd hjá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru hf.	9
3. GÆÐAMAT Á ELDISÞORSKI.....	11
3.1. Aðferðir	11
3.1.1. Sýrustigmælingar (pH).....	11
3.1.2. Vatn og vatnsheldnimælingar (WHC).....	11
3.1.3. Almennar efnamælingar (prótein, fita, salt og aska).....	11
3.1.4. Litamæling	11
3.1.5. Áferðarmæling	11
3.1.6. Pressanlegur vökvi mældur (vökvaheldni).....	12
3.1.7. Myndgreining	12
3.1.8. Gæðamat (sjónmat) þorskflaka skv. Handbók fiskvinnslunnar (1995).....	13
3.1.9. Gæðamat (sjónmat) þorskflaka skv. reitaaðferð	13
3.1.11. Skynmat.....	14
4. NIÐURSTÖÐUR	14
4.1. Áframeldisþorskur frá Þórsbergi ehf.....	14
4.1.1. Efnagreining, vatnsheldni og sýrustig.....	18
4.1.2. Gæðamat (sjónmat) á flökum.....	20
4.1.3. Skynmat á soðnum eldisþorski.....	22
4.1.4. Áferð, litur og pressanlegur vökvi (vökvaheldni)	23
4.2. Áframeldisþorskur og aleldisþorskur frá Útgerðarfélagi Akureyringa hf.	26
4.2.1. Efnainnihald, vatnsheldni og sýrustig	26
4.2.3. Skynmat á soðnum fiski	29
4.2.4. Áferð, litur og pressanlegur vökvi (vökvaheldni).	30
4.3. Áframeldisþorskur og aleldisþorskur frá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru hf.....	33
4.3.1. Gæðamat (sjónmat) og sýrustig.....	34
4.3.2. Skynmat á soðnum eldisþorski.....	36

5. Myndgreining	37
6. Ályktanir.....	38
8. Þakkarorð.....	40
8. Heimildir	40
Viðauki 1 - Mynd af flakamati (úr Handbók fiskvinnslunnar, 1995)	42
Viðauki 2 - Einkunnastigar fyrir skynmat.....	43

1. INNGANGUR

Upphaflegt markmið verkefnisins "Framtíðarþorskur" var að:

- Móta ákveðið gæðakerfi í slátrun á eldisþorski svo úr verði verðmæt afurð sem uppfyllir gæðakröfu markaðarins.
- Þróa staðlað gæðamatskerfi fyrir eldisþorsk sem nota má í áframhaldandi rannsóknum, þannig að tryggt sé að samanburður á gæðum sé ætíð gerður á sömu forsendum.

Frá því að sótt var um styrk í verkefnið og þar til úthlutun lá fyrir höfðu útgerðarfyrirtækin sem aðild eiga að verkefninu gert margar smáar tilraunir með mismunandi slátrunaaðferðir. Niðurstöður úr tilraunum sem framkvæmdar voru hjá ÚA, (Óttar Már Ingvason 2002, 2003) og Þórsbergi (Jón Örn Pálsson, 2002, 2003) sýndu ekki fram á mun varðandi holdgæði með tilliti til mismunandi slátrunaraðferða. Svelttilraunir í þorskeldi (Solberg, C. 2003, Jón Örn Pálsson 2002, Óttar Már Ingvason 2002) hafa sýnt að mjög langt selti (4-5 vikur) fyrir slátrun sé ekki til bóta varðandi óæskilega losmyndun. Það þótti því sýnt að breyta þyrfti áherslunni í Rannís verkefninu varðandi slátrunartilraunina en verkþátturinn varðandi gæðamatskerfið var talinn mikilvægur.

Á fyrsta fundi í verkefninu, sem haldinn var í apríl 2003, voru allir þátttakendur mættir og var ný Rannísverkáætlun mótuð og síðan samþykkt einróma af öllum aðilum. Nýja áætlunin einkenndist af því, að aðal áherslan var lögð á gæðaúttekt eldisþorsks með tilliti til fódurtegunda, fódrunartíðni og biðtíma í ís frá slátrun til vinnslu. Einnig var ákveðið að meta aleldisþorsk úr sjókvíum, þ.e. fisk sem hafði í upphafi verið klakinn út hjá Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunar að Stað við Grindavík vorið 2002. Tveir þættir í selti- og slátrunarferlinum voru skilgreindir fyrir alla aðila, þar sem þeir reyndust vel í fortíðar tilraunum og eins til að auðvelda samanburð milli tilrauna. Skilgreiningin var að seltitími skyldi vera 1 vika og/eða 3 vikur og slátrun skyldi vera kæling (lifandi fiskur) sjór og ís (50/50) í 30 mínútur og fiskurinn síðan blóðgaður og slægður.

Samþykki Rannís varðandi stefnubreytingu á verkáætlun verkefnisins lá þegar fyrir.

2. FRAMKVÆMD

Við hverja gæðaúttekt á eldisþorski mættu tveir sérfræðingar frá Rf á eldisstaðinn og var úttektin gerð í samvinnu við sérfræðinga og úttektaraðila hjá útgerðarfyrirtækjunum, en leitast var við að samhæfa matið.

Slátrunaraðferð eldisfisksins var kæling (lifandi fiskur) sjór og ís (50/50) í 30 mínútur síðan blóðgaður og slægður.

2.1. Tilraun 1 - Framkvæmd hjá Þórsbergi ehf., Tálknafirði

Smáþorskur var fangaður í gildru með snurvoð (dragnót) vorið 2003 og settur í fjórar kvíar. Samtals var 19.168 þorskum skipt niður í fjórar sjókvíar (tafla 1). Tilviljanakennt úrtak í hverri kví var merkt og var meðalþyngd 2.235g í upphafi tilraunar. Mikill breytileiki var á stærð fisksins, þ.e. allt frá 1.390g til 5.740g. Aldursgreining á þorskinum sýndi að hann var á bilinu 5-7 ára.

Þorskurinn var alinn á bræðslufiski og afskurði. Athugað var hvort mismunandi fóður hefði áhrif á vöxt og los í vöðva áframeldisþorsks. Samanburður var gerður á þremur fóðurtegundum, þ.e. síld, loðnu og steinbítsafskurði. Niðurfóðrun, sem fólst í stigminnkandi fóðrun, var gerð síðustu 6-8 vikurnar af eldistímanum.

Tafla 1. Yfirlit yfir fjölda fiska í kví, fjölda merktra fiska og eldisrými í fóðurtilraun hjá Þórsbergi.

Kví nr.	Fóðurgerð	Fjöldi í kví	Fjöldi merktur	Eldisrými (m ³)
2	Steinb. afsk.	3755	100	1206
3	Loðna	6224	100	1260
4	Síld	3238	100	1206
7	Loðna (viðmið)	5951	100	1260

Í tveimur kvíum var þorskurinn alinn á loðnu og í hinum tveimur á síld og steinbítsafskurði, í sitt hvorri kvínni. Hundrað þorskar í hverri kví voru vigtaðir, lengdarmældir og einstaklingsmerktir með svokölluðum spagettimerkjum þann 8. júlí 2003. Tilgangurinn var að kanna vaxtarhraða á eldistímabilinu og þar með áhrif vaxtar á afurðagæði. Fóðrað var þrisvar í viku og var þá fóðrað þar til fiskurinn hætti að taka. Fóðrið var frosið en þiðið upp

fyrir fóðrun. Þann 8. október 2003 voru um 50 eldisþorskar úr hverjum fóðurhópi teknir í gæðaúttekt, sem var nokkurs konar núll punktur. En fyrir úttektina var þorskurinn búinn að vera í sveltí í eina viku. Eftir gæðaúttektina var eldisþorskurinn settur á niðurfóðrun sem fólst í því að í sjö vikur var fóðrað á eftirfarandi hátt í kví nr 2, 3 og 4 (tafla 1):

- 2svar í viku í 3vikur
- 1sinni í viku í 3 vikur
- sveltí í 1 viku.

Til samanburðar var hafður eldisþorskur í kví 7, en fiskurinn í henni var ekki niðurfóðraður heldur eingögnu sveltur í viku í lokin. Eftir niðurfóðrunina 26. nóvember var gerð önnur gæðaúttekt á 50 þorskum úr hverjum fóðurhópi og var þá einnig tekinn viðmiðunarhópur sem var alinn á loðnu á hefðbundinn hátt allan eldistímann (kví 7). Tíu fiskar úr hverjum tilraunahópi voru ísaðir í frauðplastkassa og sendir daginn eftir með flutningabíl til Reykjavíkur. Strax við komuna á Rf voru fiskikassarnir settir í kæli (1-2°C). Ákveðið var að gæðaúttektin á Rf færi fram þegar fiskurinn væri kominn úr dauðastirðnun, sá biðtími endaði á helgi svo fiskurinn var metinn á Rf eftir 6 daga í ís. Þorskurinn var handflakaður á Rf.

Eldisþorskur frá Þórsbergi var gæðametinn á eftirfarandi hátt:

Hjá Þórsbergi - um 50 þorskar úr hverjum tilraunahópi

- Vigtaður (slægður og óslægður)
- Lengdarmældur
- Slægður - lifur vegin, kyngreining, kynþroski metinn (hrogn og svil vigtuð)
- Sýrustigsmæling (stungumælir)

Á Rf - 10 þorskar (20 flök) úr hverjum tilraunahópi

- Sýrustigsmæling (stungumælir)
- Gæðamat þorskflaka skv. Handbók fiskvinnslunnar, 1995
- Reitamat þorskflaka - los talin
- Flök vigtuð (til að meta los per kg).

Hægri flökin - 10 úr hverjum tilraunahópi

- Efnagreining (prótein, vatn, fita) og vatnsheldnimæling
- Skynmat á soðnum fiski

Á Matra - *Vinstri flökin* þ.e. 10 flök úr hverjum tilraunahópi.

- Áferðarmæling með tæki
- Pressanlegur vökvi (Vökvaheldni)
- Litamæling með litamæli
- Myndgreining

2.2. Tilraun 2 - Framkvæmd hjá ÚA, Akureyri

Í byrjun janúar 2004 var gerð almenn gæðamats- og losúttekt á eldisþorski sem var unnin eftir breytilegan geymslutíma (biðtíma) eftir slátrun. Þorskurinn var geymdur heill í ís hjá ÚA og flakaður síðan á skilgreindum degi. Bæði voru metnir þorskar úr áframeldi (meðalþyngd um 5 kg) sem voru fangaðir um 2 kg að stærð í maí '03 og aldir áfram í sjókvíum og eins þorskar úr aleldi (800-1000 g), sem voru í upphafi klaktir út í Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunar að Stað við Grindavík vorið 2002 og aldir frá um 100g stærð í sjókvíum. Áframeldisþorskurinn var alinn á frystri loðnu og var fóðrunin gerð með því að fleyta frosnum fiskblokkum í kvíunum, sem fiskurinn át úr eftir því sem hún þiðnaði. Aleldisfiskurinn var alinn á þöndu þurrfóðri (15/56), sem er sérstaklega ætlað fyrir þorsk (Fóðurblandan hf., Reykjavík). Sveltitími fyrir slátrun voru 5 dagar.

Framkvæmd tilraunarinnar var með þeim hætti að strax eftir slátrun var fiskurinn slægður og ísaður í fiskiker og geymdur í kæligeymslu hjá ÚA. Eftir fyrirfram ákveðinn tíma voru 10 fiskar teknir fram, vigtaðir og vélflakaðir og roðflettir á hefðbundinn hátt í fiskvinnslunni. Áframeldisflökin voru merkt AD₁₋₂₀ og aleldisflökin BD₁₋₂₀. Flökin voru gæðametin af sérfræðingum og matsmönnum hjá ÚA (gæðamat og reitamat). Síðan var flökunum pakkað í plast, ísmottur og frauðplastkassa og send með flugi sama dag til Reykjavíkur. Strax við komuna til Rf voru flökin gæðametin aftur af sérfræðingum Rf, en tilgangurinn með því að meta fiskinn á báðum stöðum var að leitast við að samræma gæðamatið. Það er nauðsynlegt við að byggja upp gæðakerfi fyrir eldisþorsk að allir aðilar séu að nota sömu aðferðir við gæðaúttektina og að gæðadómar séu á svipuðum nótum.

Gæðamat á þorskflökum var gert á degi 0 (pre rigor), degi 1 (í rigor) og 2,3, 5 og 8 degi frá slátrun. Fiskurinn var háfaður úr kvíum í tvö skipti. Úr fyrstu slátrun var tekinn tilraunafiskur fyrir dag 2, 5, og 8. En við seinni háfum var tekinn fiskur fyrir dag 0, 1 og 3.

Eldisþorskur frá ÚA var gæðametinn á eftirfarandi hátt:

Hjá ÚA - 10 fiskar úr hverjum tilraunahópi (20 flök)

- Vigtaður (slægður og óslægður)
- Fiskurinn pH mældur (stungumælir)
- Gæðamat þorskflaka skv. Handbók fiskvinnslunnar, 1995
- Reitaflokkun (mat) - los talin

Á Rf - 20 flök úr hverjum tilraunahópi

- Sýrustigsmæling (pH)
- Gæðamat þorskflaka skv. Handbók fiskvinnslunnar, 1995
- Reitaflokkun (mat) - los talin
- Flök vigtuð (til að meta los per kg)
- Skynmat á soðnum fiski

Á Matra - 10 flök (*vinstri flökin*)

- Áferðarmæling með tæki
- Vökamæling (Expressible moisture)
- Litamæling með litamæli
- Myndgreining

2.3. Tilraun 3 - Framkvæmd hjá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru hf.

Þrír hópar af áframeldisþorski voru gæðametnir, en eldishóparnir voru búnir að vera mislengi í sjókvíum eða frá ágúst 2002, júní 2003 og ágúst 2003 (sjá töflu 2).

Markmið var að skoða og gæðameta áframeldisþorsk eftir mislangan tíma í kvíaeldi og leitast við að fá vitneskju um það hvort lengd eldistímans hafi áhrif á holdgæði fisksins. Þá var einnig ákveðið að gæðameta aleldisfisk og þorsk alinn frá villtum seiðum og bera saman gæði eftir tvær mismundi slátrunaraðferðir varðandi hitastig í blóðgun (krapí vs sjór).

Tafla 2. Tilraunahópar af áframeldisfiski, sem var alinn í sjókvíum hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru

Sjókví: Veiddiaðferð og eldistími:

A1	þorskur veiddur í dragnót, í eldi frá ágúst 2003 (7 mánaða eldistími).
A2	þorskur veiddur í dragnót, í eldi frá ágúst 2002 (19 mánaða eldistími).
A4	þorskur veiddur á línu, í eldi frá júní 2003 (9 mánaða eldistími).

Áframeldisfiskurinn var alinn á loðnu sem var gefin með því að fleyta frosnum loðnublokkum í fóðurhringi, sem staðsettir eru í miðjum kvíunum. En fiskurinn étur síðan úr loðnublokkunum eftir því sem þær þiðna.

Aleldisfiskurinn sem var gæðametinn hafði verið klakinn hjá Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunar að Stað vorið 2002 og einnig var metinn þorskur sem var fangaður sem villt seiði (4-5 g) haustið 2002. Aleldisseiðin og villtu seiðin voru alin áfram á þöndu þurrfóðri (15/56), sem er sérstaklega ætlað fyrir þorsk (Fóðurblandan hf., Reykjavík). Fyrst

voru seiðin alin við inniaðstæður að Nauteyri, en síðan sett út í kvíar árið 2003 þegar þau voru að meðalþunga um 150 g.

Eldisþorskurinn var sveltur í eina viku fyrir slátrun. Slátrun var framkvæmd 25. og 27. febrúar 2004 en gæðamatið var framkvæmt 2. mars þegar þorskurinn var búinn að vera 4 og 6 daga í ís. Ís var komið fyrir í keri (660L) með sjó (hitastig $-1,1^{\circ}\text{C}$), fiskur var háfaður af handahófi úr kvíunum yfir í kerið og slátrað. Fiskurinn var slægður ca. 2 klst eftir slátrun. Að lokum var fiskurinn þurrísaður og raðað vandlega niður í kar (460L) þar sem hann beið frekari skoðunar þann 2.mars. Reynt var að hafa a.m.k. 25 fiska í heildina úr hverjum tilraunahópi. Tvennskonar slátrunaraðferðir voru viðhafðar á aleldisfiskinum, þ.e. blóðgað beint í sjóvatn (4°C) og blóðgað beint í ískrapa ($-0,7^{\circ}\text{C}$)

Aðstaða til kvíaeldis hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru eru fjórar 50m x 12m sjókvíar (2400 m³) sem eru staðsettar við Langeyri í Álftafirði. Þar er alinn áframeldisþorskur sem fangaður er með dragnót að vorlagi, u.þ.b. 2 kg að stærð. Í Seyðisfirði við Eyri voru tvær 50m x 8 m (1800 m³) sjókvíar. Í þessum kvíum voru alin áfram seiði frá Nauteyri, þ.e. aleldisseiði og villt seiði í sitt hvorri kvínni.

Eldisþorskur frá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru var gæðametinn á eftirfarandi hátt:

Gæðamatið fór nær alfarið fram hjá H-G.

- Vigtun (slægður og óslægður) (heildarþungi)
- Fiskurinn pH mældur (stungumælir).
- Gæðamat þorskflaka skv. handbók fiskvinnslunnar 1995

Fiskurinn fór í vélflökun og flök gæðametinn og síðan fóru flökin í roðflettivél og sömu flökin gæðametinn aftur

Á Rf - nokkur flök úr hverjum tilraunahópi

- Flök skoðuð með tilliti til annarra galla en loss, svo sem ormar, dökkar rendur og blóðbletta.
- Skynmat á soðnum fiski

3. GÆÐAMAT Á ELDISPORSKI

3.1. Aðferðir

3.1.1. Sýrustigmælingar (pH)

Við hverja sýnatöku var pH mælt með því að stinga elektróðu bak við sundmaga og inn í hold á heilum fiski og í hnakkastykki á flökum. Notuð var samsett elektróða (SE 104 – Mettler Toledo, Knick, Berlin, Germany tengd Portamess 913 pH mæli (Knick, Berlin, Germany). Einnig var í nokkrum tilvikum mælt pH í fiskhakki ætlað til efnamælinga. Þá var 5 g af fiskhakki blandað saman við 5 ml af afjónuðu vatni og sýrustigið mælt í Radiometer PHM 80 innan 15 mín. eftir að sýnin voru hökkuð.

3.1.2. Vatn og vatnsheldnimælingar (WHC)

Vatn (g/100g) var reiknað sem þyngdartap við þurrkun við 105°C í 4 klst (ISO 1983). Fyrir vatnsheldnimælingu voru sýnin hökkuð í Braun blandara (type 4262; Braun, Kronberg, Germany) í ca. 20 s á hraða 4. Ca. 2 g af hökkuðum fiskvöðva voru vegin og sett samstundis í skilvindu við 210 g í 5 mín. og hitastigi haldið við 2 til 5°C. Vatnsheldni (%) er skilgreind sem (Sorvall RC-5B Refrigerated superspeed centrifuge) hlutfall þyngdar af vatni sem eftir er eftir skilvindu af vatni í flaki í upphafi. Vatn, sem var eftir skilvindu, var ákveðið sem þyngd vatns(g) í flaki – þyngdartap (g) við skilvindu.

3.1.3. Almennar efnamælingar (prótein, fita, salt og aska)

Mælingar, samkvæmt alþjóðlega viðurkenndum aðferðum, voru gerðar á efnastofu Rf.

3.1.4. Litamæling

Litamæling: Holdlitur er mældur á hráum óroðflettum flökum með Hunter Lab ljósbylgjumæli. Hvert flak var mælt þrisvar sinnum og meðaltal gefið upp sem gildi fyrir holdlit.

3.1.5. Áferðarmæling

Áferð á hráum sýnum var mæld með Stable Micro Systems TA.XT2i áferðarmæli (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, England). TPA (Texture Profile Analysis) samþjöppunarpróf var gert en þá er sýnið pressað tvisvar sinnum í röð til að freista þess að

líkja eftir hreyfingu kjálkans þegar matur er tugginn. Línurit sem er myndað af krafti (Newton) á móti tíma (sek.) er reiknað út og gefur það eftirfarandi þrjá áferðarþætti:

Harka: Mesti kraftur (N) sem myndast við ákveðna stillta aflögun (þrýsting).

Samloðun: Aflögun (%) sem sýnið þolir áður en það brotnar (styrkleiki á innri tengjum).

Gúmmíeiginleiki: (harka x samloðun) er skilgreind sem sú orka (N) sem þarf til að hluta sundur eða tryggja matvæli í það ástand að hægt sé að kyngja.

Nemi (probe) og stillingar við TPA prófið voru eftirfarandi:

- Ál-plata fyrir samþjöppun (100 cm) (P/100)
- Hraði pressunar áður en hittir sýnið 2,0 mm/s, við mælingu 0,8 mm/s
- Pressun sýnis 80% (þ.e. niður í 20% af upphaflegri hæð).

Sýni til mælinga voru skorin úr hnakkastykkjum flaka. Efsti hluti (2-3 sm) af flakinu var skorinn frá og síðan voru skornar 2,5 sm sneiðar og hver sneið skorin svo aftur í 2,5 sm búta (sýnastærð 2,5 * 2,5 sm). Öll fisksýni voru geymd á plastfilmu á ís þar til þau voru mæld. Uppgefinn TPA kraftur fyrir hvert flak (sýni) er meðalgildi af 3-4 mælingum.

3.1.6. Pressanlegur vökvi mældur (vökvaheldni)

Pressanlegur vökvi (vökvaheldni) var mældur með TA-XT2 áferðarmæli (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, England). Þessi mæling segir til um hversu vel fiskvöðvinn heldur í upprunanlegan vökva sinn (vatn og fita), þegar þrýstingi er beitt á vöðvann. Pressanlegur vökvi eru mældur þannig að notuð er TPA (Texture Profile Analysis) samþjöppunaraðferð við 80% samþjöppun. Fjórir síupappírar Whatman nr. 4 eru vigtaðir. Sýnið er vigtað og sett á 2 síupappíra. Tveir síupappírar eru settir ofan á sýnið, og það pressað í 80 % af upphaflegri þyngd. Sýnið er síðan fjarlægt af síupappírnum og þeir vigtaðir. Pressanlegur vökvi er reiknaður sem hlutfall vökva er verður eftir í síupappírnum (%) eftir pressun, af þyngd sýnisins.

3.1.7. Myndgreining

Myndgreining var framkvæmd á fáum völdum sýnum til þess að athuga og bera saman smásæja byggingu fiskvöðva og þar með kanna hvort hægt sé að greina mismun á byggingu fiskvöðva miðað við mismunandi eldisaðferðir, fódurtegund, fóðrun og geymslutíma á ís. Villtur þorskur var hafður til samanburðar.

Aðferð við myndgreiningu: 0F kældri CCD myndavél. Á smásjármyndunum verður stærð fruma og bil á milli þeirra mælt í Leica QWin myndgreinihugbúnaði.

Sýnin voru sett ásamt frystilími (Tissue-Tek® OCT, Sakura, USA) í sívalningslaga plastglös (15 mm í þvermál og 30 mm á lengd) og fryst í fljótandi köfnunarefni (Ísaga, Reykjavík) í 50 sek. Eftir frystingu voru sýnin geymd í frysti við -83°C þar til þau voru skorin í frystiskera ("cryosectioned").

Sýnin voru skorin í 10 μm þykkar sneiðar í frystiskera (Leica CM 1800) við -27°C eftir að hafa verið látin jafna sig í frystiskeranum í 20 mín. Skorin sýni voru geymd á sýnaglerjunum (SuperFrost/Plus, 25 x 75 x 1,0 mm frá Menzel-Gläser, Þýskalandi) við -83°C þar til þau voru lituð.

Sýnaglerin voru lituð með Orange G (0,5g CI 16230 (Polysciences Inc., USA), 99,0 mL vatn, 1,0 mL ediksýra) og Methyl Blue (0,07g CI 42780 (Sigma, USA), 99,0 mL vatn, 1,0 mL ediksýra). Eftir að sýnin höfðu þornað við stofuhita var þekjugler fest á sýnaglerið með MOUNTEX (Histolab, Svíþjóð).

Sýnin voru skoðuð í Leica DMRA2 smásjá í 100x, 200x og 400x stækkun, og myndir teknar í gegnum smásjána með Leica DC300F stafrænni myndavél.

3.1.8. Gæðamat (sjónmat) þorskflaka skv. Handbók fiskvinnslunnar (1995)

Gæðamat fólst í mati á losi í flökum. Metið var eftir skýringarmyndum úr Handbók Fiskvinnslunnar (sjá viðauka 1) og flökin flokkuð í Ágætt = 5, Gott = 4, Sæmilegt = 3, Varhugavert = 2 og Óhæft = 1.

3.1.9. Gæðamat (sjónmat) þorskflaka skv. reitaaðferð

Reitaflokkun (los talin) byggir á því að meta los í flökum með því að leggja reitaða plastfilmu (16 cm^2 /reitur) (sjá viðauka 2) yfir flakið og er losið metið út frá því hvað losið þekur stóran hluta af reitunum og hvað marga. Ef los þekur allan reitinn er það metið sem eitt los og ef t.d losið þekur 50% af tveimur reitum þá er það einnig flokkað sem 1 los. Síðan eru los talin saman á hverju flaki, flakið vigtað og niðurstöður túlkaðar sem fjöldi losa per kg af hráefni.

3.1.10. Gæðamat samkvæmt SÍF staðli.

SÍF staðall er flokkun sem notuð er í saltfiskmati. Hér var hún notuð á fersk flök sem voru flokkuð samkvæmt sjónmati í A,B og C flokk. Ekkert los er A flokkur, losskemmdir í litlum mæli eru flokkuð B og mikið los fer í C flokk.

3.1.11. Skynmat

Þjálfaður átta til tíu manna skynmatshópur Rf tók þátt í skynmati á sýnunum. Flökin voru skorin í bita (2 x 3 cm) og soðin í Convostar gufuofni við 95 °C í 5 mínútur. Með skynmati var metinn ferskleiki sýnanna eftir svonefndum Torry einkunnastiga (Shewan, 1953) sem var þróaður á Torry-stofnununinni í Aberdeen, Skotlandi. Einnig var notuð heildargreining á matvælum eftir svonefndri QDA, (Quantitative Descriptive Analysis) aðferð (Stone og Sidel, 1985) í skynmatsrannsóknunum, en þar ákveður skynmatshópur ásamt stjórnanda hvaða skynmatspættir (bragð lykt, lit og áferð) skipta máli til að lýsa eldisfiski og þeim breytingum, miðað við villtan fisk, sem geta komið upp. Ákveðið var að meta fiskinn með tilliti til eftirtalinna áferðapátta: stinnur/mjúkur, þurr/safaríkur og seigur/meyr. QDA matið er gert með línulegum kvarða frá 0-100. Unnið var tölfræðilega fyrir Torry einkunn og áferðapættina í tölfræðiforritinu NCSS (miðað við 95% öryggismörk). Sjá einkunnastiga í viðauka 3.

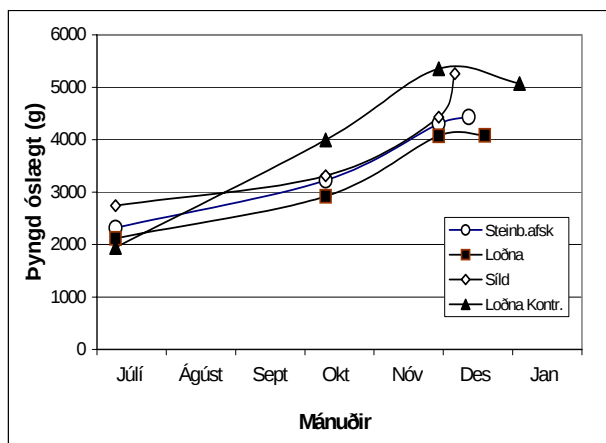
4. NIÐURSTÖÐUR

4.1. Áframeldisporskur frá Þórsbergi ehf

Í upphafi tilraunar og við slátrun úr kví var merktur fiskur mældur. Til viðbótar voru teknar úrtaksmælingar á 50-55 fiskum í upphafi og við lok niðurfóðrunar. Niðurstöður frá þessum mælingum eru sýndar á mynd 1. Niðurstöður úr efnagreiningu og ferskleikamælingu á fóðrinu (fiskinum) sem var gefið hjá Þórsbergi eru sýndar í töflu 3.

Tafla 3. Næringarefnainnihald, orka og ferskleiki (TVN) í fóðri sem gefið var í áframeldinu hjá Þórsbergi

Fóðursýni	Prótein %	Fita %	Vatn %	Salt %	Aska %	TVN mgN/100 g	Orka KJ/g
Steinbítsafskurður	14,9	2,1	82,6	0,1	0,7	10,1	3,14
Loðna	13,8	6,6	76,9	0,6	2,1	22,1	4,47
Síld hausuð og slægð	18,0	11,5	68,8	0,6	1,9	20,6	6,79



Mynd 1. Meðalþyngd eldisþorsks upp úr kví í upphafi og lok eldis (merktir fiskar) og í úrtaksmælingum við upphaf og lok 7 vikna niðurfóðrunar.

Gerðar voru tvær gæðaúttektir á áframeldisþorski (flökum). Fyrsta úttektin var gerð þegar fiskurinn hafði verið alinn á hefðbundinn hátt í u.þ.b. 4 mánuði, síðan aftur eftir 7 vikna niðurfóðrun. Vaxtarhraði var metinn út frá merktum fiskum (tafla 3). Niðurstöður fyrir hópa sem fengu sömu fóðrunaraðferð sýnir að þorskur sem var fóðraður á síld vex best en lakast vex þorskur sem var fóðraður með loðnu. Hlutfall flaka sem flokkast í A gæði (SÍF staðall) er hæst í fiski sem var fóðraður á steinbítasafskurði og lakast í loðnufiski. Þorskur sem var fóðraður stöðugt allan eldistímann hefur besta vöxtinn en lökustu gæðin (loðna viðmiðunarhópur). Þess má geta að kvíinn sem viðmiðunarhópurinn var alinn í var staðsett lengra úti í firðinum en hinar kvíarnar og var fenginn annar flokkur manna til að ná í þann fisk. Leikur grunur á að það starfsfólk hafi óafvitað valið út stóra og fallega fiska en ekki handahófsúrtak eins og var gert með hina tilraunahópana.

Tafla 4. Niðurstöður frá einstaklingsmerktum eldisþorski merktur 8. júlí í upphafi eldis og var fylgt gegnum eldisferil og vinnsluferil eftir slátrun (saltfiskflök).

Fóðurgerð	Fjöldi	8. júlí	Vöxtur	des/jan	Lifur %	Gæðaflokkun flaka (SÍF)		
		þyngd (g ósl.)	% á dag	þyngd (g ósl.)	(% ósl.)	A%	B%	C%
Steinbítasafskurður	53	2318	0,429	4433	10,2	67	27	6
Loðna	58	2119	0,391	4084	11,4	47	29	24
Síld hausuð og slægð	77	2744	0,462	5259	13,0	58	26	16
Loðna viðmið	53	1943	0,534	5071	13,6	26	31	43

Tafla 4 sýnir meðal annars lifrarprósentu sem % af óslægðum fiski. Lifrarprósentan liggur frá 10,2 % fyrir magrasta fódrið (steinbítsafskurð) upp í 13,6% þar sem er fóðrað á loðnu Marktækur ($P < 0,05$) munur kom fram í vaxtarhraða og lifrarhlutfalli.

Þess má geta (Tafla 5) að eftir niðurfóðrun í lok nóvember mældist lifrarprósenta (lifrarhlutfall miðað við slægðan fisk) á 50 fiska úrtaki á eftirfarandi hátt: Fóðrað á steinbítsafskurði 12,9%, fóðrað á loðnu 16,3%, fóðrað á síld 15,2% og viðmiðunarhópurinn sem var fóðraður á loðnu, en var ekki niðurfóðraður, mældist með lifrarstuðull upp á 18,4%. Þetta er óhófleg stækkun á lifur og má geta þess að lifrarprósenta (óslægð %) í villtum þorski í desember er að meðaltali um 4,58 % (Jón Gunnar Schram, 2002).

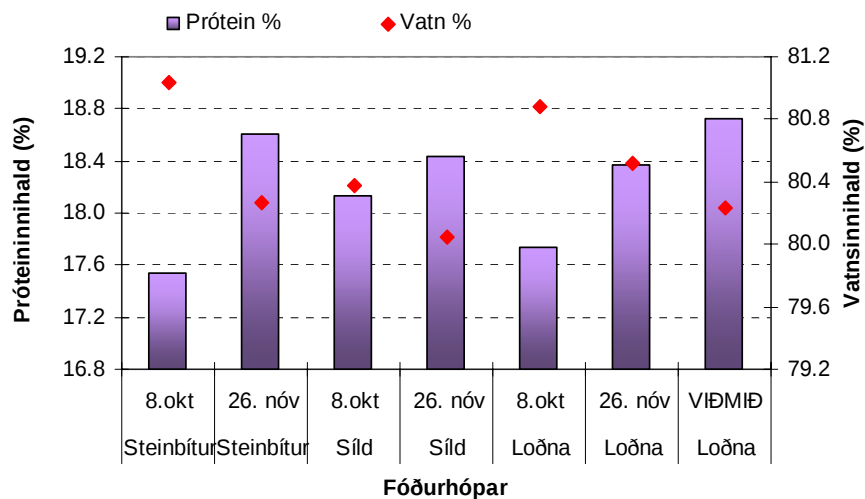
Tafla 5. Niðurstöður úr gæðaúttekt sem fram fór hjá Þórsbergi ehf á ómerktum áframeldisþorski. Gæðametnir voru u.þ.b. fimmtíu fiskar úr hverjum fódurhópi eða um það bil 1 % af hópnum.

Úttekt 8.okt. 2003	Fóður			Úttekt 26.nóv. 2003	Fóður		
	loðna	steinbítur	síld		loðna	steinbítur	Viðmið loðna
Heildarþyngd	2967	3225	3377	4074	4306	4430	5354
St.dev.	1008	1030	1488	1042	1877	1225	1624
Slægð þyngd	2343	2677	2680	3128	3367	3319	4026
St.dev.	832	847	1186	833	1422	919	1289
Lengd	65	66	67	69	70	70	72
St.dev.	6	6	7	5	8	6	6
Holdstuðull (slægður fiskur)	0,82	0,90	0,84	0,95	0,92	0,95	1,03
St.dev.	0,13	0,11	0,16	0,11	0,13	0,09	0,16
Lifrarhlutfall óslægður fiskur	9,7	9,7	9,2	12,4	10,1	11,4	13,6
St.dev.	3,1	2,9	3,8	1,7	2,1	2,3	1,6
Lifrarhlutfall slægður fiskur	12,4	11,7	11,6	16,3	12,9	15,2	18,4
St.dev.	3,8	3,7	5,0	2,6	3,0	3,1	3,4
pH (pre-rigor)	6,80	6,86	6,81	6,41	6,55	6,63	6,51
St.dev.	0,20	0,18	0,21	0,17	0,25	0,21	0,17
Dagvöxtur (óslægður)				0,66	0,60	0,57	1,23
Dagvöxtur (slægður)				0,60	0,48	0,45	1,13

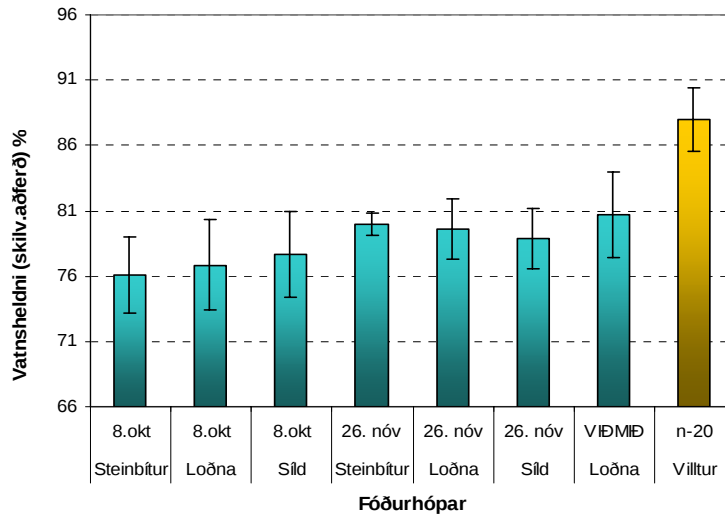
Í töflu 5 eru gefin upp meðaltöl og staðalfrávik úr þeim mælingum sem starfsfólk Rf og Þórsbergs ehf gerðu á Tálknafirði. Á töflunni koma bæði fram niðurstöður mælinga við upphaf niðurfóðrunar og einnig eftir 7 vikna niðurfóðrun. Þar sem úrtakið var aðeins u.þ.b. 1% úr hverjum fódurhópi gefa þessar tölur aðeins vísbendingar um vöxt og ástand fisksins. Eins ber að geta þess, eins og áður var getið, að grunur leikur á að viðmiðunarhópurinn hafi ekki verið handahófskennt úrtak. Miðað við lifrarhlutfall á slægðum fiski þá kemur fram að lifrin hefur stækkað talsvert á niðurfóðrunartímabilinu. Eins kom fram að kynþroski hafði aukist mjög mikið á tímabilinu. Þegar þorskurinn var skoðaður fyrir niðurfóðrunartímabilið var einn og einn fiskur byrjaður í kynþroska en eftir niðurfóðrunina voru allir þorskarnir komnir inn í kynþroska. Samkvæmt töflu 3 kemur fram að pH (pre-rigor) lækkar eftir niðurfóðrunina, sem gæti gefið vísbendingu um að niðurfóðrun dragi úr losi.

4.1.1. Efnagreining, vatnsheldni og sýrustig.

Athugað var prótein- og vatnshlutfall fiskvöðvans fyrir og eftir niðurfóðrun. Fita í þorskholdi er aðeins um 1% þannig að það er eðlilegt sem kom fram að þegar próteininnihald lækkar þá hækkar vatnshlutfallið. En það sem styður það að niðurfóðrun sé gagnleg er að próteinhlutfall eykst og vatnsinnihald minnkar í öllum tilraunahópunum eftir að dregið er úr fórnun og það hægir á vexti. En svo stangast það á að viðmiðunarhópurinn, sem var á fullri gjöf allan tímann, sýnir hæsta próteinhlutfallið. En eins og áður var getið er möguleiki á að viðmiðunarhópurinn hafi komið frá sérvöldum fiskum hvað stærð varðar.

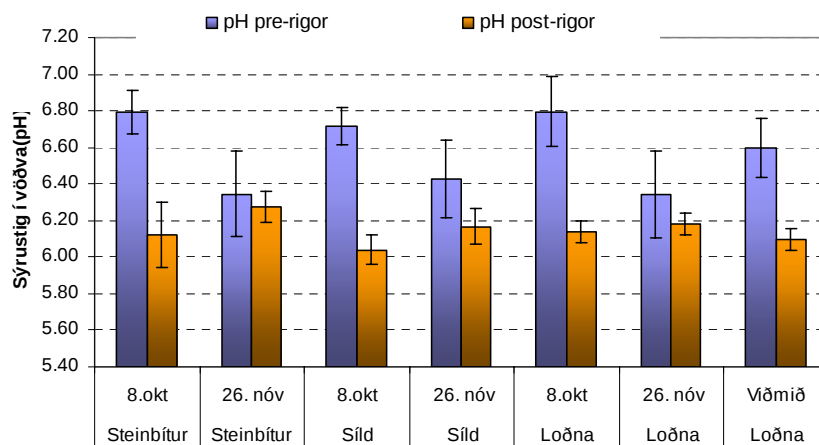


Mynd 2. Prótein- og vatnsinnihald (%) hjá þremur fóðurhópum af áframeldisfiski í upphafi niðurfóðrunar (8.oct) og eftir 7 vikna niðurfóðurn (26.nóv) til samanburðar er viðmiðunarhópur sem sem var alinn á loðnu 3svar í viku allan tímann. Niðurfóðrun var ákveðin: fóðrun 2svar í viku í 3vikur, 1 sinni í viku í 3vikur og síðan svelt í eina viku.



Mynd 3. Vatnsheldnimæling (%) á þremur fóðurhópum af áframeldisþorski fyrir og eftir 7 vikna niðurfóðrun. Til samanburðar er viðmiðunarhópur sem sem var alinn á loðnu allan eldistímann og villtur þorskur (meðaltal af 20 sýnatökum).

Mynd 3 sýnir niðurstöður úr vatnsheldnimælingu á þremur fóðurhópum fyrir og eftir niðurfóðrun og hjá viðmiðunarhópi sem ekki var niðurfóðraður. Til samanburðar er meðal vatnsheldnimæling úr 20 villtum þorskum. Þarna kemur fram að eldisþorskurinn er mun lægri í vatnsheldni heldur en villti þorskurinn og er þar um marktækan mun að ræða. ($P < 0,05$). Einnig kom fram marktækur munur á vatnsheldni milli mælingatíma hjá steinbítshópnum (okt vs nóv) og steinbítshópnum í okt. og viðmiðunarhópsins og loðnuhópnum í okt og viðmiðunarhópsins. Niðurfóðrun hefur tilhneigingu til að auka vatnsheldnina í öllum hópum þó ekki sé alltaf um marktækan mun að ræða.

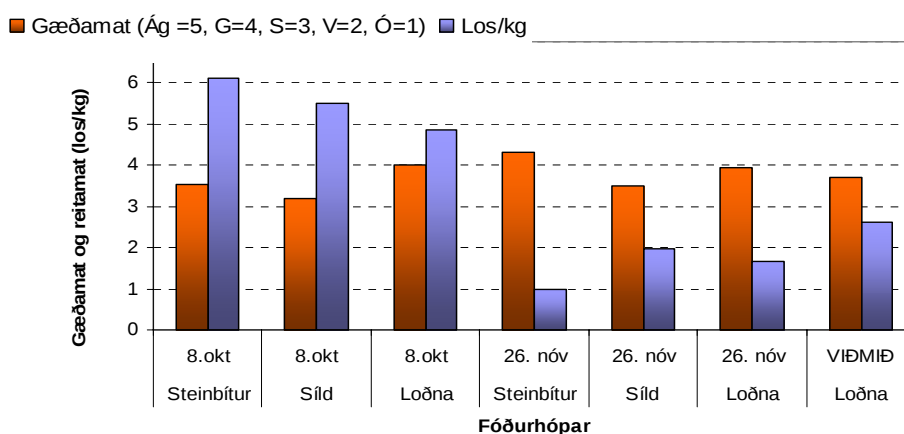


Mynd 4. Sýrustig fyrir og eftir dauðastirðnun í þremur fóðurhópum, í upphafi niðurfóðrunar, eftir 4 mánaða eldi og eftir 7 vikna niðurfóðrun. Til samanburðar er viðmiðunarhópur sem sem var á fullri gjöf allan tímann.

Sýrustigsmælingar voru gerðar á eldisfiskinum fyrir og eftir dauðastirðnun og eru meðalgildi úr þeim mælingum sem eru sýndar í mynd 4. Þarna sést greinilega að sýrustigið er herra fyrir dauðastirðnun (rigor) en eftir dauðastirðnun. Einnig sést að sýrustigsfallið er mun meira á milli fyrir og eftir rigorástands í október heldur en við lok niðurfóðrunar í nóvember. Það endurspeglar næringarástand fisksins, eftir niðurfóðrunina er fiskurinn búinn að vera í minna æti og þar af leiðandi er minni efniviður (glykógen) í vöðva til að mynda mjólkursýru. Sýrustig fyrir dauðastirðnun var mæktækt ($P < 0,05$) lægra eftir niðurfóðrunina en í upphafi niðurfóðrunar. Ekki kom fram marktækur munur ($P > 0,05$) á sýrustigi milli tilraunahópa eftir dauðastirðnun.

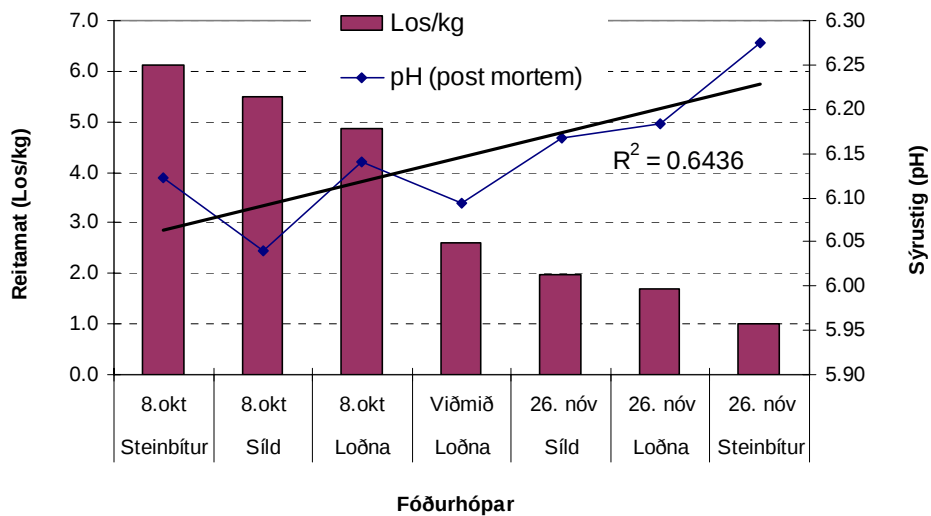
4.1.2. Gæðamat (sjónmat) á flökum

Mynd 5 sýnir gæðamat og reitamat (los/kg) á eldisþorskinum fyrir og eftir niðurfóðrun. Lossprungur sem eru skilgreindar sem los/kg eru mun fleiri í fiskinum fyrir en eftir niðurfóðrunina sem gefur til kynna að los í holdi minnki við niðurfóðrun. Samkvæmt gæðamatinu hefur þorskurinn sem var alinn á steinbít hækkað í mati eftir niðurfóðrunina úr sæmilegu í gott. Gæðamat hinna fódurhópanna er hins vegar svipað fyrir og eftir niðurfóðrunina. Gæðamatið í heild var frekar slæmt, en hugsanlegt er að það hafi haft áhrif á gæðamat flakanna að þorskurinn var sendur heill til Rf, þar sem hann var handflakaður af starfsfólki Rf. Mögulegt er að handflökun fari ver með flökin en vélflökun, sérstaklega þegar ekki er um fagmenn í flökun að ræða.



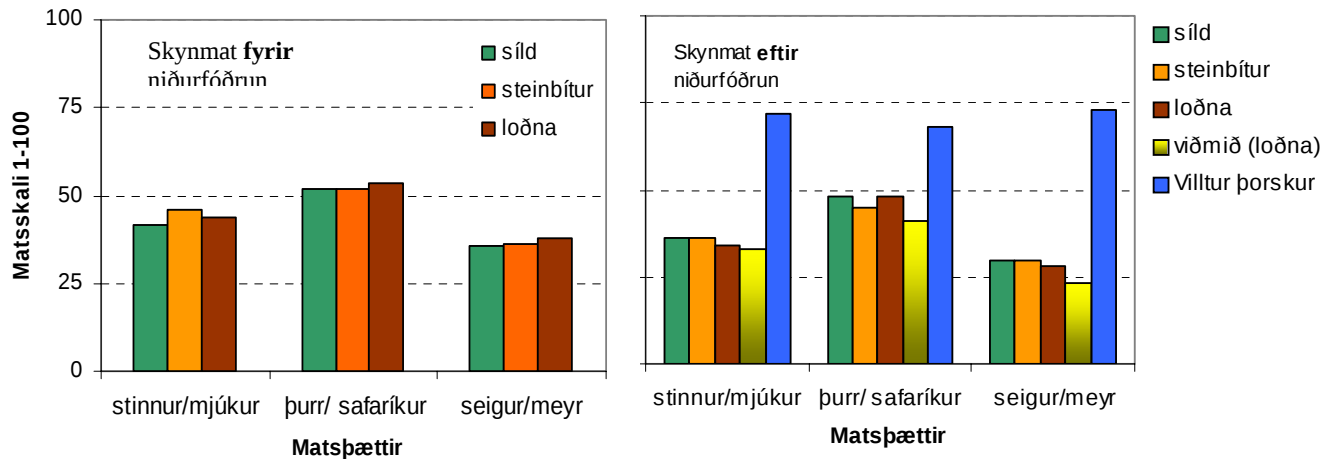
Mynd 5. Gæðamat og reitamat (los/kg) hjá þremur fódurhópum í upphafi niðurfóðrunar (okt) og eftir 7 vikna niðurfóðrun (nóv) til samanburðar er viðmiðunarhópur sem sem var alinn á loðnu 3svar í viku allan tímann.

Mynd 6 sýnir sýrustig í holdi eftir dauðastirðnun á móti losi í holdi (los/kg). Glögglega sést hvað los í holdi (los/kg) tengist sýrustigi. Þegar fóðrun er minnkuð hækkar sýrustigið og það dregur úr losi, sem gefur til kynna að niðurfóðrun sé jákvæð aðgerð til auka holdgæði eldisþorsks. Við lágt sýrustig í fiskholdi er hætt á að bandvefur brotni niður og er því lágt sýrustig sett í samhengi við los í fiskvöðva og þar af leiðandi slæmu gæðamati. Niðurstöður sýna að nokkuð góð samsvörun er á milli sýrustigs og loss, þ.e. að hærri sýrustig þýði minna los.



Mynd 6. Reitamat (los/kg) vs sýrustig í vöðva (pH post mortem) í þremur fóðurhópum í upphafi niðurfóðrunar (okt) og eftir 7 vikna niðurfóðrun (nóv) til samanburðar er viðmiðunarhópur sem var alinn á loðnu 3svar í viku allan tímann.

4.1.3. Skynmat á soðnum eldisþorski



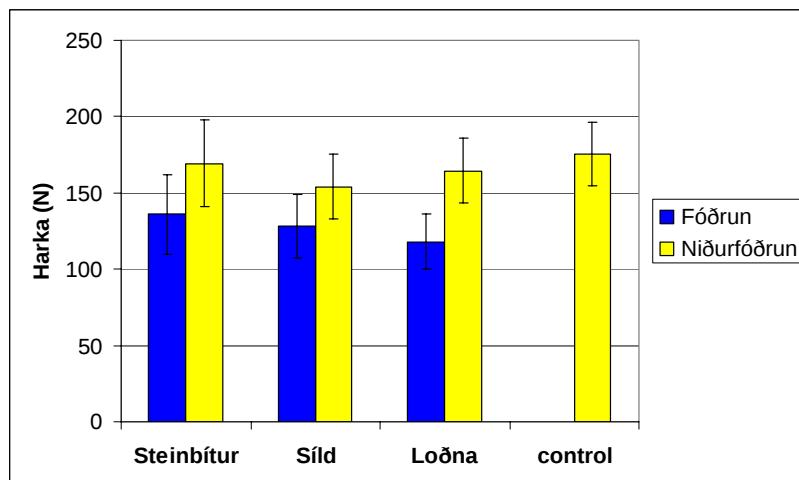
Mynd 7. Skynmat á áferðarþáttum áframeldisþorsks sem var alinn á þremur fódurtegundum í upphafi niðurfóðrunar (til vinstri) og eftir 7 vikna niðurfóðrun (til hægri). Viðmiðunarhópurinn var ekki niðurfóðraður. Niðurstaða skynmats á villtum þorski er sýnd til samanburðar.

Niðurstöður skynmats á soðnum áframeldisþorski fyrir og eftir 7 vikna niðurfóðrun eru sýndar á mynd 7, en þar voru metnir áferðarþættir, þ.e. stinnur/mjúkur, þurr/safaríkur og seigur/meyr. Skynmatið fór fram eftir að þorskurinn hafði verið slægður og geymdur heill í ís í 6 daga. Til samanburðar er sýnd niðurstaða skynmats á villtum þorski, sem var metinn eftir 4 daga geymslu í ís (heill en slægður). Áframeldisþorskurinn þótti marktækt ($P < 0,05$) stinnari, þurrari og seigari en villtur þorskur. Ekki reyndist marktækur munur á áferðarmati innbyrðis milli eldishópa við upphaf niðurfóðrunar. Eftir niðurfóðrunina var viðmiðunarhópurinn (loðna) marktækt þurrari og seigari en hinir fódurhóparnir. Ekki kom fram annar munur á eldishópunum. Niðurfóðrunin hefur ekki haft mikil áhrif á áferðarþætti þorsksins, samt er tilhneiging til þess að hann sé seigari og stinnari eftir niðurfóðrunina en fyrir en munurinn er þó ekki marktækur ($P > 0,05$). Þess má geta að eftir sex daga geymslu í ís fyrir gæðaúttektina fékk eldisfiskurinn ágæta skynmatseinkun fyrir ferskleika. Samkvæmt Torry-skala fékk fiskurinn 8,5 í einkunn, sem var sama einkunn og villti fiskurinn fékk eftir 4ra daga geymslu í ís. Öll meðhöndlun hráefnis hefur áhrif á gæðin og það hversu stuttur tími líður frá slátrun og

þar til fiskurinn er frágenginn og ísaður í geymslu getur skilað sér í lengra geymsluþoli. Við hefðbundnar veiðar getur biðtími frá veiðum og þar til afli er slægður og ísaður aldrei orðið eins tímastýrður og hægt er að koma við í slátrun á eldisfiski.

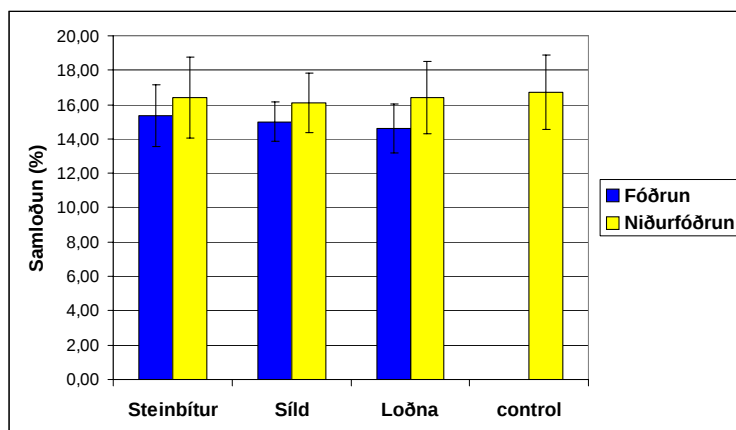
4.1.4. Áferð, litur og pressanlegur vökvi (vökvaheldni)

Samanburður á áferðareiginleikum, lit og magni pressanlegs vökva á eldisþorski í upphafi og eftir sjö vikna niðurfóðrun var metinn.



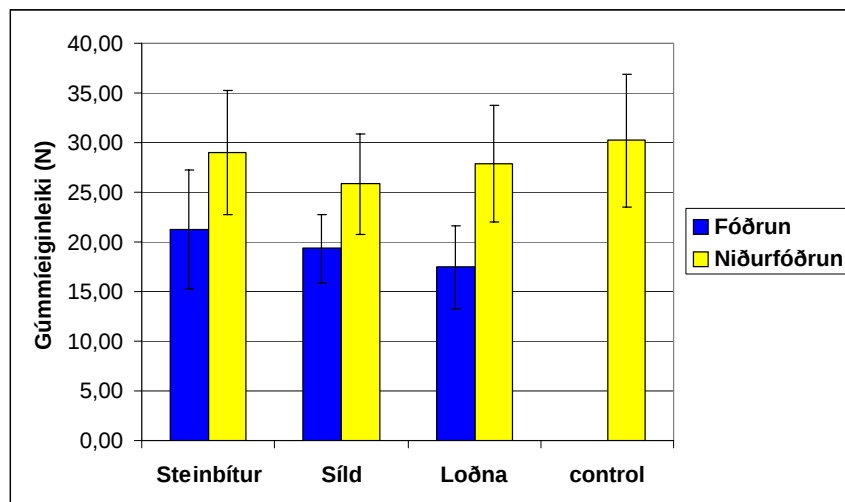
Mynd 8. Harka í vöðva áframeldisþorsks, sem var alinn á mismunandi fóðri í upphafi niðurfóðrunar og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Mynd 8 sýnir að harka í þorskhaldi eykst eftir sjö vikna niðurfóðrun og er þar um marktækan mun ($P < 0,05$) að ræða. Ekki er marktækur munur á hörku innbyrðis á milli fóðurhópa, hvorki fyrir né eftir niðurfóðrun.



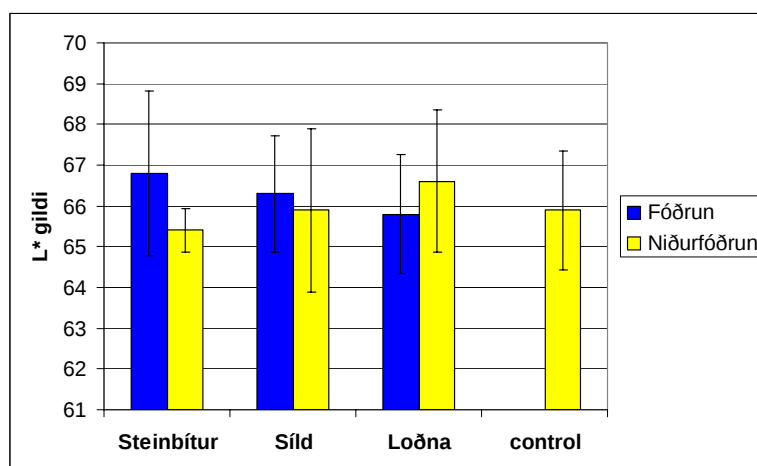
Mynd 9. Samloðun í vöðva eldisþorsks sem var alinn á mismunandi fóðri í upphafi niðurfóðrunar og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Á mynd 9 sést að samloðun í þorskvöðva (styrkur innri byggingar í vöðvum) eykst við niðurfóðrunina. Marktækur munur ($P < 0,05$) reyndist á samloðun í holdi á þorski sem var alinn á loðnu í upphafi niðurfóðrunar og eftir sjö vikna niðurfóðrun ($P = 0.004$). Ekki var marktækur munur á milli annarra fódurhópa.



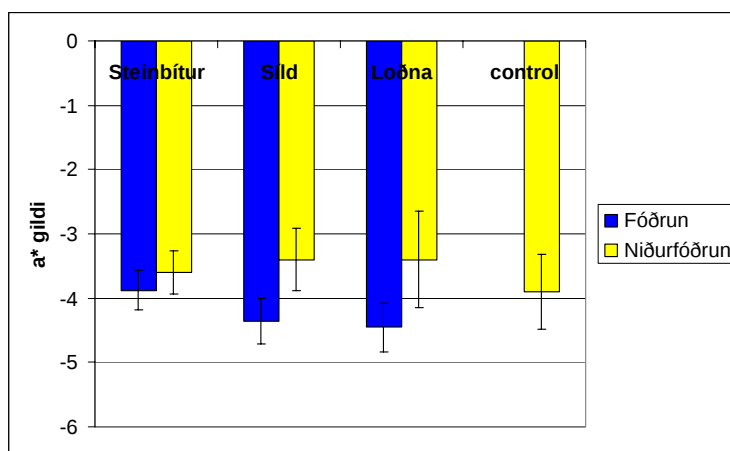
Mynd 10. Gúmmieiginleiki eldisþorsks sem var alinn á mismunandi fódri í upphafi niðurfóðrunar og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Mynd 10 sýnir að gúmmieiginleikar holdsins aukast eftir sjö vikna niðurfóðrun hjá öllum fódurhópunum og er þar um marktækan mun að ræða ($P < 0,05$).



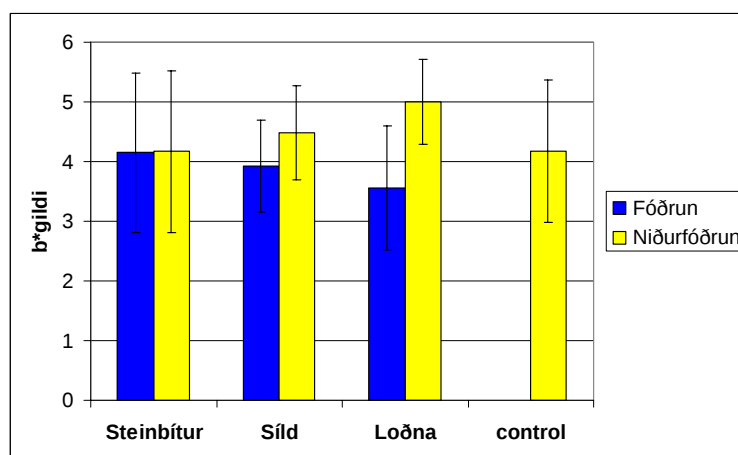
Mynd 11. Hvítur litur í holdi eldisþorsks sem aldir voru á mismunandi fódurtegundum fyrir niðurfóðrun og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Þorskur alinn á steinbítsfóðri er marktækt dekkri í holdi (mynd 11) eftir niðurfóðrunina en í upphafi niðurfóðrunar.



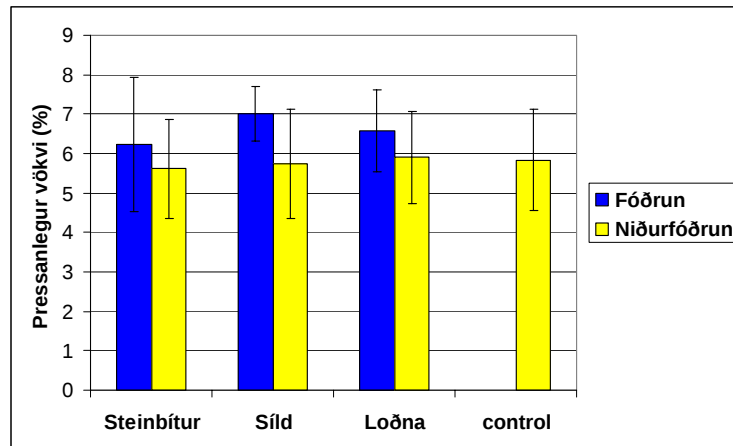
Mynd 12. Grænn litur í holdi eldisþorsks alinn á mismunandi fóðri í upphafi og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Þorskur alinn á loðnu og síld er marktækt grænni en þorskur sem var alinn á steinbítsafskurði (mynd 12).



Mynd 13. Gulur litur í holdi eldisþorsks sem var alinn á mismunandi fóðri í upphafi niðurfóðrunar og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Ekki var marktækur munur á b* gildi (mynd 13) á milli fóðurhópa fyrir og eftir minnkaða fóðrun, en holdið hefur tilhneigingu til að gulna eftir sjö vikna niðurfóðrun.

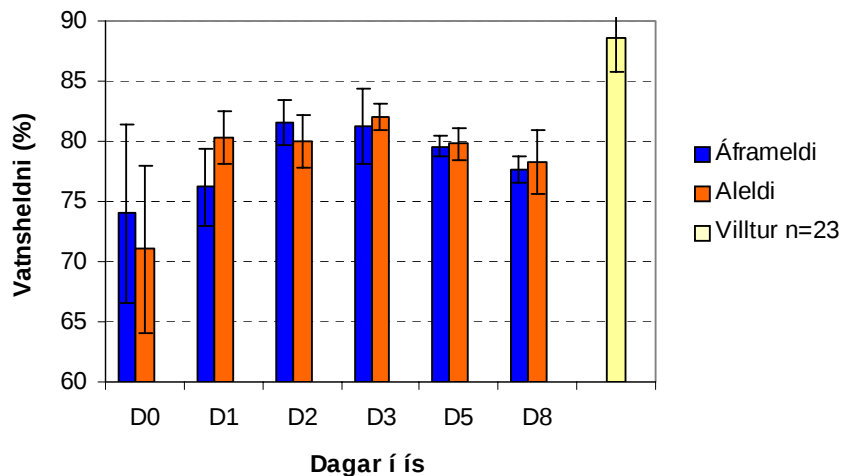


Mynd 14. Pressanlegur vökví í holdi eldisþorsks sem var alinn á mismunandi fódurtegundum í upphafi niðurfóðrunar og eftir sjö vikna niðurfóðrun.

Niðurstöður frá mælingu á vatnsheldni (pressanlegum vökva) þorskhóldsins eru sýndar á mynd 14. Magn pressanlegs vökva minnkar eftir sjö vikna niðurfóðrun hjá öllum fódurhópunum en ekki greinist marktækur munur þar á milli.

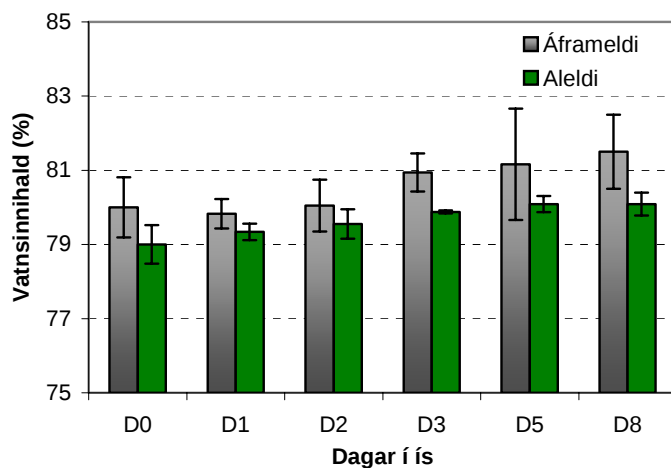
4.2. Áframeldisþorskur og aleldisþorskur frá Útgerðarfélagi Akureyringa hf.

4.2.1. Efnainnihald, vatnsheldni og sýrustig



Mynd 15. Niðurstöður úr vatnsheldnimælingu á áframeldisþorski og aleldisþorski eftir mislangan geymslutíma í ís. Meðaltal úr vatnsheldnimælingum á 23 villtum þorskum er sýnd til samanburðar.

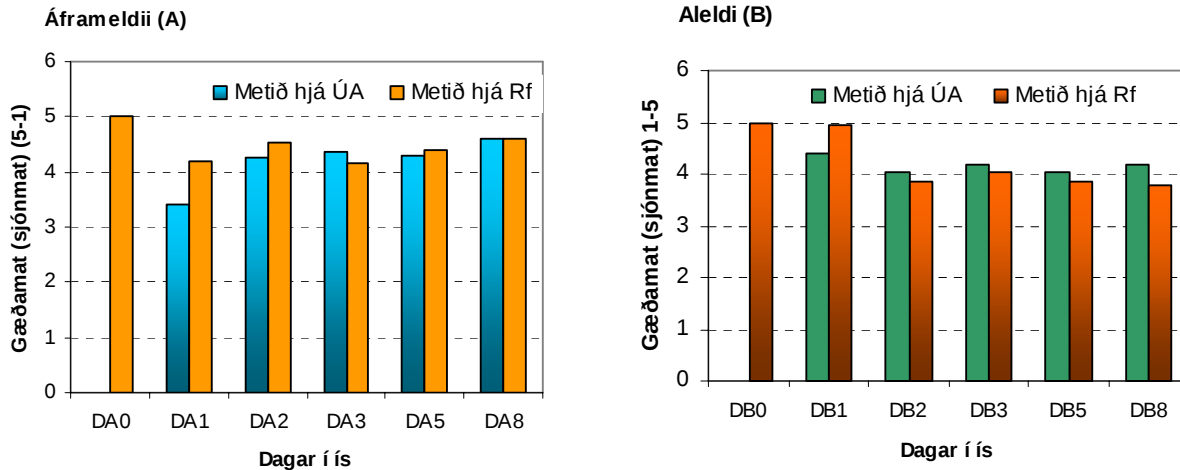
Mynd 15 sýnir niðurstöður úr vatnsheldnimælingum á áframeldisfiski og aleldisfiski eftir mislanga geymslu í ís og til samanburðar mælingar á villtum þorski eftir 4 daga geymslu í ís. Mikill munur er á hvað villtur þorskur heldur betur vatni en áframeldis- og aleldisþorskur og er sá munur vel marktækur. Vatnsheldni í áframeldisfiski fyrir rigor, dagur 0 (D0) er marktækt minni en á degi 2,3,5 og 8. Vatnsheldni í áframeldisfiski á degi 1 (D1) er marktækt minni en á degi 2 og degi 3. Marktækur ($P < 0,05$) munur er á vatnsheldni aleldisfisks á degi 0 (fyrir rigor) og allra hinna geymsludagana. Þegar litið er á súluritið (mynd 15) fyrir báða eldishópana sést að vatnsheldni er mjög lítil í fiskinum þegar hann er mældur fyrir rigor eða aðeins frá 70-75% en hækkar síðan eftir því sem líður á geymslutímann, mest upp í 82%. Á degi 5 byrjar vatnsheldnin að minnka og líklegt er að lengd geymslutímans sé þá farin að hafa áhrif hvað varðar niðurbrot í holdi.



Mynd 16. Vatnsinnihald (%) á áframeldisþorski og aleldisþorsk frá ÚA eftir mislangan geymslutíma í ís.

Niðurstöður úr vatnsmælingu á áframeldisþorski og aleldisþorski eftir mislanga geymslu í ís eru sýndar á mynd 16. Vatnsinnihald í áframeldisþorskinum er marktækt ($P < 0,05$) minni á degi 1 en degi 5 og 8. Eins er vatnsheldni áframeldisþorsks á degi 2 marktækt minni en á degi 8. Þó að sama tilhneiging komi fram í aleldisfiskinum að vatnsinnihald aukist smám saman eftir geymslu í ís þá var ekki um marktækan mun að ræða. Að vatnsinnihald hækki við geymslu í ís er mjög líklega vegna upptöku á vatni frá umhverfinu. Þess má geta að vatnsinnihald í villtum þorski er um 81-83%.

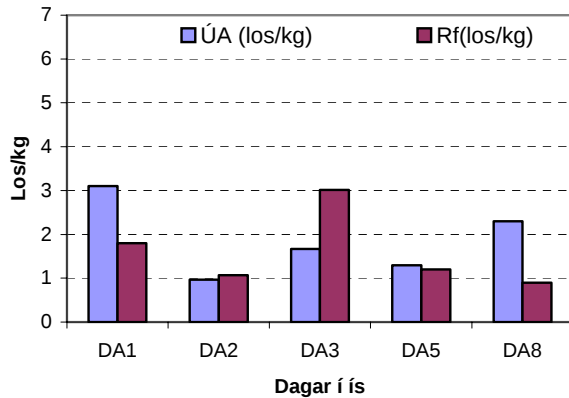
4.2.2. Gæðamat (sjónmat) á flökum



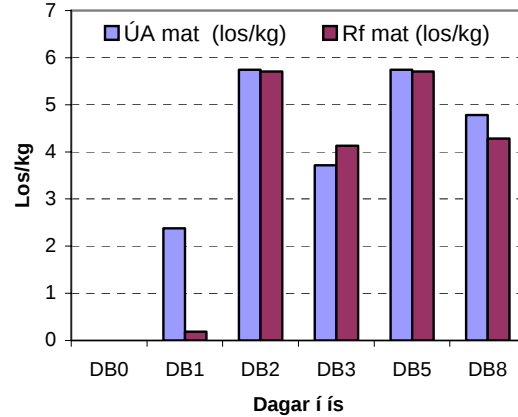
Mynd 17. Niðurstöður (meðaltal) frá gæðamati á 20 flökum af áframeldisfiski og aleldisfiski eftir 0,1,2,3,5 og 8 daga í ís. Bornar eru saman niðurstöður gæðamats hjá ÚA og Rf sem voru gerðar á sömu flökunum.

Niðurstöður úr gæðamati samkvæmt skýringamyndum úr Handbók fiskvinnslunnar (1995) og reitamati los/kg eru sýndar á mynd 17 og 18. Gæðamat og losmat flaka sem voru flökuð fyrir rigor var eingöngu framkvæmt hjá Rf. Þegar flakað var fyrir rigor átti það bæði við um áframeldisþorsk og aleldisþorsk að gæðaeinkunn allra flaka var ágæt eða 5 í einkunn og 0 los/kg, þ.e. óaðfinnanleg flök. Í gæðamatinu (mynd 17) og reitamatinu (mynd 18) frá degi 1 eða DA1 og DB1 kemur fram talsvert ósamræmi á milli ÚA og Rf. Rf fólkið dæmdi flökin með mun minna los en starfsmenn ÚA. Síðan kom í ljós að starfsmenn Rf mátu ákveðnar sprungur ekki sem los, þar sem þær voru taldar hafa komið frá flökunarvél (vanstilling). Starfsmenn ÚA mátu aftur á móti réttilega þessar sprungur sem los. Að öðru leyti er samræmi í gæðamati flaka hjá ÚA og Rf. En það er eftirtektarvert hvað gæðamat flakanna er gott, bæði fyrir aleldis- og áframeldisþorskinna eða um og yfir 4 í öllum hópunum. Dómur á los/kg er lágur fyrir áframeldisþorskinna en frekar slakur fyrir aleldisþorskinna. Þar sem aleldisþorskur var smár (um 1000-1200g) þá fór hann illa í hausunarvélinni, hnakkinn tættist dálítið og þar af leiðandi dæmdur niður í losi/kg í úttektinni. Þar sem dómurinn á losi per kg byggir á þyngd flaka þá er það augljóst að hvert los vegur meira í litlum flökum heldur en stórum svo dómur á 300 g flaki á móti kílóflaki er vart samanburarhæfur. Lítil sem enginn gæðamunur kemur fram í flökum frá geymsludegi 2 til 8.

Áframeldi

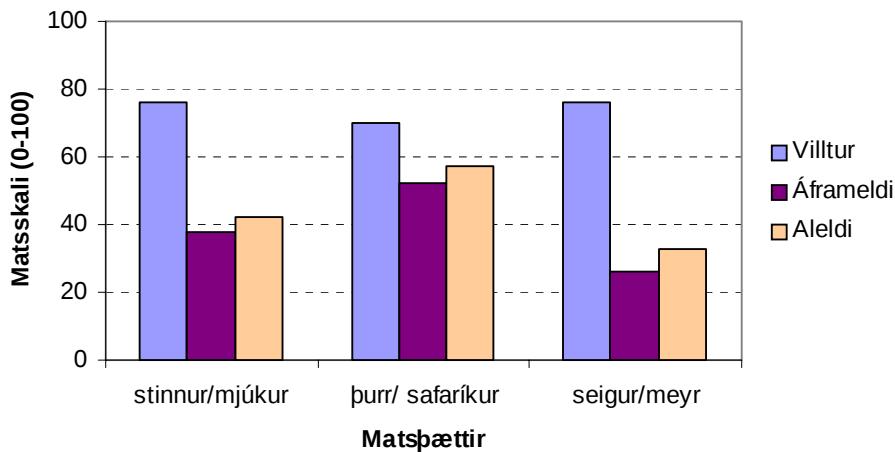


Aleldi



Mynd 18 sýnir niðurstöður frá losmati (los/kg) á 20 flökum af áframeldisþorski og 20 flökum af aleldisþorski sem dæmd voru með reitaaðferð (los/kg) hjá ÚA og Rf. eftir 0,1,2,3,5 og 8 daga í ís. Bornar eru saman niðurstöður frá reitamati hjá ÚA og Rf sem gerðar voru á sömu flökunum.

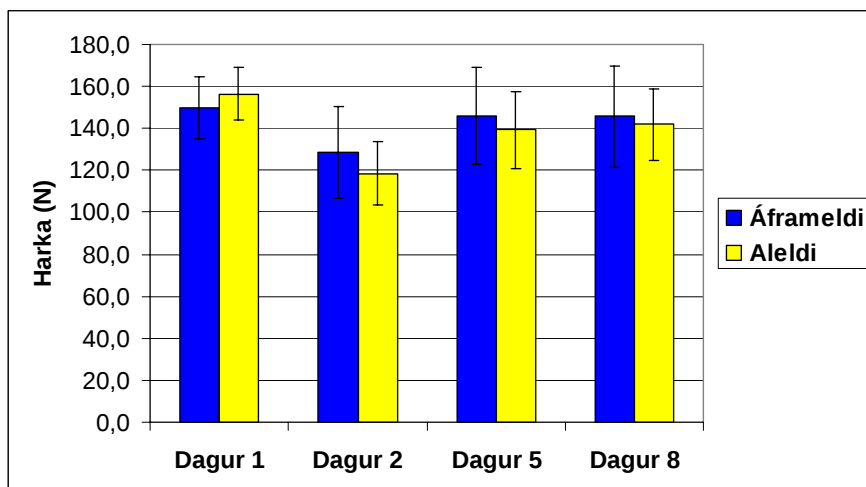
4.2.3. Skynmat á soðnum fiski



Mynd 19. Skynmat á áferðarþáttum áframeldisþorsks og aleldisþorsks sem var búinn að vera geymdur heill í ís í 8 daga. skynmat á villtum þorski (4 dagar í ís) er sýnt til samanburðar.

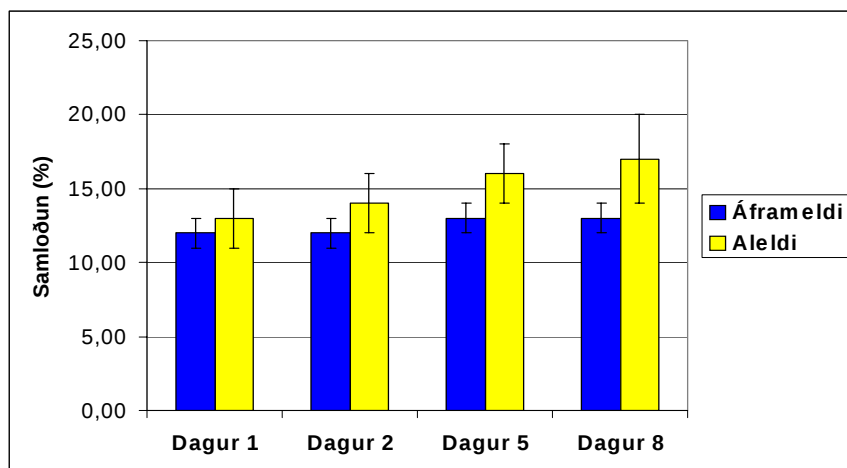
Niðurstöður úr skynmati (mynd 19) á soðnum eldisþorski sýna að eldisþorskurinn, bæði áframeldis- og aleldisþorskur eru marktækt ($P < 0,05$) stinnari, þurrari og seigari en villti þorskurinn. Aleldisþorskurinn var metinn mýkri, safaríkari og meyrari en áframeldisþorskurinn, en ekki var um marktækan mun að ræða.

4.2.4. Áferð, litur og pressanlegur vökvi (vökvaheldni).



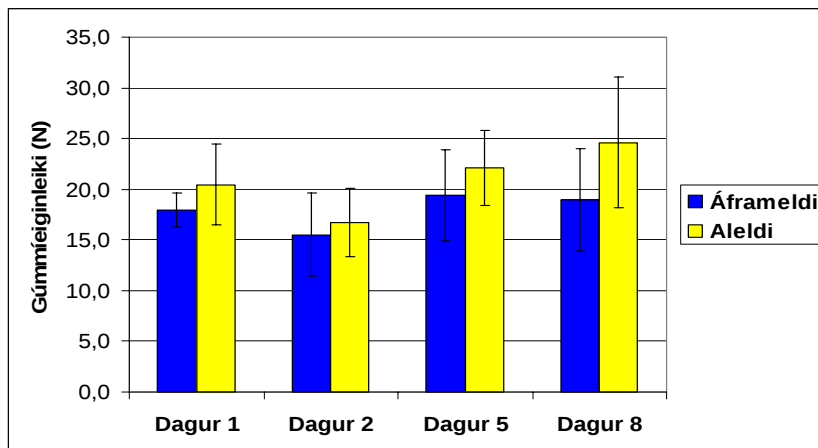
Mynd 20. Harka í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi eftir mislanga geymslu í ís.

Ekki kom fram marktækur munur á stífni þorskflaka eftir eldisaðferðum eða geymslutíma í ís (mynd 20).



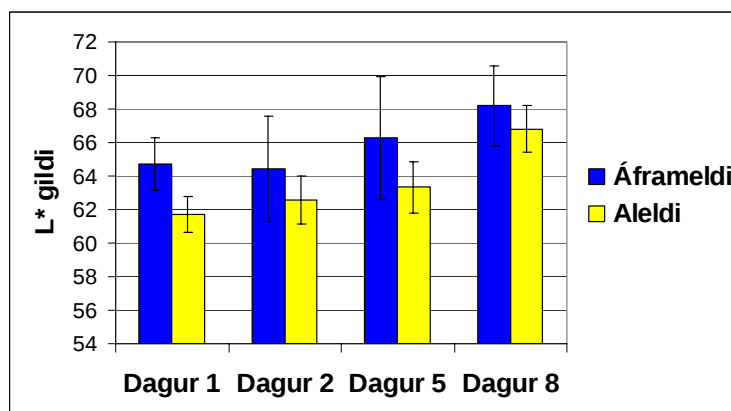
Mynd 21. Samloðun í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi við mislanga geymslu í ís

Samloðun er marktækt ($P < 0,05$) hærri í aleldi en áframeldi á degi 2,5 og 8 (mynd 21). Samloðun eykst marktækt ($P < 0,05$) í aleldisfiskinum með auknum geymslutíma í ís. Þar sem samloðun er vísbending um innri styrk vöðvans getur þessi niðurstaða þýtt að aleldisfiskurinn verði seigari með lengri geymslu í ís.



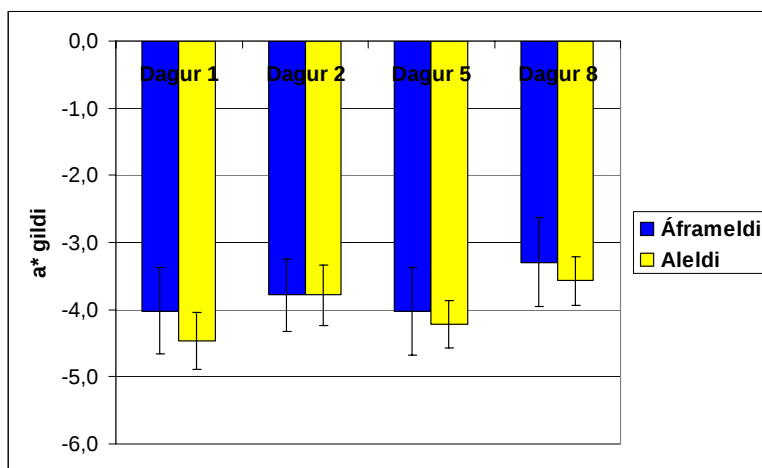
Mynd 22. Gúmmíeiginleiki í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi eftir mislanga geymslu í ís.

Niðurstöður úr mælingum á gúmmíeiginleika þorskhólds eru sýndar á mynd 22. Gúmmíeiginleiki hefur tilhneigingu til að aukast við lengri geymslu í ís, sérstaklega í aleldisþorskinum, en ekki kom fram marktækur ($P < 0,05$) munur.



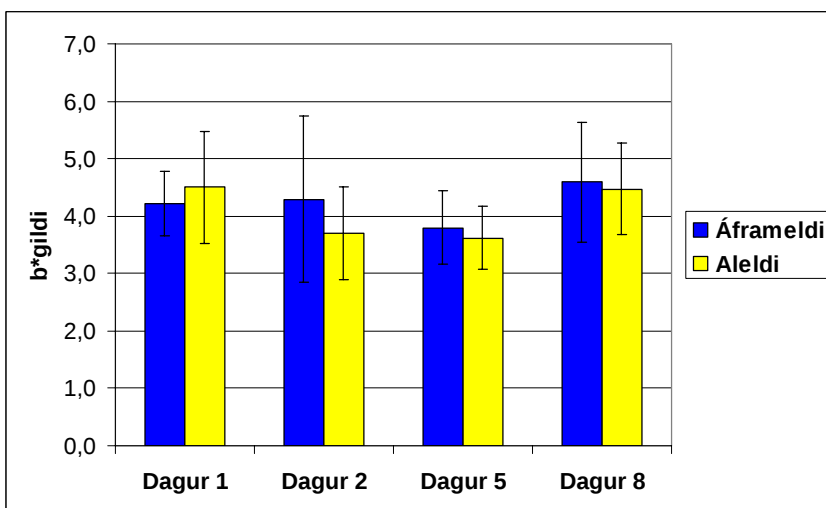
Mynd 23. Hvítur litur í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi við mislanga geymslu í ís.

Samkvæmt niðurstöðum á litamælingu (sjá mynd 23) eru þorsklök úr áframeldi almennt hvítari en flök úr aleldi og marktækt hvítari á degi 1 og degi 5. Hold þorsksins virðist hvítna með lengri geymslu í ís og er marktækur ($P < 0,05$) munur milli geymsludaga í ís fyrir flök úr aleldinu.



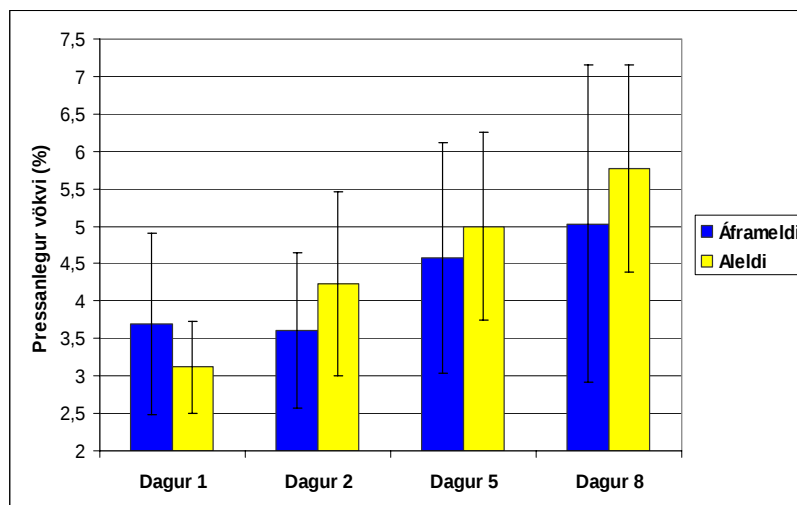
Mynd 24. Grænn litur í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi eftir mislanga geymslu í ís.

Ekki er marktækur ($P > 0,05$) munur á grænum lit í holdi þorsks þegar borið er saman áframeldi og aleldi. Hins vegar er marktækur munur á grænum lit milli geymsludaga í aleldinu.



Mynd 25. Gulur litur í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi eftir mislanga geymslu í ís.

Ekki er marktækur ($P > 0,05$) munur á gulum lit í holdi, hvorki milli eldisaðferða eða geymslutíma í ís (sjá mynd 25).



Mynd 26. Pressanlegur vökví í holdi eldisþorsks úr áframeldi og aleldi við mismunandi geymslu í ís.

Mynd 26 sýnir niðurstöður frá mælingum á pressanlegum vökva. Magn pressanlegs vökva hefur tilhneigingu til að minnka með aukinni geymslu í ís og einnig virðist vökvaheldni minni í aleldisþorski borið saman við áframeldisþorsk. En ekki var um marktækan ($P > 0,05$) mun að ræða hvorki í vökvaheldni í holdi milli eldisaðferða né á milli geymsludaga í ís.

4.3. Áframeldisþorskur og aleldisþorskur frá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru hf.

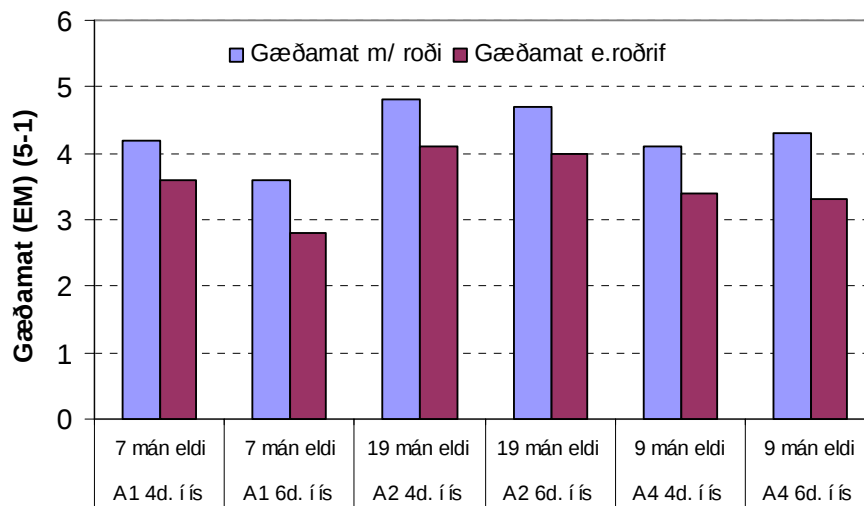
Næringarefnamæling, ferskleikamæling og orkuútreikningur loðnu sem gefin var áframeldisfiskinum í H-G er sýnd í töflu 4.

Tafla 4. Næringarefnainnihald, orka og ferskleiki (TVN) í sýnum af fóðri sem gefið var í áframeldið (heil loðna) og aleldið (þurrfóður) hjá Hraðfrystihúsinu Gunnvöru.

Fóðursýni	Prótein %	Fita %	Vatn %	Salt %	Aska %	Kolvetni%	TVN mgN/100 g	Orka MJ/kg
Loðna (heil)	14,5	7,2	75,2	0,6	2,3	<1,0	16,0	4,78
*Þurrfóður 15/56	56,0	15,0	10,0		10,0	11,5		15,8

* var einnig gefið aleldisfiski hjá ÚA

4.3.1. Gæðamat (sjónmat) og sýrustig



Mynd 27. Niðurstöður gæðamats (losmats) á flökum áframeldisþorsks sem alinn var í mislangan tíma. Flökin voru gæðamatin bæði fyrir og eftir roðrif, eftir 4 og 6 daga geymslu í ís (heill en slægður).

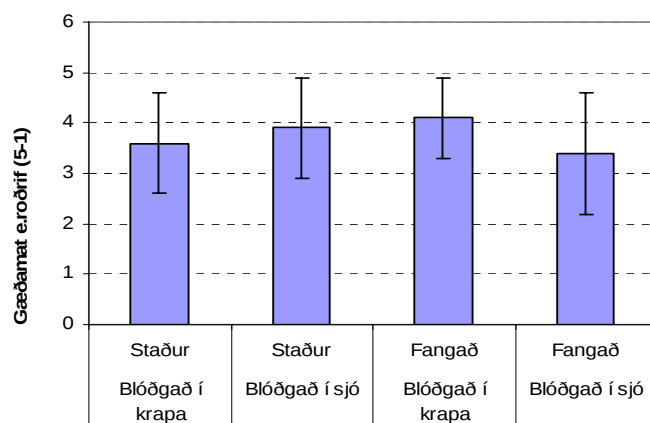
Mynd 27 sýnir hvað gæði áframeldisþorsks aukast með lengri eldistíma. Eftir 19 mánaða eldi (A2) eru flökin metin ágæt eða fá um 5 fyrir gæði og lækka niður í 4 eftir roðflettinguna. Einnig kemur fram þar að 2ja daga lengri geymsla í ís hefur ekki áhrif á gæðin. Þorskurinn sem var alinn í 9 mánuði (A4) fær gæðamatið gott eða rúmlega 4 og fer niður í um 3.5 eftir roðflettingu. Gæði flaka A4 hópsins skerðast ekki þó þau séu 6 daga í geymslu í ís. Áframeldisþorskurinn, sem var alinn í 7 mánuði (A1), hefur svipað gæðamat og 9 mánaða fiskurinn (A4), en þolir síður geymslu því eftir 6 daga í ís skerðast gæðin talsvert frá því sem var við 4 daga í ís. Einnig virðast flök úr A1 þola síður roðflettingu þar sem flökin eftir roðflettingu eru komin niðurfyrir það að kallast sæmileg í gæðamatinu. Í

Töflu 5 eru sýnd meðal sýrustigsgildi fyrir hvern eldishóp. Ekki reyndist marktækur munur á sýrustigi milli hópa.

Tafla 5. Meðal pH gildi við gæðaúttekt á þorskeldihópum hjá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru.

Sýnd eru pH gildi bæði eftir 4 daga geymslu í ís og eftir 6 daga geymslu í ís.

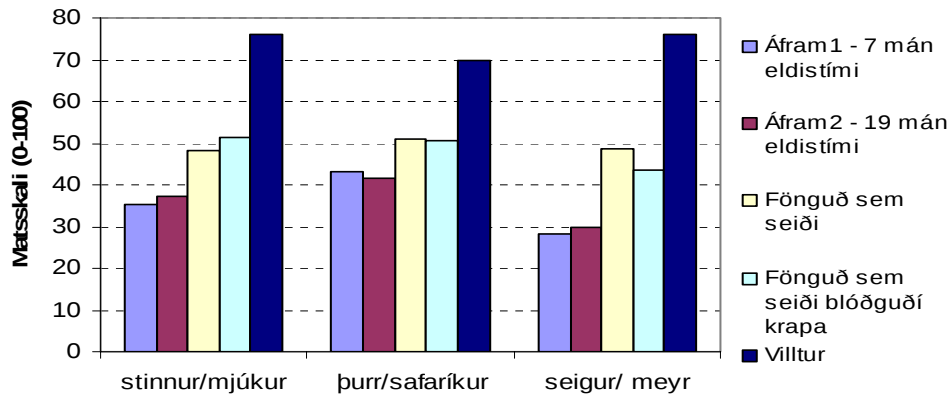
Eldishópar	Geymslutími í ís	
	4 dagar	6 dagar
	pH gildi	pH gildi
A1 (7 mán eldi)	6,2	6,19
A2 (19 mán eldi)	6,14	6,16
A4 (9 mán eldi)	6,25	6,18



Mynd 28. Niðurstöður frá gæðamati eftir flökun og roðrif á aleldisfiski og eldisfiski sem var fangaður sem smá seiði og alinn áfram, eftir mismunandi blóðgunaraðferð.

Ekki kom fram (mynd 28) afgerandi gæðamunur á aleldisflökum eftir mismunandi hitastigi við blóðgun. Þess má geta að fiskurinn var smár (600 - 800 g), sem olli erfiðleikum við hausun, flökun og roðflettningu, þar sem vélbúnaðurinn er stilltur fyrir stærri fisk. Flökin fóru illa og við mat lá ekki alltaf ljóst fyrir hvort um væri að ræða skurð frá flökunarvél eða hefðbundin lossprungu.

4.3.2. Skynmat á soðnum eldisþorski

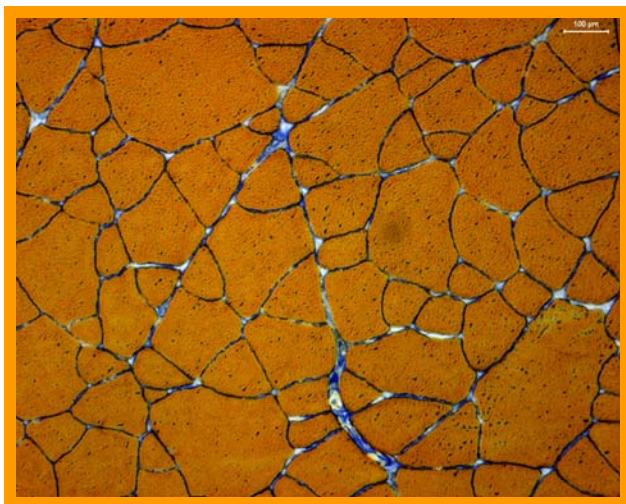


Mynd 29. Skynmat á áferðarþáttum áframeldisþorsks og aleldisþorsks sem var búinn að vera geymdur í 7 daga (4 dagar heill, slægður í ís og síðan sem flök með ísmottu í frauðplastkassa í kæli í 3 daga). Skynmat á villtum þorski (4 dagar í ís) er sýnt til samanburðar.

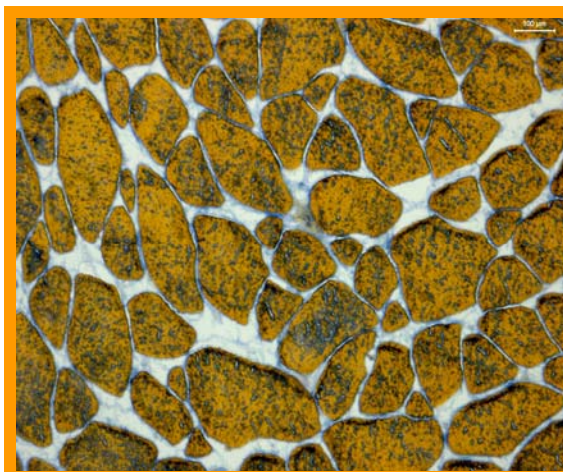
Þorskurinn sem var notaður í skynmatið (sjá mynd 29) var geymdur í ís heill og slægður í 4 daga. Á fjórða degi var hann flakaður og pakkað með ísmottum í frauðplastkassa og geymdur í kæli í 3 daga. Fiskurinn var því 7 daga þegar hann var metinn í skynmati. Bæði aleldisþorskurinn og áframeldisþorskurinn eru marktækt stinnari, þurrari og seigari en villtur þorskur, þ.e. eins og kom fram í eldisþorskinum frá Þórsbergi og ÚA. Aleldisþorskurinn er marktækt ($P < 0,05$) mýkri og meyrari en áframeldisfiskurinn. Aleldisþorskurinn reyndist einnig safaríkari en áframeldisþorskurinn, en þó er ekki um marktækan ($P > 0,05$) mun að ræða þar. Ekki kemur fram áferðarmunur á áframeldisþorski sem alinn var í 19 mánuði og þeim sem var alinn aðeins í 7 mánuði.

5. MYNDGREINING

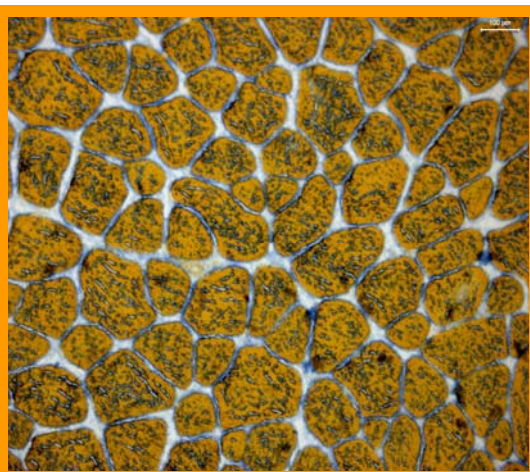
Sýni af villtum þorski, eldisþorski, fyrir niðurfóðrun og eldisþorski eftir 7 vikna niðurfóðrun hafa verið skoðuð. Við þessar fyrstu athuganir hefur komið í ljós sláandi munur á smásærri byggingu á vöðvum þessara hópa, en dæmi um smásjármyndir af þeim er að finna hér að neðan. Rétt er að benda á að enn á eftir að vinna úr stórum hluta sýnanna.



Mynd 30. Villtur þorskur. Frumur liggja þétt saman, lítið bil á milli þeirra.



**Mynd 31. Áframeldisþorskur fyrir niðurfóðrun.
Bil á milli fruma áberandi.**



**Mynd 32. Áframeldisþorskur eftir niðurfóðrun.
Bil ennþá áberandi, en hafa minnkað.**

.

Á myndunum (30-31) litast vöðvaprotínin appelsínugul og bandvefur blár. Umhverfis vöðvafrumur er lausbundið lag bandvefs (e. “endomysium”) sem heldur þráðunum saman, og millifrumuvökvi (e. “extracellular fluid”). Eins og sjá má er mun meira magn millifrumuvökva í eldisþorskinum. Ekki er ljóst hvað veldur þessum hlutfallslega mikla millifrumuvökva, en hann er vissulega meiri en venjulegt getur talist. Hvort vöðvabyggingin í eldisþorskinum er svona á meðan hann er lifandi eða hvort vökvinn þrýstist út úr frumunum eftir slátrun er óvíst, en rétt væri að kanna það, t.d. með því að taka sýni af nýslátruðum þorski (fyrir dauðastirðnun) og ef til vill með vissu millibili eftir slátrun. Millifrumuvökvi eykst oft við dauðastirðnun, sérstaklega í PSE-kjöti (Tornberg 1996), en engar greinagóðar heimildir hafa fundist um þetta í fiski.

Það er mikilvægt að leggja áherslu á að hér er um fyrstu niðurstöður að ræða og enn á eftir að vinna úr stórum hluta sýnanna. Myndir (30-31) af stökum sýnum eins og hér að ofan gefa ákveðna vísbendingu um ástandið en nauðsynlegt er að rannsaka mun fleiri sýni. Rétt er að taka fram að töluvert mikill einstaklingsmunur er á fiskunum. Sumir eldisþorskar voru með mjög lítið bil á milli fruma, en nær engir villtir fiskar voru með mikið bil. Það getur því verið varasamt að draga of víðtækar ályktanir af til dæmis mun á milli eldisþorsks fyrir og eftir niðurfóðrun af þessum myndum. Myndirnar voru engu að síður valdar þannig að þær væru dæmigerðar fyrir hópana, miðað við þau sýni sem þegar er búið að rannasaka.

6. ÁLYKTANIR

Af niðurstöðum þeirra mælinga og tilrauna sem voru framkvæmdar er ljóst að áferðar- og eðliseiginleikar eldisþorsks eru frábrugðnir villtum þorski.

Áframeldisþorskur er marktækt lægri í vatnsheldni en villtur þorskur, en þar virðist vaxtarhraði eldisþorsks á slátrunartíma ráða miklu um gæði afurða. Niðurfóðrun hefur tilhneigingu til að auka vatnsheldnina í öllum eldishópum þó ekki sé alltaf um marktækan mun að ræða. Ekki kom fram neinn áþreifanlegur munur á holdgæðum eldisþorsksins eftir fóðurtegundum. Próteinhlutfall hækkaði og vatnsinnihald lækkaði í áframeldisþorski eftir 7 vikna niðurfóðrun, sem bendir til þess að mögulegt sé að stjórna holdgæðum með markvissri stýringu á fóðurgjöf og vaxtarhraða. Almennst er sýrustig (pH) herra fyrir dauðastirðnun (pre rigor) en eftir dauðastirðnun (post rigor), en sýrustigsfallið á milli mælinga fyrir rigor og eftir rigor er mun minna í lok 7 vikna niðurfóðrunar en þegar mælt var við upphaf niðurfóðrunar. Af því leiddi að sýrustig í holdi eftir dauðastirðnun í holdi eftir niðurfóðrun

var herra sem hafði líklega áhrif á það að los minnkaði talsvert við niðurfóðrunina. Að þessu gefnu er nokkuð ljóst að los í holdi tengist sýrustigi.

Þegar eldisþorskur var flakaður fyrir rigor var gæðaeinkunn allra flaka ágæt (5) í gæðamati og 0 los/kg í reitamati, þ.e. óaðfinnanleg flök. Gæðamat flaka var mun betra hjá áframeldisfiski sem var alinn í sjókvíum í 19 mánuði en í hefðbundna 6-7 mánuði og virðast því holdgæði aukast með lengri eldistíma. Gæðamat og reitamat (los/kg) á flökum eldisþorsks breyttist lítið sem ekkert þó að fiskurinn væri geymdur heill í ís og flakaður og metinn á skilgreindum degi til og með 8 dögum (0,1,2,3,5,8).

Gæðamatsúttektin hjá útgerðarfyrirtækjunum var framkvæmd á hálfu ári eða í október og nóvember hjá Þórsbergi, í janúar hjá ÚA og í mars hjá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru. Þorskur er í mun meiri vexti í október en í mars og sást meira los í holdi á þeim tíma. Á vorin, þegar mest öll orka fisksins fer í framleiðslu á hrognum og sviljum, dregur yfirleitt úr losi. Þar sem los í holdi þorsks er talið árstíðabundið er ekki rétt að bera saman gæðamat milli fyrirtækja í verkefninu. Gott samræmi fékkst í gæðamati eldisþorsks milli útgerðarfyrirtækja og samstarfsaðila hjá Rf.

Niðurstöður úr skynmati á soðnum fiski voru að áframeldisþorskur og aleldisþorskur voru marktækt stífari, seigari og þurrari en villtur þorskur. Í skynmati reyndist ekki vera marktækur munur á áferðarmati innbyrðis milli mismunandi fóðurhópa né marktækur munur á áferðarmati fyrir og eftir sjö vikna niðurfóðrun. Aleldisþorskurinn hafði tilhneigingu til að vera hærri í öllum áferðarþáttum skynmatsins (þ.e. líkari villta þorskinum) og kom fram marktækur munur í tveimur af áferðarþáttunum, þ.e. aleldisfiskurinn var marktækt mýkri og meyrari en áframeldisþorskurinn. Þess ber að geta að aleldisþorskurinn var mun smærri (600-800 g) en áframeldisþorskurinn (3-4 kg), en stærð (aldur) fiska getur haft hér áhrif. Ekki kom fram marktækur munur í skynmati eldisþorsks milli fyrirtækja. Áferðarmæling með tæki á hörku, samloðun og gúmmíeiginleikum í þorskholdi sýndi marktæka hækkun á öllum þáttum eftir sjö vikna niðurfóðrun. Þorskflök frá áframeldi voru almennt hvítari en flök úr aleldi. Hold eldisþorsks hvítnaði með lengd geymslutíma í ís.

Niðurstöður frá myndgreiningu sem var gerð á vöðva sýndu að mikill millifrumuvökvi er til staðar í áframeldisþorski, sem hefur ekki sést í villtum þorski. Þessi óbundni vökvi gæti skýrt niðurstöðu skynmatsins hvað varðaði það að eldiþorskurinn var metinn marktækt þurrari og seigari en villtur þorskur og þá einnig niðurstöður úr vatnsheldnimælingu sem sýndu að marktækt minni vatnsheldni var í eldisþorski en villtum þorski.

Óeðlileg stækkun á lifur sást hjá áframeldisþorskinum. Þrátt fyrir mikinn fitumun í fóðri eldiþorsksins hafði það ekki veruleg áhrif á lifrarstuðulinn. Lifrarstuðull (slægður) var oft

4-5 sinnum hærri en hjá villtum þorski af sambærilegri stærð. Samkvæmt þessum niðurstöðum má álykta að við eldi á fiski sem safnar ekki fituforða í hold heldur eingöngu í lifur þurfi aðra eldistækni (fóðurtegund og fóðrunaríðni), en lax og lúða og fl. eldistegundir sem safna fituforða í holdið. Ekki kom fram nein áþreifanlegur mismunur í holdgæðum eftir fóðurtegundum

8. ÞAKKARORÐ

Höfundar skýrslunnar þakka öllu samstarfsfólki í verkefninu fyrir gott samstarf. Sérstakar þakkir flytjum við Jóni Erni Pálssyni hjá Þórsbergi ehf, Tálknafirði, Óttari Má Ingvasyni og Arnheiði Eyþórsdóttur hjá ÚA (Brim), Akureyri og Þórarni Ólafssyni hjá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru hf., Hnífsdal. Einnig þökkum við samstarfsfólki á Rf, sem annaðist ýmsar mælingar og skynmatshópi Rf er þakkað sitt framlag. Tæknisjóði Rannís er þakkaður styrkur sem var veittur til verkefnisins.

8. HEIMILDIR

- Losnegard, N., Langmyhr, E. & Madsen, D. 1986a. Ang, J.F. & Haard, N.F. 1985. Chemical composition and postmortem changes in soft textured muscle from intensively Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). J.Food Biochem. 9:49-64.
- Arnheiður Eyþórsdóttir. 2001. Áhrif mismunadi slátrunaraðferða á holdgæði áframeldisþorsks; (ÚA verkefni 01-5-07).
- Emilía Martinsdóttir, Hannes Magnússon, Kári P. Ólafsson. 1998. Sjófryst flök sem kælivara, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Skýrsla, 16-98, 72 s. Eign verkkaupa.
- Emilía Martinsdóttir. 1995. Skynmat á ferskum fiski. Handbók fiskvinnslunnar. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- Jón Gunnar Schram. 2002. Eldi á villtum þorski (*Gadus morhua*) í kvíum. M.S-ritgerð í sjávarútvegsfræðum frá Háskóla Íslands, viðskipta og hagfræðideild.
- Jón Örn Pálsson. 2002. Áhrif sveltítíma á sýrustig og dauðastirðnun. 2002., Þórsbergi ehf, Tálknafirði. Mars 02.
- Jón Örn Pálsson. 2003. Vetrarvöxtur þorsks í eldi (ÞB0303). Þórsberg ehf, Tálknafirði, júlí 03
- Jón Örn Pálsson. 2003. Áhrif fóðurgerðar á nýtingu og gæðaflokkun saltfiskflaka.. Þórsberg ehf, Tálknafirði í apríl.
- Ketil Elíasson Hjalti Karlsson og Kristján Jóakimsson. 2002. Eldistilraun á þorski: Fóðrun og hagkvæmni. Hraðfrystihúsið Gunnvör hf. Febrúar 02.

- Oppdrettstorsk, kvalitet og anvendelse. (I). Kjemisk sammensetning som funksjon av arstiden. Fiskeridirektoratet, Rapporter og meldinger nr.11/86.
- Love, R.M. 1988. The Food Fishes – Their intrinsic variation and practical implications. Farrand press, London, s. 43-88.
- Óttar Már Ingvason. 2002. Vinnsla og slátrun á eldisþorski í bitavinnslu; ÚA verkefni 02-1-06.
- Óttar Már Ingvason. 2003. Saltfiskverkun á áframeldisþorski (ÚA verkefni 03-5-03).
- Óttar Már Ingvason. 2003. Fiskeldisþróun hjá Útgerðarfélagi Akureyringa,; staða verkefna í mars 2003.
- Soffía Vala Tryggvadóttir og Björn Björnsson. 2001. Ástand þorskhólds eftir mismikla fóðrun. Ægir 94(3):20-23.
- Solberg, C. 2003. Quality changes during starvation of farmed and wild cod. Trans-Atlantic Fisheries Technology Conference - TAFT 2003. 11-14 June, Reykjavik, Iceland.
- Shahidi, F. Murphy, G. & Nacz, M. 1992. Accumulation of lipid in farmed cod (*Gadus morhua*). In, E. Graham Blig. Fecundity, atresia, and egg size of captive Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 48: 2333-2343.
- Stone H, and Sidel J.L. 1985. Sensory evaluation practices. Academic Press, Inc. Orlando, Florida.
- Systat: Data Version 5.2 Edition. Evanston, IL:Systat , Inc., 1992 181 pp.
- Tryggvadóttir, S.V., Olafsdóttir, G., Einarsson, S. 2001. Multisensor for fish: Storage studies of cod in Reykjavik and Tromsø. Texture, electronic nose (FreshSense), FIGD analysis, RT-Freshmeter and sensory analysis. Project report for European Commission (Development of multi-sensor techniques for monitoring the quality of fish, CT-984076). Rf report 02-01
- Tryggvadóttir, S.V., Olafsdóttir, G. 2000. Multisensor for fish: Questionnaire on quality attributes and control methods. - Texture and electronic nose to evaluate fish freshness. Project report for European Commission (Development of multi- sensor techniques for monitoring the quality of fish. CT-98-4076). Rf report 04-00

**VIÐAUKI 1 - MYND AF FLAKAMATI (ÚR HANDBÓK FISKVINNSLUNNAR,
1995)**

VIÐAUKI 2 - EINKUNNASTIGAR FYRIR SKYNMAT

Torry einkunnastigi fyrir mat á ferskleika á soðnum mögnum fiski (t.d. þorski)

Lykt	Bragð	Einkunn
Dauf lykt af sætri soðinni mjólk, sterkju	Vatnskennt, málmkennt. Ekki sætt en kjötkennt munnhrif, e.t.v. örlítil sæta	10
Skelfisk-, þörungalykt, soðið kjöt	Sætt, kjötkennt, einkennandi fyrir tegundina	9
Minnkandi hlutlaus lykt	Sætt, einkennandi en daufara	8
Sag, timbur, vanilla	Hlutlaust	7
Soðin mjólk, soðnar kartöflur	Bragðlítið (í átt að óbragði)	6
Mjólkurkönnulykt, soðinn þvottur	Aðeins súrt, vottur af óbragði	5
Súr mjólk, mjólkursýra, TMA-lykt	Aðeins beiskt, súrt, vottur af TMA (sigið), óbragð	4
Ediksýru-, smjörsýru-, sápu-, rófulykt	Sterkt beiskt, TMA bragð, örlítið súlfít	3

Áferðarmat á soðnum þorski (QDA)

Mýkt 0 _____ 100
(metið í fyrsta biti) stinnur mjúkur

Safi 0 _____ 100
(metið þegar tuggið) þurr safaríkur

Meyrni 0 _____ 100
(metið þegar tuggið) seigur meyr