

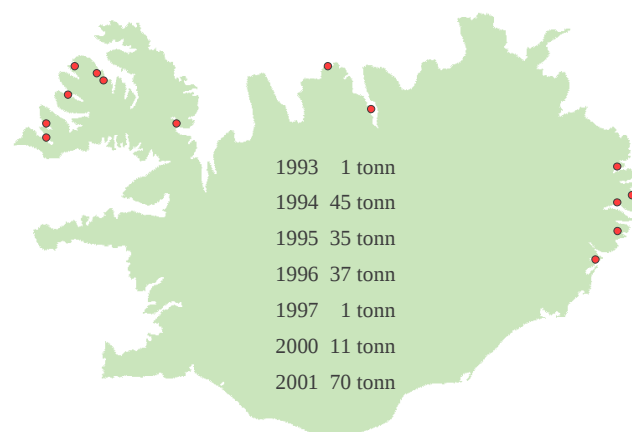
Efnisyfirlit

1.0 Inngangur	1
2.0 Aðstaða til sjókvíaeldis	2
3.0 Eldisaðferðir	3
4.0 Sjókvíar	4
5.0 Leyfisveitingar	5
6.0 Veiðar á þorski	7
7.0 Flutningur	10
8.0 Aðlögun að eldisaðstæðum	13
9.0 Fóður og fóðurgerð	15
10.0 Vöxtur	16
11.0 Fóðrun	17
12.0 Kynþroski	19
13.0 Afföll, sjúkdómar og forvarnir	21
14.0 Helstu heimildir	23

1.0 Inngangur

Veðar á þorski sem fluttur var lifandi til kaupanda hófust snemma hér við land. Á nítjándu öld stunduðu Norðmenn þorskveiðar við Ísland og seldu lifandi þorsk til Bretlands gegn háu verði. Skútur þeirra voru sérstakar að því leyti að hluti lestarrýmisins var hólfaður af sem sérstakur brunnur sem var fylltur af sjó. Göt voru boruð á síður skipsins sem ferskur sjór flæddi inn og út um. Þessum veiðum er lýst á eftirfarandi hátt: Það voru bara golþorskar, yfir 15 kíló, sem fóru í brunninn. Þessir fiskar urðu að vera gallalausir og nánast ósærðir í kjaftinum eftir krókana. Þegar fiskarnir voru dregnir úr djúpinu myndaðist loft í maga sem var reynt að fjarlægja með því að strjúka fiskinum varlega. Einnig var hægt að stinga holri nál bak við eyruggann og inn í sund-magann til að hleypa lofti úr sundmaganum. Síðan var fiskinum sleppt varfærnislega niður í brunninn með sporðinn á undan.

Fyrstu tilraunir með söfnun á villtum þorski til áframeldis í kvíum hófust á Stöðvarfirði sumarið 1992 að frumkvæði heimamanna. Árið 1994 voru gerðar sjö tilraunir með sjókvíaeldi á þorski, tvær á Austfjörðum og fimm á Vestfjörðum. Fyrstu árin studdi sjávarútvegsráðuneytið við bakið á þeim sem gerðu tilraunir með þorskeldi með því að úthluta hverjum aðila 5 tonna kvóta af lifandi þorski. Þrátt fyrir þetta dofnaði áhuginn fljótt, verðið sem fékkst fyrir þorskinn lækkaði og fyrirhöfnin var mikil miðað við tiltölulega lítil umsvif. Aðalhindrunin hefur verið að safna nægilega miklu af þorski á hagkvæman hátt. Eldi á villtum þorski hefur nú verið stundað á Austfjörðum, Vestfjörðum og í Eyjafirði (1. mynd).



1. mynd. Staðsetning sjókvía þar sem þorskeldi hefur verið stundað við Ísland og framleiðsla á eldisþorski á árunum 1993-1997 og 2000-2001.

Þorskur sem notaður hefur verið í eldi hefur aðallega verið veiddur í dragnót eins og algengast er í Noregi. Einnig hafa m.a. verið reyndar krókaveiðar og stórar leiðigildir eins og notaðar eru við veiðar á þorski til eldis í Kanada. Framleiðsla á eldisþorski hefur verið lítil á Íslandi eins og í öðrum löndum. Alls mun hafa verið slátrað upp úr kvíum hér á landi um 200 tonnum af slægðum þorski á árabílinu 1993-2001 (1. mynd). Seinni hluta síðasta áratugar lagðist eldið af en hefur nú hafist aftur á nokkrum stöðum við landið. Áhugi fyrir veiðum og eldi á villtum þorski hefur aukist

mikið samfara auknum áhuga á þorskeldi í öðrum löndum.

Fram til fiskveiðiársins 2005/2006 hefur sjávarútvegsráðherra til sérstakrar ráðstöfunar aflaheimildir sem nema árlega 500 lestum af óslægðum þorski. Þessum aflaheimildum skal ráðstafað til tilrauna með áframeldi á þorski í samráði við Hafrannsóknastofnunina sem fylgist með tilraununum og birtir niðurstöður um gang þeirra.

Þetta hefti er gefið út á vegum verkefnisins, *Þorskeldi á Íslandi: Stefnumörkun og upplýsingabanki*. Meginmarkmið verkefnisins eru að:

- ✓ Meta samkeppnishæfni þorskeldis á Íslandi.
- ✓ Móta stefnu í rannsókna- og þróunarvinnu.
- ✓ Afla og miðla upplýsingum um þorskeldi.

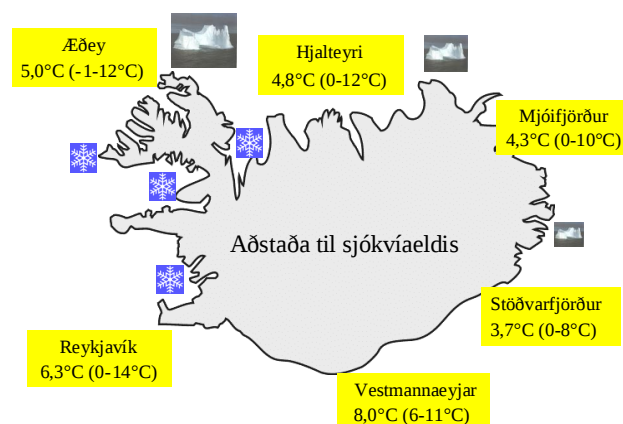
Verkefnið er samstarfsverkefni sjávarútvegsráðuneytis, sjávarútvegsdeildar Háskólans á Akureyri, Hafrannsóknastofnunarinnar og sjávarútvegsfyrirtækja. Í verkefninu er mikil áhersla lögð á að miðla upplýsingum til áhugamanna um þorskeldi. Ásamt þessum bæklingi er að finna mikið af upplýsingum um þorskeldi á heimasíðu verkefnisins (www.thorskeldi.is).

2.0 Aðstaða til sjókvíaeldis

Aðstæður til sjókvíaeldis á þorski frá vori til hausts eru viðunandi hér við land. Hinsvegar snýst málið við þegar eldistíminn þarf að vera lengri og stunda þarf eldið yfir vetrarmánuðina. Talsverð hættu er á undirkælingu sjávar við vestanvert landið, sérstaklega innst inni í grunnum fjörðum (2. mynd).

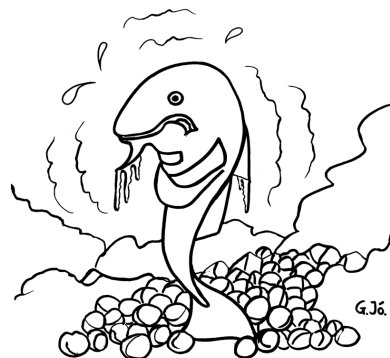
Á Austfjörðum fer sjávarhiti sjaldan niður fyrir núll gráður en fer hinsvegar ekki eins hátt á sumrin eins og við vestanvert landið. Þegar sjávarhiti fer niður fyrir - 1.0°C frýs blóðvökví þorsks. Ástæðan fyrir því að þorskur veiðist oft í kaldari sjó er sú að til þess að frjósa þarf fiskurinn að komast í snertingu við ískristalla. Það gerist ekki á miklu dýpi, en

gæti gerst í grunnum sjókvíum þegar ískristallar berast með ölduróti frá yfirborði sjávar. Með því að hafa netpokann djúpan getur þorskurinn einnig forðast mesta öldurótið sem myndast í vondum veðrum við yfirborð.



2. mynd. Myndræn framsetning á aðstöðu til sjókvíaeldis við Ísland. Stuðst er við gögn frá Hafrannsóknastofnuninni og Veðurstofu Íslands. Sjávarhiti miðast við mælingar í yfirborði sjávar.

Við vestanvert landið er mest hættu á að lagnaðarís myndist. Aftur á móti er mesta hættan á að hafís valdi tjóni við norðanvert landið. Hægt er að koma í veg fyrir tjón af völdum lagnaðarís með því að sökkva sjókvíum undir yfirborð sjávar.



3. mynd. Hættu er á afföllum vegna undirkælingar og hafís á sumum svæðum við landið. Hafrannsóknastofnunin veitir upplýsingar um sjávarhita við strendur Íslands og Veðurstofa Íslands upplýsingar um hafís.

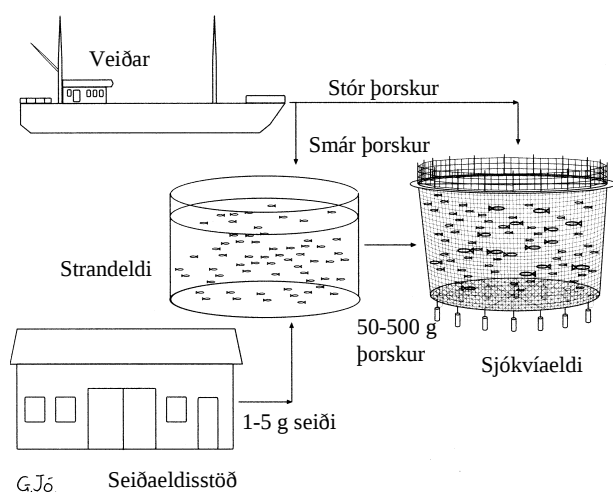
Aðstæður til sjókvíaeldis eru því tiltölulega erfiðar á Íslandi. Meðalhitastig sjávar er einnig talsvert lægra en víðast hvar í Noregi og Skotlandi, sem eru líklegustu samkeppnislönd okkar.

3.0 Eldisaðferðir

Greinarmunur er gerður á eldisþorski, þ.e.a.s. fiski sem er alinn allt frá hrogni upp í markaðsstærð og fódruðum þorski en þá er villtur fiskur fódraður tímabundið. Fóðrun á villtum þorski er hér nefnd áframeldi.

Nú um stundir sjá menn fyrir sér þrjár megináðferðir til eldis á þorski:

- ✓ Í fyrsta lagi er hægt að fanga þorsk á veiðislóð og ala hann í sjókvíum í lengri eða skemmri tíma eftir aðstæðum.
- ✓ Í öðru lagi er hægt að fanga að hausti undirmálsfisk eða jafnvel seiði og færa í strandeldisstöð. Fiskurinn er alinn þar yfir vetrarmánuðina fram til næsta vors og er þá fluttur í sjókvíar og fódraður þar til markaðsstærð er náð.
- ✓ Þriðja leiðin er að klekja út þorsklirfum í sérstökum seiðaeldisstöðvum og ala síðan seiðin í strandeldi þar til þau ná stærð og þroska til dvalar í sjókvíum (4. mynd).



4. mynd. Mismunandi eldisaðferðir við þorskeldi.

Það eru ýmsir kostir og gallar fylgjandi þessum þremur mismunandi eldisaðferðum. Helstu gallarnir við aðferðir sem byggja á að fanga villtan þorsk til áframeldis er ótryggt aðgengi að fiski af ákveðinni stærð. Það þarf einnig sérstakt leyfi til að fanga undirmálsfisk og ekki er tryggt að það sé alltaf veitt. Stærsti gallinn er þó líklega sá að með þessum aðferðum er eldismaðurinn ekki að koma sér upp bústofni til framtíðar, heldur eru á hverju ári veiddir einstaklingar með ólíkan uppruna og eiginleika til vaxtar. Hinsvegar er þessi aðferð hentug í dag meðan verð á eldisseiðum er mun hærri en fæst með veiðum á villtum þorski til áframeldis.

Helsti kosturinn við áframeldi á villtum þorski í sjókvíum umfram veiðar er að betur er hægt að tryggja framboð á ferskum fiski. Þegar gerðir eru samningar við erlenda kaupendur um ákveðið magn af ferskum fiski í hverri viku er hægt að grípa til eldisfisks þegar óveður hamlar veiðum. Velgengni við sölu á ferskum fiski kemur ekki eingöngu til af gæðum vörunnar, heldur vega þjónusta og öryggi við afhendingu einnig þungt.



5. mynd. Með því að geyma lifandi fisk í sjókvíum er hægt að tryggja betur stöðugt framboð á ferskum fiski.

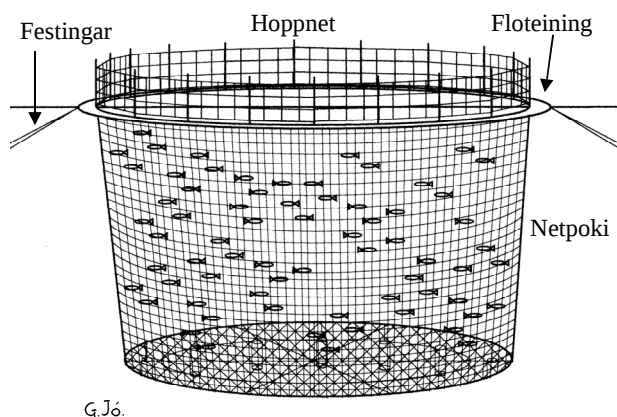
Með því að ráðast í framleiðslu á þorskseiðum í sérhæfðum seiðaeldisstöðvum snýst málið talsvert við, því þá er horfið frá veiðunum og tekið til við hefðbundinn búskap.

Byggður er upp kynbættur stofn til undaneldis, þar sem valið er t.d. fyrir miklum vaxtarhraða.

Hafrannsóknastofnunin hefur um margra ára skeið stundað tilraunir á framleiðslu þorskseiða í tilraunaeldisstöð sinni á Stað við Grindavík. Markmiðið með þessum tilraunum hefur fyrst og fremst falist í ýmsum rannsóknum á líffræði þorsksins. Þar er því umtalsverð þekking til staðar við framleiðslu þorskseiða.

4.0 Sjókvíar

Á markaðinum er fjöldi gerða af sjókvíum sem eru mismunandi að lögun og styrkleika. Sjókvíar samanstanda yfirleitt af netpoka, floteiningu, hoppneti og festingum (6. mynd). Fuglanet er stundum haft yfir sjókvínni til að varna því að fugl éti fóður og seiði. Á svæðum þar sem mikið er um sel er stundum haft hlífðarnet utan um netpokann til að varna því að selur komist að fiski. Það er misjafnt hve mikið af hjálparbúnaði fylgir með sjókvíum eða kvíapyrpingu. Hér er hægt að nefna fóðrunarkerfi, ljósabúnað, göngubrýr á milli sjókvía o.s.frv.



6. mynd. Teikning af sjókví.

Algengast er að í sjókvíar séu notaðir plasthringir sem floteining. Hlutverk hennar er að halda kvínni á floti og netpokanum strekknum. Oftast er gert ráð fyrir að flotmagnið sé nógu mikið til að eldismenn geti staðið á floteiningunni. Í floteiningu er notaður

einn hringur á skjólgóðum stöðum en þrír og jafnvel fleiri á opnum svæðum.

Algengt er að netpokinn sé úr næloni og til að styrkja hann eru bönd eða leiðarar sem hafðir eru á hliðum hans og botni. Möskvastærð miðast við að eldisfiskurinn haldist inni í kvínni. Vegna straummótstöðu er skipt yfir í nót með stærri möskva eftir því sem eldisfiskurinn stækkar. Til að koma í veg fyrir að netpokinn lyftist upp undan straumi er saumaður blýteinn á botn pokans eða lóðum er komið fyrir neðst á pokanum.

Dýpt netpoka er mismunandi og getur hann náð jafnvel nokkra tugi metra niður fyrir yfirborð sjávar. Kosturinn við að hafa djúpan netpoka er að fiskurinn getur forðast öldurót og farið úr köldum yfirborðssjó í eilítið heitari djúpsjó þegar lagskipting myndast. Ókosturinn við djúpar nætur er að þær eru mun erfiðari í meðhöndlun.

Á netpokann setjast ásætur sem þyngja hann og draga úr streymi sjávar í gegnum netmöskvana. Það þarf því u.þ.b. einu sinni á ári að skipta um netpoka.



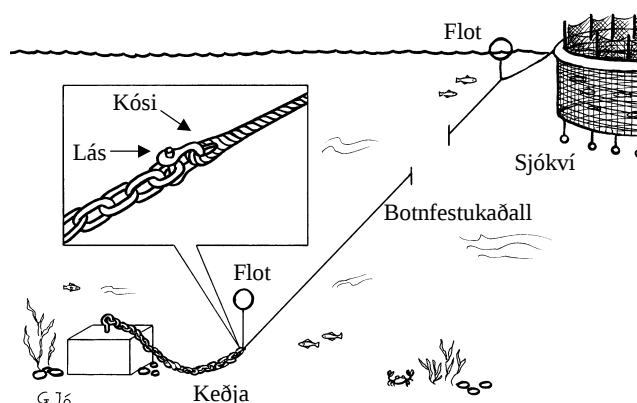
7. mynd. Rekis hefur valdið tjóni á sjókví í Eyjafirði.

Hoppnet er efsti hluti netpokans sem nær upp úr sjó. Netið er hengt á stangir sem festar eru á floteininguna. Hlutverk hoppnets er að koma í veg fyrir að fiskurinn stökkvi upp úr kvínni og einnig geta eldismenn stutt sig við það þegar þeir eru að vinna á sjókvínni. Hér á landi vill ís oft setjast á hoppnetið í miklum vindum og frosti, með þeim afleiðingum að stangir brotna (7. mynd). Það þarf því að leysa hoppnetið af stöngum yfir köldustu mánuðina.

Til að tryggja að fiskur sleppi ekki út í vöndum veðrum er þá hægt að setja net yfir kvína og loka þannig öllum útgönguleiðum.

Festingar fyrir sjókvíar eru gerðar úr yfirborðsfloti, botnfestukaðli, kósa, lás, botnfestufloti og botnfestu sem getur verið akkeri, steypuklumpur eða aðrar þyngingar. Þyngd botnfestu ákvarðast af vind- og straumálagi á eldisstað. Þar sem festingar koma við botn er notuð keðja til að varna því að núningur við sjávarbotninn skemmi botnfestukaðalinn. Til að festa keðju í botnfestu er notaður lás og til að koma í veg fyrir að bolti í lás losni er hann t.d. soðinn fastur. Í samskeyti á keðju og botnfestukaðli er haft botnfestuflot til að halda kaðlinum frá botni. Þegar kaðall er festur við járn (keðjuna) verður að nota kós til að koma í veg fyrir núning og slit. Splæsa þarf kaðalinn í kósinn og bensla yfir svo lykkjan geti ekki smeygst út af kósinum.

Botnfestukaðallinn þarf að vera að lágmarki þrisvar sinnum lengri en dýpið. Við yfirborð er haft yfirborðsflot og úr því gengur síðan kaðall sem festur er í kvína. Í yfirborði er meira slit og tæring á járn (kósum) sérstaklega þar sem mikil hreyfing er. Augasplæs er því oft klætt með sterkri slöngu til að minnka slit á kaðli. Margar útfærslur eru á festingum og er hér tekið dæmi af einföldustu uppsetningunni.

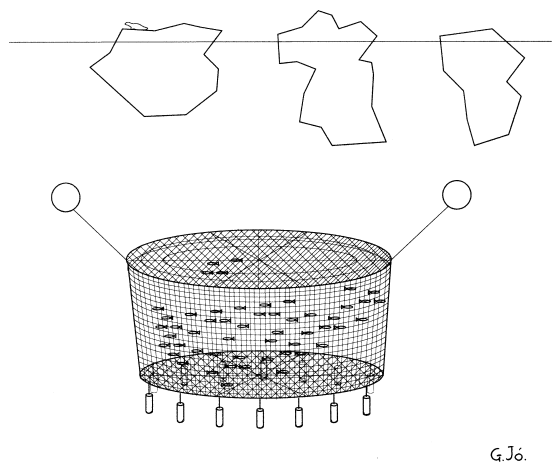


8. mynd. Frágangur á einfaldri festingu.

Mikilvægt er að rétt sé staðið að uppsetningu á festingu. Hver íhlutur hefur sitt

hlutverk og þegar sjókví togar í festingar dregst flot í yfirborði niður, það teygist á botnfestukaðli, keðja lyftist upp og átakið kemur síðan í botnfestuna. Það er því mikill sveigjanleiki í rétt uppsettri festingu. Röng uppsetning á festingu eins og t.d. of stutt keðja dregur verulega úr því átaki sem festingin getur staðið undir.

Sjókvíum má skipta í innfjarðarkvíar og úthafskvíar. Innfjarðarkvíum er ætlað að vera á skjólgóðum stöðum inni á fjörðum, en úthafskvíum sem eru mun sterkbyggðari er ætlað að þola ölduhæð og straum opinna svæða. Þriðja gerðin eru sökkvanlegar kvíar til að koma í veg fyrir skemmdir af völdum rekiss og ölduróts. Á 9. mynd er dæmi um einfalda gerð af sökkvanlegri sjókví. Þegar sökkva á sjókvínni er settur sjór í flothringina og við það sekkur hún og hangir í flotum. Kvínni er síðan lyft upp með því að blása lofti í flothringina en við það þrýstist vatnið út úr þeim.



9. mynd. Sjókví sökk undir ís.

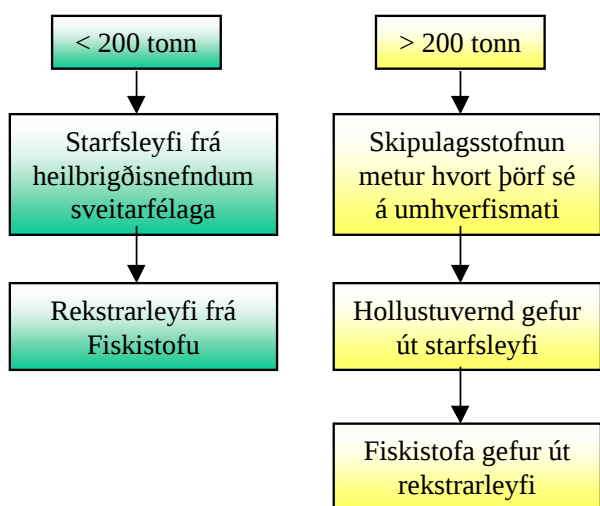
5.0 Leyfisveitingar

Nauðsynlegt er að þeir sem stunda fiskeldi, eða hyggja á slíkan rekstur, kynni sér viðeigandi lög og reglur. Rétt er að benda á að leyfisveitingar vegna eldis nytjastofna sjávar hér á landi eru tvískiptar; annarsvegar starfsleyfi frá heilbrigðisnefndum sveitarfélaga eða Hollustuvernd ríkisins en hinsvegar

rekstrarleyfi frá Fiskistofu. Jafnframt eru gerðar kröfur um sérstaka skoðun á því hvort mat á umhverfisáhrifum sé nauðsynlegt, ef um stærri rekstur er að ræða.

Mat á umhverfisáhrifum

Sjókvíastöðvar með meira en 200 tonna árlega framleiðslu eru tilkynningaskyldar til Skipulagsstofnunar vegna hugsanlegrar kröfu um mat á umhverfisáhrifum. Skipulagsstofnun úrskurðar í samræmi við eðli málsins, umsagnir annarra leyfisveitenda og umsagnaraðila, hvort þörf sé á slíku mati. Ef þörf er á mati gerir framkvæmdaaðili matsskýrslu og í kjölfarið úrskurðar Skipulagsstofnun, hvort fallist sé á framkvæmdina með eða án skilyrða. Hollustuvernd ríkisins gefur síðan út starfsleyfi fyrir stærri eldisstöðvar, ef fallist hefur verið á framkvæmdina.



10. mynd. Ferli fyrir leyfisveitingum til sjókvíaeldis á þorski.

Starfsleyfi Hollustuverndar

Starfsleyfi Hollustuverndar taka til mengandi þátta í starfsemi stöðvanna og eru ætíð auglýst með tilgreindum kærufresti. Ef kærur koma fram, getur endanleg gildistaka starfsleyfis tekið allt að 6 mánuði. Ef einnig hefur verið krafist mats á umhverfisáhrifum, getur liðið allt að ár frá því að eldisaðili tilkynnti um áform sín til Skipulagsstofnunar uns starfsleyfi er gefið út. Þegar starfsleyfi er

fengið þarf eldisaðili að sækja um rekstrarleyfi til Fiskistofu.

Starfsleyfi heilbrigðisnefnda

Heilbrigðisnefndir sveitarfélaga veita starfsleyfi til sjókvíaeldisstöðva sem hafa uppi áform um að framleiða minna en 200 tonn á ári, sem tekur sérstaklega til mengandi þátta. Hinsvegar veitir Fiskistofa þessum stöðvum rekstrarleyfi. Slíkt leyfi er aðeins veitt, ef gilt starfsleyfi liggur fyrir og önnur atriði starfseminnar eru fullnægjandi.



11. mynd. Ef hefja á þorskeldi þarf fyrst að fá öll tilskilin leyfi.

Rekstrarleyfi Fiskistofu

Þegar eldisstöð hefur fengið starfsleyfi ber henni að sækja um rekstrarleyfi til Fiskistofu, skv. lögum um eldi nytjastofna sjávar nr. 33/2002. Umsókn um rekstrarleyfi skal vera skrifleg og skulu þar koma fram upplýsingar, m.a. um eignaraðild að fiskeldisstöð, fagþekkingu umsækjanda, stærð stöðvar, framleiðslumagn, eldistegundir, eldisaðferðir, matsskyldu framkvæmdar samkvæmt lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum, og starfsleyfi samkvæmt lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Umsókn skulu fylgja skilríki um afnot lands og sjávar, leyfi til mannvirkjagerðar og leyfi til starfsemi samkvæmt ákvæðum annarra laga sem varða slíkan atvinnurekstur. Þá skulu fylgja umsókn gögn um sjúkdómstengda og vistfræðilega

þætti, svo og önnur gögn sem Fiskistofa óskar eftir að lögð verði fram.

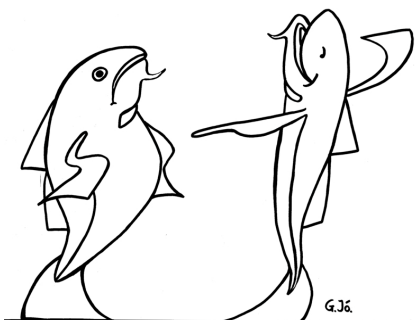
6.0 Veðar á þorski

Val á fiski og veiðitíma

Takmörkuð vitneskja er um gæði villts þorsks eftir svæðum m.t.t. sníkjudýra og annarra sýkinga. Meira er um hringorm í þorski sem fangaður er á grunnu vatni. Því má gera ráð fyrir hringormi við slátrun þó að fóðrun á hringormalaus fódri geti fækkað ornum í hverju kíló fiski.

Horaður fiskur eða nýhrygndur hentar vel til eldis. Ástæðan er sú að í eldi er vaxtarhraðinn á horuðum fiski meiri en á fiski sem er í eðlilegum holdum. Besti árangurinn næst með því að veiða villtan fisk til eldis á vorin en þá er hann tiltölulega horaður og fram undan eru heitustu mánuðir ársins sem gefa bestan vöxt. Reynslan hefur sýnt að afföll við veiðar verða meiri þegar sjór fer að hitna þegar líður á sumarið. Það skal einnig gæta að því að afföllin eru meiri á fiski sem er í miklu æti og þegar bræla er á miðunum.

Hér á landi hefur aðallega smáþorskur farið í áframeldi, en minna af stærri þorski og þorskseiðum.



12. mynd. Horaðir fiskar hafa meiri vaxtarhraða í eldi en feitir fiskar.

Áhrif þrýstingsbreytinga á sundmaga

Þegar fiskur er dreginn upp á yfirborð, minnkar þrýstingur í umhverfi fisksins með þeim afleiðingum að sundmagi hans þenst út. Hlutverk sundmagans er að stjórna eðlisþyngd

fisksins. Þegar þorskurinn syndir á meira dýpi eykst þrýstingurinn í umhverfinu og sundmaginn minnkar. Til að fiskurinn haldi sömu eðlisþyngd dælir hann lofti um sérstaka kirtla í sundmagann. Þegar hann aftur á móti grynkar á sér minnkar þrýstingurinn og sundmaginn þenst út. Til að koma í veg fyrir að hann springi losar hann loft úr sundmaganum út í blóðrásina og þaðan út um tálknin. Á meðan fiskurinn syndir frjálst um í sjónum er auðvelt fyrir hann að stjórna loftmagni í sundmaganum en við veiðar verða allar þrýstingsbreytingar mun hraðari, oft með þeim afleiðingum að sundmaginn springur. Þegar sundmaginn springur fer loftið úr honum og út í kviðarhol og þenst þar meira út við lækkanði þrýsting eftir því sem fiskurinn er dreginn á grynna vatn. Loftið nær síðan að þrýstast út úr kviðarholi um gotrauf ef þrýstingurinn á kvið fisksins verður nægilega mikill.

Þrýstingsbreytingar og afþrýstitími

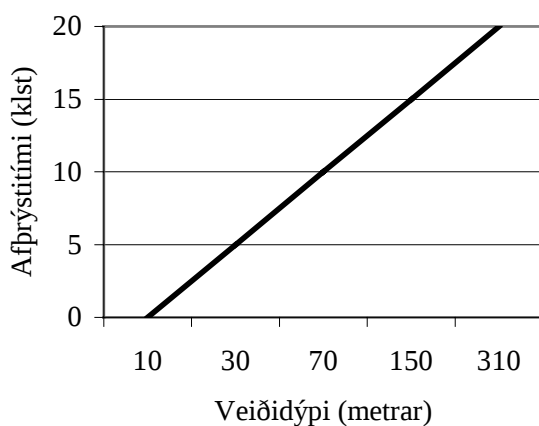
Þegar fiskur er dreginn upp eiga sér stað miklar þrýstingsbreytingar. Á 310 metra dýpi er umhverfisþrýstingurinn 32 loftþyngdir, en aðeins tvær loftþyngdir á 10 metra dýpi.

Á 13. mynd er sýndur afþrýstitími fyrir mismunandi veiðidýpi. Afþrýstitími er sá tími sem tekur fiskinn að jafna sig eftir þrýstingsbreytingar, þ.e.a.s. að ná jafnvægi milli þrýstings í sundmaga og umhverfis. Afþrýstitíminn eykst með auknu dýpi allt frá því að vera enginn á 10 metra dýpi í 20 klukkustundir á 310 metra dýpi.

Við það að minnka þrýstinginn um helming þarf fiskurinn 5 klukkustundir til að jafna sig. Það er því vart framkvæmanlegt að draga fiskinn það hægt upp að hann nái að jafna sig á þrýstingsbreytingunum, á meðan verið er hífa. Þegar veitt er úr djúpu vatni springur sundmaginn yfirleitt og fiskurinn nær að tæma allt loft úr kviðarholi áður en hann kemur upp á yfirborð sjávar.

Eins og kemur fram á 13. mynd eru hlutfallslega litlar breytingar á þrýstingi við það

að grynna um ákveðinn metrafjölda á fiskinum á miklu dýpi samanborið við lítið dýpi. Til að minnka þrýstinginn um helming á 310 metra dýpi þarf að fara upp á 150 metra dýpi. Aftur á móti lækkar þrýstingurinn um helming við það að fara af 30 metra dýpi upp á 10 metra dýpi. Losun lofts úr sundmaga er einnig mun hraðari á meira dýpi. Það er því sérstaklega mikilvægt að minnka hraða hífingar þegar fiskur fer að nálgast yfirborð.



13. mynd. Samhengi á milli afþrýstítíma og veiðidýpis.

Af hverju fleiri „flotþorskar“ á grunnu vatni?

Oft er meira um þorska með þaninn kvið þegar fiskur er tekinn úr grunnu vatni en djúpu. Þessir fiskar fljóta í yfirborði með hrygg eða kvið upp úr og eru nefndir „flotþorskar“. Reynsla Norðmanna er að við veiðar á 60-70 metra dýpi eru um 10% fiska „flotþorskar“, en allt að 50% við veiðar á 30-40 metrum. Ástæðan fyrir þessu er sú að þegar fiskurinn er dreginn hratt upp af grunnu vatni springur sundmaginn rétt áður en hann kemur upp að yfirborði sjávar og hefur fiskurinn því ekki nægan tíma til að tæma kviðarholið af lofti. Við að draga fiskinn hægt upp síðustu metrana, aukast líkur á að fiskur með sprunginn sundmaga nái að losa loft úr kviðarholi út um gottraufina. Norðmenn leggja til að miðað sé

við að það taki að lágmarki 5 mínútur (0,9 m/sek) að hífa tvö síðustu tógin (220 metrar).

Veiðidýpi og lífsþróttur fiska

Lítið dýpi: Með því að veiða þorsk á tíu metra dýpi má því sem næst koma í veg fyrir að of mikið flot sé í fiskinum þegar hann kemur upp í yfirborð. Fiskur tekinn af þessu dýpi hefur mikinn lífsþrótt og er því heppilegur í eldi.

Miðlungs dýpi: Þegar sækja þarf fiskinn á meira dýpi t.d. 20-40 metra er mjög mikilvægt að hífa hægt til að fiskurinn nái að tæma loft úr kviðarholi.

Mikið dýpi: Fiskur tekinn af meira dýpi nær að tæma betur loft úr kviðarholi. Aftur á móti er hættu á því að fiskurinn verði slæptari og með minni lífsþrótt.

Veiðiaðferðir

Þegar markmiðið er að veiða og flytja lifandi fisk til geymslu og áframeldis þarf að vanda vel til verka. Til að ná árangri við slíkar veiðar verður að viðhafa sérstök vinnubrögð þannig að fiskur drepist ekki við veiðarnar eða skaðist svo að til vandræða verði í eldinu. Fiskur sem drepst í kvíum vegna rangrar meðhöndlunar við veiðar er töpuð verðmæti.

Það er ekki sama hvaða veiðarfæri eru notuð við veiðarnar. Þau veiðarfæri sem valda minnstum skaða á fiski eru gildirur og nætur. Einnig er hægt með viðunandi árangri að veiða lifandi fisk á handfæri, línu og í dragnót. Nót getur verið afkastamikið veiðarfæri til að ná miklu magni af lifandi fiski en sérstakt leyfi þarf fyrir því veiðarfæri. Hér á landi hefur þorskur til áframeldis aðallega verið veiddur í dragnót en einnig á króka og í leiðigildirur.

Dragnótarveiðar

Dragnót getur verið heppilegt veiðarfæri við veiðar á þorski til áframeldis ef þess er gætt að standa rétt að veiðunum. Með hefðbundnum aðferðum við veiðarnar má reikna með a.m.k. 30-40% afföllum, en með réttum aðferðum hefur verið hægt að minnka þau niður undir 10%. Samkvæmt norskum rannsóknum hefur komið fram að með því að minnka hraða hífingar úr 1,5 mín/tóg (110 metra) niður í 4

mín/tóg (2,5 m/sek niður í 0,9 m/sek) minnkuðu afföll um 50%.

Losun á fiski úr dragnót í flutningseiningu

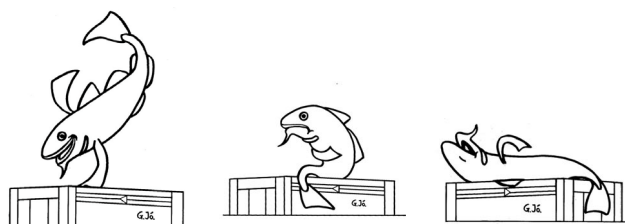
Þegar fiski er lyft úr sjó eykst eðlisþyngd hans og þar með hætta á þrýstingsskaða og sáramyndun þegar híft er með hefðbundnum poka. Til að draga úr afföllum við losun á fiski er mælt með því að dúkklæða poka að innanverðu. Með notkun á dúkklæddum poka er fiskurinn umlukinn sjó þegar hann er hífdur um borð og þess vegna minni hætta á þrýstingsskaða. Það skal þó haft í huga að sérstakt leyfi þarf ef klæða á pokann. Hófs skal gætt í því magni sem tekið er upp í pokanum í einu og er ágætt að miða við að það fari ekki yfir 300 kg. Við losun á fiski í flutningseiningu er um fjóra kosti að ræða:

- ✓ Losa fisk beint í sérstaka móttökukví með strektum botni (sjá kafla 8.0). Þessi aðferð fer best með fiskinn og því æskilegt að nota hana þegar hægt er.
- ✓ Losa beint í flutningseiningu (t.d. fiskikar) og týna frá fiska sem eru ekki heppilegir í áframeldi. Fiskurinn er síðan flokkaður og vigtaður þegar hann er settur í sjókví eða á seinni stigum.
- ✓ Losa í grunnt móttökukar með mikið flatarmál en engan sjó. Þar eru þróttmiklir fiskar flokkaðir frá og settir í flutningseiningu en þróttminni fiskar aflífaðir. Æskilegt er að stærðarflokka jafnóðum fiskinn sem fer í áframeldi. Talið er að þessi aðferð valdi ekki merkjanlegri aukningu á afföllum ef þróttmiklir fiskar eru teknir úr móttökukarinu innan 1,5 mínútna.
- ✓ Losa fiskinn í móttökukar með sjó. Fer betur með fiskinn, en er seinlegt þar sem losa þarf úr kari eftir því sem líður á flokkunina og fylla aftur fyrir næstu hífingu.

Við flokkun á fiski sem fara á í áframeldi skal vanda til verka og aðeins velja þróttmikla

fiska sem líklegir eru til að lifa. Fiskar sem flokkaðir eru frá:

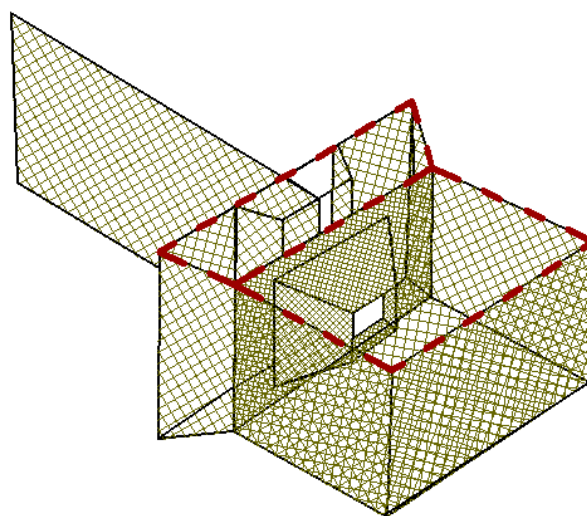
- ✓ Þróttlitlir fiskar.
- ✓ „Flotþorskar”.
- ✓ Skaddaðir fiskar.
- ✓ Aðrar fisktegundir.
- ✓ Fiskar með „köfunarveiki” (loftbólur í augum, tálknum og roði).



14. mynd. Veljið aðeins þróttmikinn fisk til áframeldis.

Gildruveiði

Við gildruveiðar hafa verið notaðar tvær gerðir af gildrum til veiða á þorski til áframeldis. Í leiðigildrum er fiskurinn leiddur inn í gildruna með leiðara og finnur hann ekki útgönguleiðina eftir að í gildruna er komið. Hin gerðin er kassagildra, þar sem fiskurinn er lokkaður inn í gildruna með beitu. Kassagildrum hafa hingað til ekki skilað góðum árangri.



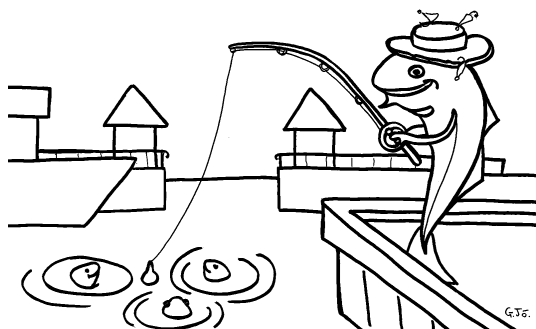
15. mynd. Teikning af leiðigildru.

Nú eru í notkun hér á landi stórar leiðigildir sem eru afbrigði af hinni vel þekktu Nýfundnalandsgildru og er afsprengi samvinnu japanska og kanadískra vísindamanna frá því seint á sjöunda áratug síðustu aldar. Þessi gildra er nefnd japanska þorskagildran. Gildir af þessari gerð hafa mikið verið notaðar til þorskveiða við Nýfundnaland og Labrador. Gildirnar eru með leiðara sem er yfirleitt 60 til 120 faðma langur. Rúmmál slíkra veiðarfæra getur verið yfir 7000 m³. Þetta eru öflug veiðarfæri séu þau lögð í gönguleið fisksins og getur geymsluhólf gildrunnar hæglega rúmað 20-30 tonn af fiski. Kosturinn við notkun leiðigilda er að fiskurinn er yfirleitt tekinn á grunnu vatni og því lítið um „flotþorska“ og eins er lítil hætt á að fiskurinn skaðist í veiðarfærinu.

Krókaveiðar

Á Íslandi hafa krókaveiðar töluvert verið notaðar við söfnum á þorski til áframeldis. Ef notaðar eru hefðbundnar aðferðir við veiðarnar geta afföll orðið talsverð. Það er því mikilvægt að vanda til verka:

- ✓ Draga fiskinn varlega upp.
- ✓ Nota litla króka.
- ✓ Taka fiskinn varlega af krókunum.
- ✓ Stuttan legutíma (lína).



16. mynd. Fiskur veiddur á krók getur verið heppilegur til áframeldis ef rétt er staðið að veiðunum.

Eingöngu skal velja í áframeldi fisk sem hefur lítil sár eftir króka. Fiskar með mikil

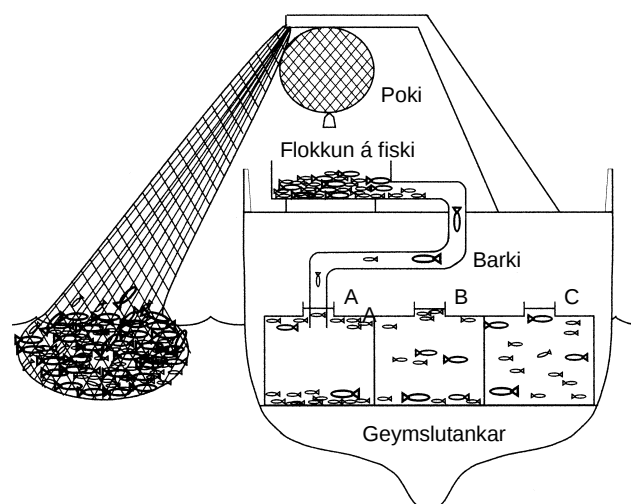
krókasár þrífast oft illa í eldinu og veslast upp. Þegar fiskur er veiddur á króka þarf að vera sírennsli í safnkari sem fiskurinn er settur í eftir að hafa verið losaður af krókunum. Sé fiskur tekinn á handfæri á litlu dýpi er best að hafa sjódælinguna rafdrifna frekar en vélræna, þar sem oft veiðist mun verr á litlu dýpi með vél í gangi.

7.0 Flutningur

Áður en eldisfiskur er færður til flutnings er hann fyrst sveltur til að tæma meltingarveginn. Það skal því haft í huga að þorskur sem hefur verið í miklu æti þolir mun verr flutning en fiskur sem er með tóm meltingarfæri.

Atferli þorsks í flutningseiningu

Þegar þorskur er losaður í flutningseiningu sækir hann strax niður á botn, nema „flotþorskar“ sem svamla í yfirborði með bak eða kvið upp (17. mynd, tankur A).



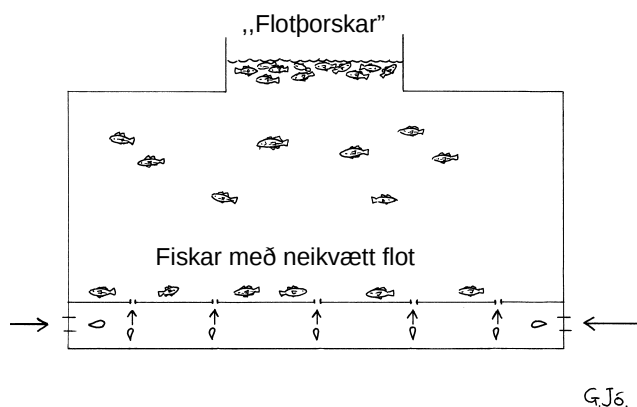
17. mynd. Losun á fiski í geymslutanka. Sjá texta til frekari skýringa.

„Flotþorskar“ synda fyrst niður en fljóta fljótlega aftur upp. Þar sem flestir fiskanna leita strax niður á botn myndast þar mikill þéttleiki. Hætta er á að fiskar kafni vegna

súrefnisskorts, annað hvort vegna þess að sjór nær ekki að streyma að fiskinum eða að þeir liggja það þétt saman að tálkn þeirra haldast lokuð. Eftir u.þ.b. hálf tíma byrja fiskarnir að dreifa sér í tankinum (B). Fiskar með sprunginn sundmaga eru eðlisþyngri en sjórinn og sökkva því fljótt til botns þegar þeir hætta að synda.

Flutningseining

Við flutning á fiski frá veiðistað að eldisstað er hægt að nota sérstaka brunnbáta, flutningstanka eða dráttarnót. Sérstakur flutningstankur hefur verið hannaður fyrir þorsk (18. mynd). Sjórinn er látinn streyma upp um göt á fölskum botni en með því er betur tryggt nægilegt súrefnisflæði til fisksins sem liggur þétt niður við botninn.



18. mynd. Flutningstankur sérhannaður fyrir þorsk.

Fiskikör til flutnings á lifandi fiski

Hér á landi hefur verið algengt að flytja fiskinn í hefðbundnum fiskikörum. Auðvelt er að setja falskan botn í þau til að aðlaga betur að flutningi fyrir þorsk. Sé fiskur fluttur í fiskikörum er nauðsynlegt að hafa lok á því svo fiskurinn fljóti ekki út. Þegar fiskur er veiddur á smábátum á línu eða færi, er gjarnan notað fiskikar á dekki til að safna lifandi fiski í. Þá getur verið gott að hafa það með loki sem búið er að sjóða minni karm á (19. mynd).



19. mynd. Fiskikar með karmloki til að auðvelda losun í kar.

Þéttleiki

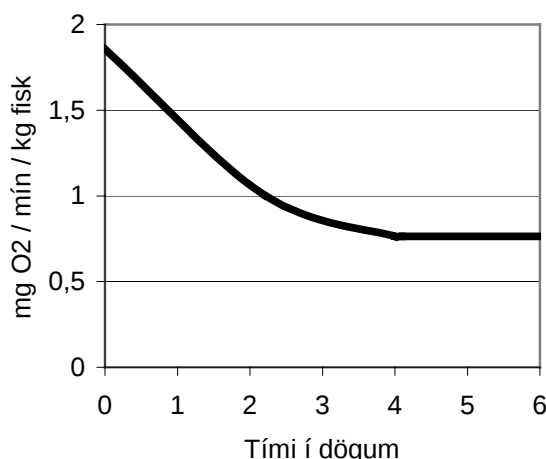
Í sérhönnuðum flutningstönkum fyrir þorsk er hægt að hafa 250 kg/m^3 og jafnvel allt upp í 500 kg/m^3 þegar flytja á fiskinn stuttar vegalengdir. Það skal þó haft í huga að nýveiddur fiskur þolir misvel mikinn þéttleika. Sérstaklega skal þess gætt að hafa hóflegan þéttleika þegar fiskur er fullur af æti og ef veltingur er mikill meðan á flutningi stendur.

Súrefnisnotkun fiska

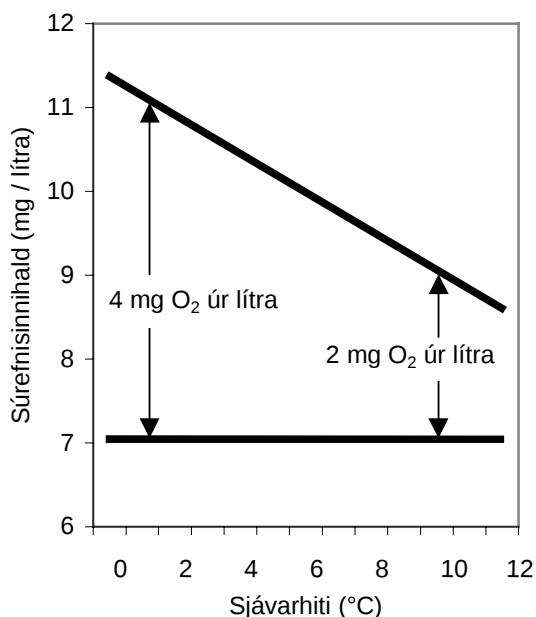
Súrefnisnotkun er mismunandi eftir fisktegundum, stærð fisks og hitastigi sjávar. Því smærri sem fiskurinn er og hitastig sjávar hærri, því meiri er súrefnisþörfin. Fyrst eftir veiði er súrefnisnotkun fisks mikil vegna streitu og er þá sérstaklega mikilvægt að tryggja nægilegt rennsli.

Lágmarksrennsli í flutningseiningu

Miðað skal við að sjórennsli sé að lágmarki einn lítri á mínútu á hvert kíló af fiski til að tryggja honum nægilegt súrefni. Hér er miðað við þorsk sem er eitt kíló og stærri. Stundum getur verið þörf á að hafa meira rennsli til að lyfta og dreifa fiski sem liggur þétt niður við botn.



20. mynd. Súrefnisnotkun mælt í mgO₂ á hvert kg fisks á mínútu. Í tilraunina var notaður 1,7 kg þorskur sem hafður var við 10°C. Fyrst er súrefnisnotkunin mikil vegna streitu og lækkar síðan eftir að fiskurinn fer að jafna sig.



21. mynd. Súrefnisinnihald í fullsöltum sjó eftir sjávarhita.

Súrefnisinnihald sjávar lækkar með hækkandi hitastigi (21. mynd). Við 0°C er súrefnisinnihald sjávar um 11,5 mg í hverjum lítra en fer niður í 8,5 mg við 12°C. Ef miðað

er við að súrefnisinnihald fari ekki niður fyrir 7 mg/lítra eru til ráðstöfunar fyrir fiskinn um 4,5 mg við 0°C en aðeins 1,5 mg við 12°C (21. mynd). Það þarf því að gæta þess að nægilegt rennsli sé í flutningseiningu þegar sjávarhitastig er hátt. Við flutning á 10-20 g þorskseiðum við 10-12°C þarf að lágmarki 3 lítra fyrir hvert kg af fiski.

Mæling á rennsli

Mikilvægt er að mæla það sjómagn sem er til ráðstöfunar. Afköst sjóðælingar í bátum geta breyst við siglingu. Bæði vegna snúningshraða vélar sé dælan drifin af vél, en einnig vegna streymis sjávar við skipsskrokk. Það er því mikilvægt að mæla afköst dælingar við mismunandi hraða báts.

Sjórennsli mælt

Til að mæla afköst á sjóðælingu er sjór látinn renna í ílát með þekktu rúmmáli t.d. fiskikar. Sá tími er mældur sem tekur að fylla karið. Með því að setja inn í eftirfarandi líkingu er hægt að finna út flutningsgetu miðað við það sjómagn sem er til ráðstöfunar.

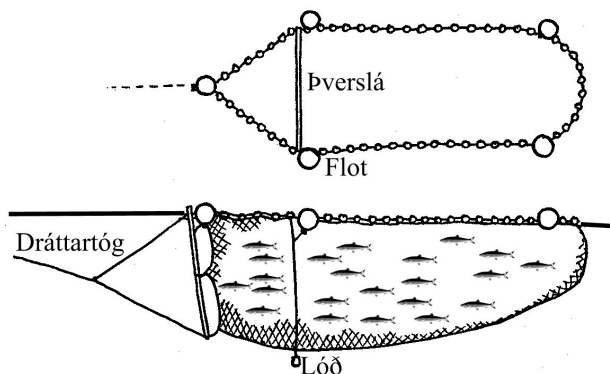
$$\frac{\text{rúmmál á íláti}}{\text{tími í sekúndum}} \times 60 = \text{lítrar á mínútu}$$

Miðað skal við að rennsli sé að **lágmarki einn lítri á mínútu á hvert kíló af fiski**. Hér er miðað við þorsk sem er meira en eitt kíló og sjávarhita undir 10°C.

Dráttarnót

Dráttarnót er sérstaklega útbúin til að draga fisk á milli áfangastaða, en einnig er hægt að nota hefðbundnar sjókvíar. Við drátt á fiski skal þess gætt að draga nótina ekki of hratt. Þorskur sem er 35 cm langur getur aðeins synt í 12 mínútur á móti straumi sem nemur 1,75 sjómílum á klst. Við flutning á smáþorski skal miða við að straumur í gegnum nót sé að hámarki 1-1.5 sjómílur/klst. Ávalt skal draga dráttarnót með straumi og þess gætt að hafa tóg í nót að lágmarki 300 metra, þegar notaðir eru stórir bátar, til að koma í veg fyrir að straumið

frá skúfu berist inn í nótna. Á meðan á flutningi stendur er mikilvægt að fylgjast með líðan fíksins og þess einnig gætt að nægileg þynging sé á netpoka til að koma í veg fyrir að hann lyftist og pokist. Ekki er ráðlegt að draga nýveiddan fisk sem er slæptur eftir veiðar. Nýveiddur fiskur hefur yfirleitt mikla þörf fyrir að jafna sig og ná upp fyrri þrótti.



22. mynd. Dráttarnót.

8.0 Aðlögun að eldisaðstæðum

Losun úr flutningseiningu

Í þeim tilvikum þegar fiskur hefur verið í miklu æti eða fengið harkalega meðhöndlun við flutning er æskilegt að losa fiskinn beint úr íláti í sjókví án nokkurrar meðhöndlunar. Best er að láta fiskinn renna eða dæla honum í eldiseininguna. Ef um flutningskar er að ræða er hægt að hífa það upp í sjókvína og láta fiskinn synda úr því. Háfun úr flutningseiningu getur skaðað fiskinn meira og tekur of langan tíma.

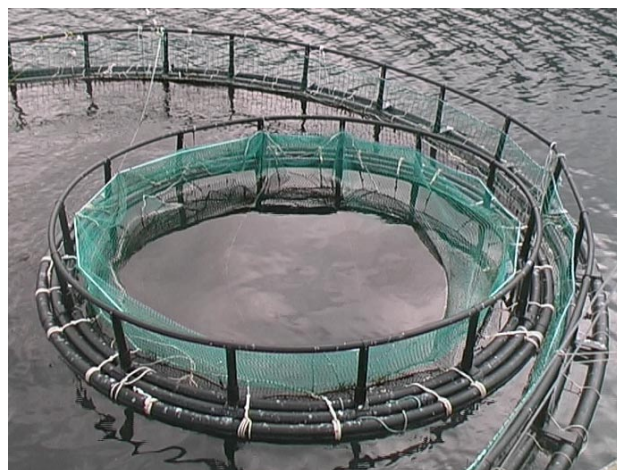
Hvenær þarf að nota móttökukví ?

Þegar mikið magn af þorski sem tekinn hefur verið úr djúpu vatni er losaður í hefðbundna sjókví leitar stór hluti niður á botn og hætta er á að nótn pokist og fiskurinn kafni. Ef notuð er hefðbundin kví til að taka á móti nýveiddum þorski er mælt með því að setja ekki meira í hana en t.d. 1-2 tonn, allt eftir stærð sjókvíar. Þegar mikið magn er losað í einu af fiski, sem tekinn hefur verið úr djúpu

vatni, er mikilvægt að nota móttökukví með stífum botni. Móttökukvíin er því eins konar sjúkrakví fyrir fiskana.

Móttökukví með stífum botni

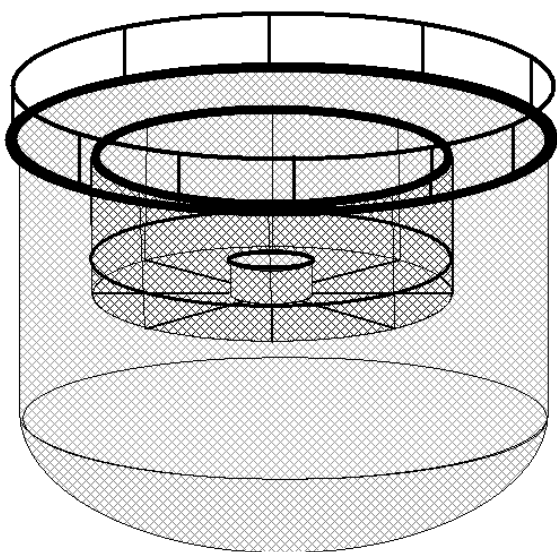
Með notkun móttökukvía með stífum botni er komið í veg fyrir að netbotninn pokist þegar mikið magn af fiski leitar niður. Í botninn eru hafðar stífar stoðeiningar og á milli þeirra er strekkt mjúku hnútalaus neti sem fiskarnir geta legið á. Til að auðvelda eftirlit er móttökukvíin höfð grunn og með botni sem hægt er að lyfta upp. Botninn þarf að vera svo stífur að eldismenn geti gengið á honum og fjarlægt dauða og þróttlitla fiska. Algengt er að móttökukví sé höfð innan í sjálfri eldiskvínni (23. mynd).



23. mynd. Móttökukví inni í hefðbundinni sjókví.

Móttökukví með opi

Önnur gerð af móttökukví er með stífum botni og einnig opi í botninum. Á 24. mynd er dæmi um móttökukví sem er þriggja metra djúp. Í miðri kvínni er gat um 1,5m í þvermál og við það er saumaður 80cm hár nethólkur með floti á endanum. Þegar fiskarnir hafa jafnað sig fara þeir að synda um og finna gatið á nethólknum. Þeir synda í gegnum hólkin og niður í sjálfa eldiskvína þar sem þeir fá að vaxa og dafna. Fiskar sem ekki ná að jafna sig eru færðir til slátrunar.



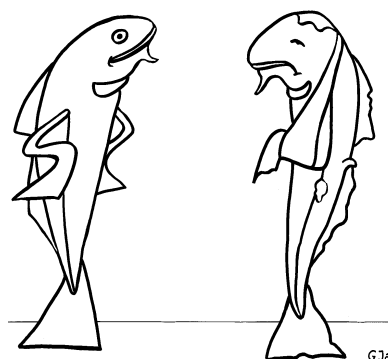
24. mynd. Teikning af grunnri móttökukví með stífum botni sem höfð er inni í hefðbundinni sjókví.

Losun á fiski úr móttökukví

Móttökukvíar með heilum, stífum botni eru tæmdar þegar fiskurinn er búinn að jafna sig. Þá er jafnframt hægt að vigta, stærðarflokka og flokka frá þróttlitla fiska sem ekki eru heppilegir í áframeldi. Það skal þó haft í huga að afli sem fer í áframeldi skal ávallt vigtaður eftir leiðbeiningum og undir eftirliti Fiskistofu.

Þegar þorskur er veiddur úr djúpu vatni eru flestir fiskanna með sprunginn sundmaga. Það getur tekið sundmagann frá 3-4 dögum upp í tvær vikur að gróa svo fiskurinn náði að stjórna eðlisþyngd sinni að nýju. Sjaldnast nær sundmaginn á öllum fiskunum að gróa og það eru ávallt nokkur prósent fiskanna sem veslast upp.

Þegar fiskur er ekki vigtaður og stærðarflokkaður er best að tæma móttökukví yfir í hefðbundna kví með því að sauma saman netpoka á ákveðnu svæði, sökkva pokanum vel undir yfirborð sjávar og reka fisk úr móttökukví yfir í sjókví. Þegar móttökukví er inni í sjálfri eldiskvínni er hún einfaldlega opnuð og fiskur rekinn út. Áður en fiski er hleypt úr móttökukví eru fiskar með lítinn lífsþrótt flokkaðir frá.



25. mynd. Oft má skýra litla fódurtöku og lítinn vaxtarhraða hjá villtum fiski í eldi með harkalegri meðhöndlun við veiðar og flutning.

Þéttleiki og stærðarflokkun

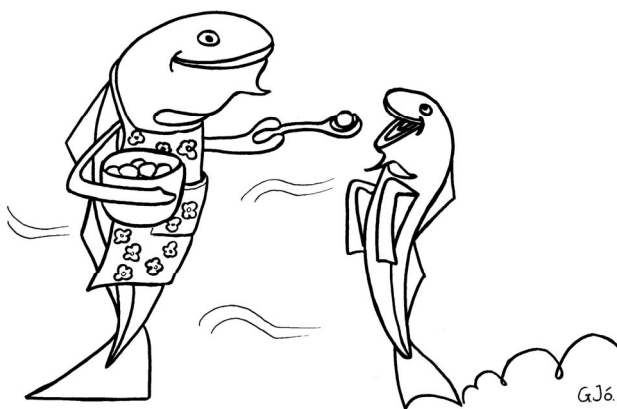
Við ákvörðun á fjölda fiska í sjókví skal hafa í huga að í tilraunum hefur komið fram að það fer að draga úr vaxtarhraða þorsks þegar þéttleiki fer að nálgast 20 kg/m^3 . Áhrif þéttleika á vöxt getur þó verið breytilegur allt eftir umhverfisaðstæðum. Ef ala á fiskinn í kvínni í 6-12 mánuði er mælt með að hafa upphafsþéttleika sem nemur 5 kg/m^3 .

Æskilegt er að hafa jafna stærð á þorski til áframeldis þó að rannsóknir sem gerðar hafa verið sýni takmarkaðan árangur af stærðarflokkun. Þessar tilraunir stóðu aðeins yfir í nokkra mánuði, en gera má ráð fyrir að ef fiskurinn er alinn í sjókví án stærðarflokkunar í lengri tíma dragi úr vaxtarhraða. Ekki er heldur hægt að útiloka sjálfrán, sérstaklega þegar langt líður á milli fóðrana og fiskur er sveltur í nokkrar vikur fyrir slátrun. Jöfn stærð á fiski auðveldar eldismanni að velja hæfilega stærð á fóðurköggjum fyrir alla fiskana. Þegar þorskur er stærðarflokkaður í sjókvíar er t.d. hægt að miða við eftirfarandi stærðarflokka: 1-2 kg, 2-3,5 kg, 3,5-5 kg o.s.frv.

Aðlögun að fóðri

Fyrstu dagana eftir að fiskurinn er kominn í sjókví er æskilegt að láta hann jafna sig áður en fóðrun hefst. Byrjað er á því að fóðra rólega meðan fiskurinn er að venjast aðstæðum og fóðri. Til að venja villtan þorsk á að taka fóður er æskilegt að hafa einnig í sjókvíum „kennara“ þ.e.a.s. fiska sem hafa

lagað sig að eldisaðstæðum og eru komnir í fulla fódurtöku. Fiskur sem hefur fengið rétta meðhöndlun við veiðar og flutning byrjar að sýna fódrunu verulegan áhuga eftir nokkra daga frá fyrstu fódurtöku og í framhaldi af því er fódrunin aukin smám saman. Fiskurinn er síðan kominn í fulla fódrun eftir 1-2 vikur frá fyrstu fódrun. Þetta ferli tekur mun lengri tíma þegar fiskurinn er harkalega meðhöndlaður við veiðar og flutning.



26. mynd. Til að auka áhuga villtra þorska á tilbúnu fódri er æskilegt að hafa einnig í sjókvíum „kennara“ þ.e.a.s. fiska sem hafa aðlagð sig að eldisaðstæðum og eru komnir í fulla fódurtöku.

9.0 Fóður og fódurgerð

Fóður er stærsti kostnaðarliðurinn í þorskeldi og því mikilvægt að vanda til verka við val á hráefni til fódurgerðar. Fiskafóðri er hægt að skipta í fjóra flokka:

- ✓ Heill eða brytjaður fiskur eða fiskúrgangur.
- ✓ Votfóður: gert úr fiskúrgangi, bindiefnum og bætiefnum (ca. 30% þurrefnisinnihald).
- ✓ Deigfóður: gert úr fiskúrgangi, mjöli, bindiefnum og bætiefnum (u.þ.b. 50-60% þurrefnisinnihald).
- ✓ Þurrfóður: gert úr fiskimjöli, hugsanlega öðru próteinmjöli, lýsi, hveiti og bætiefnum (u.þ.b. 93% þurrefnisinnihald).

Næringarþarfir þorsks

Þorskur er ránfiskur sem lifir á mismunandi fæðudýrum eftir stærð; svifdýrum fyrsta sumarið og síðan einkum á botnlægum hryggleysingjum þar til hann hefur náð 40-50 cm lengd, þar á eftir á ýmsum fiskum, einkum loðnu og sandsíli.

Takmarkaðar upplýsingar eru til um næringarþarfir þorsks. Með rannsóknum í framtíðinni má gera ráð fyrir að næringarþarfir þorsks verði kannaðar eins og gert hefur verið fyrir lax. Í dag miða þurrfóðurframleiðendur við að fóður fyrir þorsk, sem er þyngri en eitt kíló, innihaldi 50-62% prótein, 13-18% fitu og að hámarki 14% kolvetni. Próteinþarfir þorsks virðast því nokkru hærri en laxfiska. Fiskimjöl, sem er próteingjafinn í þorskafóðri, er dýrara en lýsi og þegar tekið er eingöngu tillit til þessara þátta er þorskafóðrið dýrara en laxafóður. Aftur á móti þarf ekki dýrt litarefni í þorskafóður eins og í laxafóður og er því gert ráð fyrir að verð á þorskafóðri verði svipað og á laxafóðri.

Fituinnihald fóðurs og lifrarhlutfall

Við fódrun þorsks er mikilvægt að gæta að því að fituhlutfall í fódri verði ekki of hátt til að koma í veg fyrir of stóra lifur. Þorskurinn safnar orkuforða í lifur og stækkar lifrin því mikið ef vel er fódrað með feitu fódri, sérstaklega hjá minni fiski. Lifrarhlutfall í þorski getur farið allt upp í 15-20% og tapast því mikið við slægingu þar sem verð á lifur er mun lægra en á holdi. Aftur á móti safnar lax fitu að mestu í holdið og tapast því mun minna við slægingu.



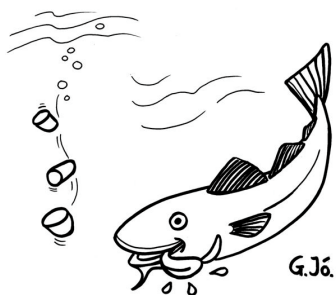
27. mynd. Lifur í vel fódruðum eldisþorski.

Val á fódri

Tilraunir hafa sýnt að þorskur getur vaxið mjög vel á heilum fiski og fiskafskurði ef þess er gætt að tryggja rétta næringarsamsetningu í fódri. Á þeim stöðum á landinu þar sem stöðugt framboð er á fersku hráefni er hægt að halda hráefniskostnaði lágum með því að nota heilan og niðurskorinn fisk, votfóður eða deigfóður. Í samanburði við þurrfóður eru aftur á móti nokkrir ókostir við notkun á fersku fódri:

- ✓ Geymsluþol er takmarkað, <5-10 dagar við bestu skilyrði.
- ✓ Yfirleitt er ekki hægt að tryggja ferskt hráefni alla daga ársins.
- ✓ Kostnaður er mikill ef það þarf að frysta og geyma í frystiklefum.
- ✓ Það er þyngra vegna mikils vatnsinnihalds og því erfiðara að flytja, fódra og koma við sjálfvirkri fódru.
- ✓ Hætta á að sníkjudýr s.s. hringormar berist í fiskinn ef hráefnið er ekki meðhöndlað t.d. með frystingu.

Það er viðtekin venja að nota ekki hráefni til fódurgerðar úr sömu fisktegund og verið er að fódra. Því á ekki að nota þorskúrgang í þorskfóður.

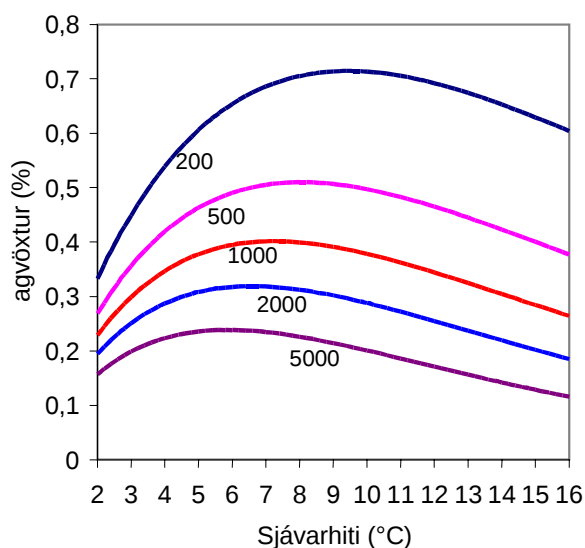


28. mynd. Auðveldast er að hefja fódru á villtum fiski með heilum fiski.

Við fódru á villtum þorski er auðveldast að byrja með náttúrulegt fódur, t.d. loðnu. Einnig er tiltölulega auðvelt að fá þorsk til að taka votfóður/deigfóður. Erfiðlega hefur

gengið að venja villtan þorsk á þurrfóður, en unnið er að lausn þeirra mála. Ókosturinn við fódru með heilum fiski í lengri tíma er mögulegur næringarskortur. Við geymslu á heilum fiski brotna næringarefni niður, t.d. getur vantað ákveðin vítamín í fódrið sem fram kemur í litlum vaxtarhraða eða jafnvel afföllum á eldisfiski.

Upplýsingar liggja ekki fyrir um heppilega stærð fódurköggla fyrir mismunandi stærð af þorski. Þurrfóðurframleiðendur miða oftast við að fódrið sé um 9 mm í þvermál fyrir fisk sem er um 1 kg og 13-17 mm fyrir fisk sem er 2-4 kg. Ef um votfóður eða deigfóður er að ræða er þvermál fódurköggla yfirleitt haft meira.



29. mynd. Dagvöxtur hjá þorski miðað við mismunandi stærð (g) og sjávarhita.

10.0 Vöxtur

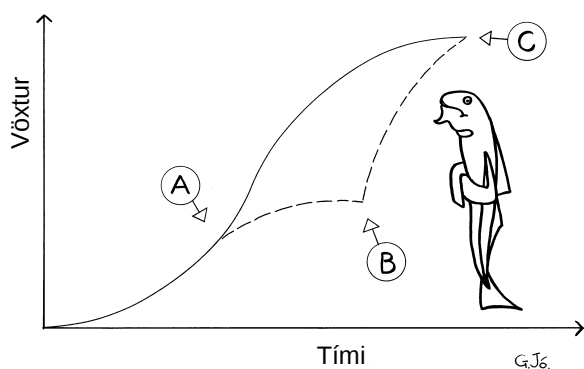
Vöxtur þorsks er háður sjávarhita

Vaxtarhraði er lykilatriði við mat á hagkvæmni í matfiskeldi. Hann ræðst annars vegar af erfðaþáttum og hins vegar af umhverfispáttum. Kjörhiti til vaxtar hjá þorski lækkar með aukinni þyngd. Við 200 g stærð er kjörhiti um 9°C en við 5000 g stærð er kjörhiti kominn

niður í um 6°C (29. mynd). Dagvöxtur á myndinni miðast við niðurstöður tilrauna á eldisþorski og villtum þorski í eldiskörum sem voru gerðar í Tilraunastöð Hafrannsóknastofnunarinnar á Stað í Grindavík. Vöxtur kann að vera frábrugðinn því sem kemur fram á myndinni s.s. vegna mismunandi eldisaðstæðna, kynþroska, holdafars o.s.frv.

Magrir þorskar vaxa hraðar en feitir

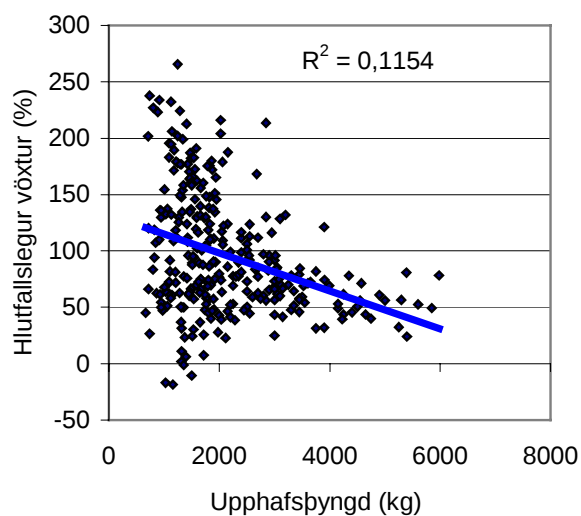
Þorskur er í mismunandi ásigkomulagi þegar hann er veiddur. Í rannsóknum hefur komið fram að magur þorskur vex mjög hratt í upphafi en hægir svo á vexti þegar eðlilegum holdum er náð. Þessi vaxtarauki hefur fengið heitið uppbótarvöxtur (30. mynd).



30. mynd. Uppbótarvöxtur hjá villtum þorski í eldi. Á myndinni sýnir heila línun eðlilegan vöxt. Brotalínun sýnir vöxt hjá vanfóðruðum fiski (A-B). Þegar fóðrun hefst á sér stað uppbótarvöxtur (B-C).

Mikill breytileiki í vexti villtra þorska í eldi

Það hefur einnig komið fram að vöxtur einstaklinga af sömu stærð getur verið mjög breytilegur (31. mynd). Á meðal villtra þorska sem teknir eru í eldi eru fiskar sem vaxa lítið eða jafnvel léttast. Margar ástæður geta legið að baki slíkum mun, s.s. meðhöndlun við veiðar, heilbrigði, streita, atferli og erfðir.



31. mynd. Mikill breytileiki getur verið í vaxtarhraða villtra þorska í áframeldi.

11.0 Fóðrun

Fóðurstuðull

Til að lýsa fóðurnýtingu er oft notaður svokallaður fóðurstuðull:

$$\text{Fóðurstuðull} = \frac{\text{fóðurmagn á ákveðnu tímabili}}{\text{heildarvöxtur á ákveðnu tímabili}}$$

Með öðrum orðum er fóðurstuðull fjöldi kg af fóðri sem þarf að gefa til að fiskurinn auki þýngd sína um eitt kg. Tilraunir sýna að þorskur getur við bestu aðstæður nýtt fóðrið mjög vel. Með notkun á þurrfóðri getur fóðurstuðull farið niður í 0,8 þegar vel tekst til. Það er þó eðlilegt að reikna með hærri fóðurstuðli m.a. vegna yfirfóðrunar og affalla. Í töflu 1 er raunhæft viðmið fyrir fóðurstuðul þegar notað er votfóður, deigfóður og þurrfóður. Hér er miðað við lifandi fisk upp úr sjókví, en ef miðað er við slægðan fisk getur fóðurstuðullinn hækkað verulega ef innnyfli eru fyrirferðamikil.

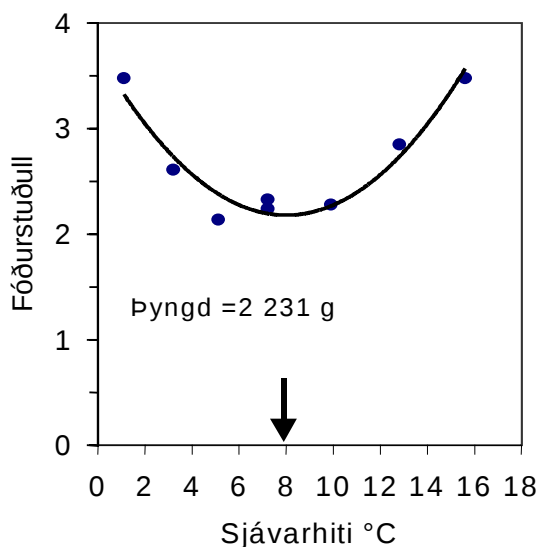
Tafla 1. Fóðurstuðull við notkun á votfóðri, deigfóðri og þurrfóðri. ÞE stendur fyrir þurrefni í fóðri.

Fóðurtegund	Fóðurstuðull
Votfóður (u.þ.b. 30% ÞE)	3.5-4.0
Deigfóður(u.þ.b. 50-60% ÞE)	2-3
Þurrfóður (u.þ.b. 93% ÞE)	1.1

Hvaða þættir hafa áhrif á fóðurstuðul?

Ýmsir þættir geta haft áhrif á fóðurstuðul:

- ✓ Yfirfóðrun er algengasta ástæðan fyrir háum fóðurstuðli.
- ✓ Afföll, sérstaklega á stórum fiski rétt fyrir slátrun.
- ✓ Vatnsinnihald í fóðri.
- ✓ Gæði hráefnis.
- ✓ Ýmsir eiginleikar fóðurs, svo sem efnasamsetning, bragðgæði, eðlisþyngd og kögglastærð.



32. mynd. Áhrif sjávarhita á fóðurstuðul þorsks sem er um 2,2. kg að þyngd.

- ✓ Tilraunir með þorsk sýna að fóðurstuðull breytist með hitastigi sjávar (32. mynd) og nær lágmarki við hita sem er 1-2°C lægri en kjörhiti til vaxtar.

- ✓ Fóðurstuðull er háður erfðum og getur kynbættur fiskur því verið með lægri fóðurstuðul en villtur fiskur.

Fóðurmagn

Ævinlega verður að fódra eftir lyst fisksins og læra á atferli hans til að vita hvenær á að draga úr og stöðva fódrun. Hins vegar er ágætt að hafa til viðmiðunar útreiknað fóðurmagn. Það er hægt að reikna út frá áætluðum dagvexti fyrir gefið hitastig og stærð á fiski og margfalda síðan með fóðurstuðlinum. Við útreikninga er hægt að styðjast við 29. mynd.

Dæmi: Meðalþyngd fisks er 1000 g og sjávarhiti 7°C. Fóðrað er með loðnu og er fóðurstuðullinn áætlaður 3,5. Hve mikið á að fódra 1000 kg af þorski á dag?

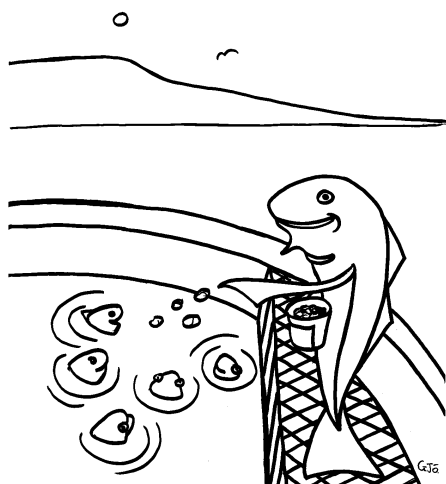
Útreikningar: Á 29. mynd kemur fram að dagvöxtur þorsks sem er eitt kíló að þyngd og alinn við 7°C sjávarhita er um 0,4%.

$$\text{Fóðurmagn} = \frac{\text{Dagvöxtur} \times \text{Fóðurstuðull} \times \text{Lífþungi}}{100}$$

$$\text{Fóðurmagn} = 0,4 \times 3,5 \times 1000 / 100 = 14 \text{ kg á dag}$$

Tíðni fódrunar

Meltingarhraði fiska eykst með auknum sjávarhita og því er æskilegt að fódra oftari við hærri hita. Að vetri til við Ísland ($T = 0-2^{\circ}\text{C}$) kann að vera nóg að fódra þorsk (>500 g) tvisvar til þrisvar sinnum í viku en að sumri til ($T = 6-12^{\circ}\text{C}$) á hverjum degi eða annan hvern dag. Þorskur er með stóran og teygjanlegan maga og getur troðið sig út ef nægilegt æti er til staðar. Því er álitíð að ekki þurfi að fódra þorsk nærri eins oft og t.d. lax. Hins vegar þarf að fódra smá þorskseiði (1-50 g) nokkrum sinnum á sólarhring og stór þorskseiði (50-500 g) að lágmarki einu sinni á sólarhring. Við fódrun er jafnframt haft eftirlit með fiskinum og því mikilvægt að ekki sé of mikið dregið úr tíðni fódrunar.



33. mynd. Haft skal í huga að við fódðrun er einnig fylgst með heilbrigði fisksins.

Fódðrun

Við fódðrun er mikilvægt að dreifa fódðrinu vel um alla kvína. Ef fódðrið er á takmörkuðu svæði er hætt við að frekustu einstaklingarnir taki sér þar stöðu og komi í veg fyrir að hinir komist að. Það er því mikilvægt að tryggja góða dreifingu á fódðrinu til að koma í veg fyrir að hinir minni og bældari einstaklingar verði útundan. Með notkun á fódðurkvím (34. mynd) er dreifing á fódðri takmörkuð. Slíkan búnað skal ekki nota eingöngu, sérstaklega þegar mikill þéttleiki er í sjókvínni. Handfódðrun er því alltaf æskileg til að tryggja að allir einstaklingar fái nægilegt fódður. Notkun á fódðurkví auðveldar verulega fódðrunina og er hún oftast fyllt af frosnum fiski sem rennur út um netmóskvana þegar hann þiðnar. Ef fiskurinn hefur ekki áhuga á fódðrinu á meðan það er að þiðna er hætt á yfirfódðrun og er því ráðlagt að nota fódðurkvíar til að fódðra svangan fisk og handfódðra síðan til að tryggja að allir fiskar verði fódðraðir að metnun.

Sjávarhiti og yfirfódðrun

Í rannsóknnum hefur komið fram að meiri hætt á yfirfódðrun þegar fódðrað er við lágan sjávarhita. Í einni tilraun kom fram að eftir því sem sjávarhiti var lægri leið lengri tími þar til þorskur sýndi deigfódðri áhuga og algengara var að hann spýtti því út úr sér. Ef

aftur á móti var fódðrað með loðnu virtist sjávarhiti ekki hafa áhrif á fódðurtöku. Samkvæmt niðurstöðum þessarar tilraunar virðist vera betra að fódðra villtan þorsk með loðnu yfir vetrarmánuðina, en á sumrin skiptir aftur á móti minna máli hvort fódðrað er með deigfódðri/votfódðri eða loðnu.



34. mynd. Fódðurkví sem notuð er til fódðrunar á heilum fiski. Til hægri sést hluti af móttökukví.

12.0 Kynþroski

Í náttúrunni verður íslenskur þorskur yfirleitt ekki kynþroska fyrr en 5-6 ára gamall og 3-4 kg þungur. Kynþroskaaldur þorsks ræðst af umhverfisþáttum og erfðum. Hár sjávarhiti og mikil fódðrun flýtir kynþroska. Fódðraður þorskur verður því að jafnaði kynþroska fyrr. Vel fódðruð eldisseiði verða að jafnaði kynþroska tveggja ára þá oft undir 1-2 kg. Algengt er að villtur fiskur í áframeldi verði kynþroska strax á fyrsta ári í eldi. Í þremur tilraunum með áframeldi á þorski sem gerðar voru á Vestfjörðum reyndust 85-100% fiska vera kynþroska við slátrun í desember, eftir sex til átta mánaða eldistíma. Meðalþyngd fisks í upphafi tilrauna var 1400 - 1800 g.

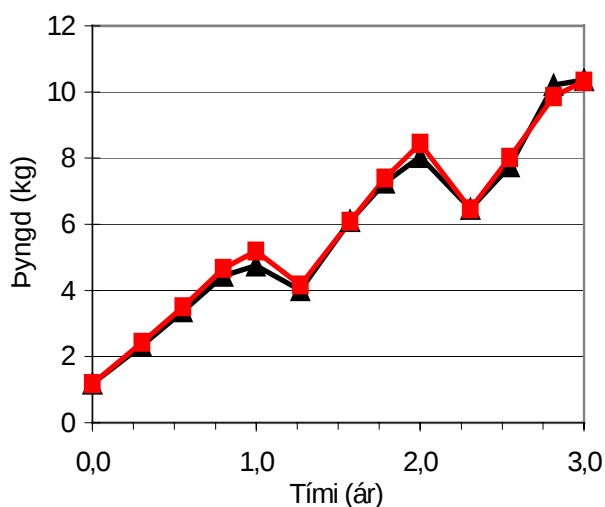
Neikvæð áhrif kynþroska

Ótímabær kynþroski getur haft slæm áhrif á vöxt og fódðurnýtingu. Við kynþroska dregur úr vexti þorsks í áframeldi og holdstuðull lækkar (35. og 36. mynd).

Holdstuðull lýsir samhengi á milli lengdar og þyngdar fiska. Fiskur með holdstuðul einn er í góðum holdum. Holdstuðull er reiknaður út með eftirfarandi formúlu:

$$\text{Holdstuðull} = \frac{\text{Þyngd (g)}}{\text{Lengd (cm)}^3} \times 100$$

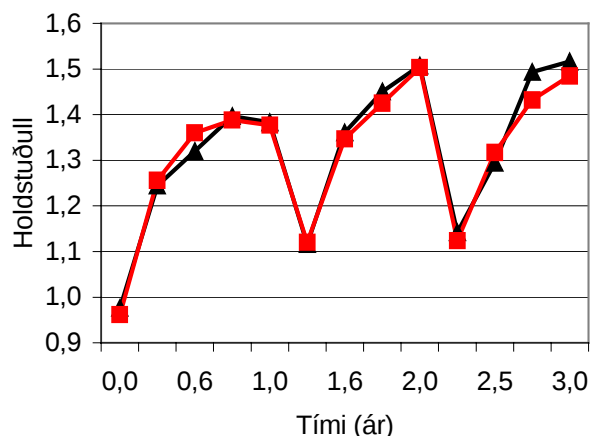
Nokkrum vikum áður en þorskur fer að hrygna stöðvast fódurtaka. Þorskurinn fer ekki að sýna fódri aftur áhuga fyrr en í lok hrygningar. Orka til uppbyggingar á hrognum og sviljum er því tekin úr lifur og holdi en við það lækkar holdstuðullinn. Við kynþroska léttist þorskurinn allt að 40%. Hrygnur léttast meira en hængar og stærri hrygnur léttast meira en minni hrygnur. Hrognahlutfall hrygna er 10-30%, eykst með aukinni stærð og getur því orðið veruleg rýrnun við hrygningu, sérstaklega í þeim tilvikum sem stór fiskur er í eldi.



35. mynd. Vaxtarferill þorsks í áframeldi yfir þriggja ára tímabil. Ferhyrningar eru hrygnur og þríhyrningar eru hængar.

Við kynþroska hækkar fódurstuðullinn, það hægir á vexti og framleiðslukostnaðurinn hækkar. Þó að holdstuðullinn lækki verulega við kynþroska er hann þó hærri hjá eldisþorski en hjá ókynþroska villtum þorski og gæðarýrnun því tiltölulega lítil eða mun minni

en t.d. þekkist í laxeldi. Ef þorskinum er slátrað á þeim tíma sem hrognin eru verðmætust er hægt að draga verulega úr tjóni af völdum kynþroska.



36. mynd. Holdstuðull þorsks í áframeldi yfir þriggja ára tímabil. Við hrygningu léttist þorskurinn og holdstuðullinn lækkar. ferhyrningar eru hrygnur og þríhyrningar eru hængar.

Aðgerðir til að draga úr kynþroska?

Með því að hafa stöðuga og sterka (1600 lux) lýsingu í kerum hefur tekist að seinka kynþroska þorsks um eitt ár. Í sjókvíum hefur tekist að seinka kynþroska eldisþorsks um 4-6 mánuði með stöðugri lýsingu. Daglengd stjórna því hvenær fiskurinn fer að þroska kynkirtla. Lýsingin þarf því að vera mikil til að hún yfirgnæfi náttúrulega ljósið svo fiskurinn greini ekki á milli dags og nætur. Nú er verið að rannsaka hve sterk lýsingin þarf að vera í sjókvíum og jafnframt að skoða hvaða bylgjulengd ljóssins hefur mest áhrif.

Tekist hefur að minnka hlutfall kynþroska fiska með því að draga úr fódrun. Við það dregur úr vaxtarhraða fisksins og er það því ekki talin æskileg aðferð til að draga úr kynþroska.

Hrygningartími

Þorskur í áframeldi hefur tilhneigingu til að hrygna fyrr en villtur þorskur. Ein

ástæðan kann að vera mikið fæðuframboð. Einnig getur hár sjávarhiti flýtt kynþroska. Villtur þorskur hrygnir vanalega við sunnanvert landið frá 15. mars til 15. maí. Við norðanvert landið er byrjun hrygningar frá seinnihluta mars og eru einstakir hrygningarárópar að hrygna allt fram í júní. Reynslan hér á landi sýnir að þorskur í áframeldi hefur myndað tiltölulega stóra kynkirtla (hrogn og svil) fyrir áramót. Það þarf því oft að slátra fiskinum fyrir jól ef koma á í veg fyrir mikla rýrnun.

13.0 Afföll, sjúkdómar og forvarnir

Til að tryggja arðsemi í þorskeldi er nauðsynlegt að halda afföllum í lágmarki. Við veiðar og áframeldi á þorski hafa afföll oft verið mikil og í sumum tilvikum numið nokkrum tugum prósent. Það er því til mikils að vinna með því að minnka afföllin. Ástæður fyrir afföllum á þorski við veiðar og áframeldi geta verið margar og má þar nefna:

Veiðar og flutningur á fiski

Margt bendir til að mestu afföll við áframeldi á þorski hér við land megi rekja til meðhöndlunar við veiðar og flutning. Hér er hægt að ná betri árangri með:

- ✓ Vali á réttum veiðarfærum og veiðistöðum með tilliti til dýpis (kafla 6.0).
- ✓ Hentugum flutningsbúnaði (kafla 7.0).
- ✓ Að vanda betur meðhöndlun á fiskinum.



37. mynd. Vandíð til verka við flutning á lifandi fiski.

Kynþroski

Komið hefur fram að afföll aukast verulega við hrygningu. Í eldi á þorski í kerum á landi hafa afföll verið allt að 30% hjá hrygnum yfir hrygningartímann.

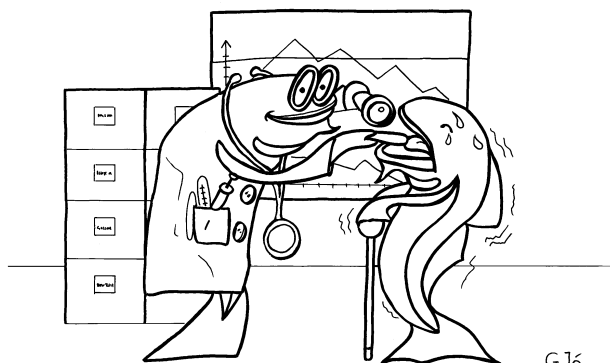
Strok

Ef gat kemur á netpoka er mikil hætt á að þorskur strjúki úr sjókví. Reynslan hefur sýnt að þorskur smýgur út um lítil göt á netpoka og er mun lagnari við það en laxinn. Því er mikilvægt að koma í veg fyrir tjón með fyrirbyggjandi aðgerðum:

- ✓ Nota sérhannaða fóðrunarbáta með varðan skrifubúnað til að minnka líkur á nótaskemmdum.
- ✓ Yfirfara og þrifa nætur reglubundið, minnst einu sinni á ári og skipta um nætur áður en þær byrja að slitna.
- ✓ Tryggja gott viðhald og eftirlit á sjókví. Skoða netpoka minnst einu sinni í mánuði með köfun eða í neðansjávar-myndavél.
- ✓ Koma í veg fyrir að lagnaðarís rífi netpoka, með því að sökkva sjókví eða verja netpokann með sérstökum búnaði.
- ✓ Á sumum stöðum þarf að vera á varðbergi gagnvart sel sem getur rífið gat á nó. Honum er t.d. hægt að halda frá eldinu með sérstökum hljóðfælum.

Sjávarhiti og öldurót

Hér við land fer sjávarhiti á mörgum stöðum undir 0°C í köldum árum. Það er því hætt á að dánartíðni þorsks geti verið há í sjókvíum við Ísland á kaldasta tíma ársins, einkum hjá smáum seiðum í vondum veðrum og ölduróti. Úr þessum afföllum má draga verulega með því að hafa djúpan netpoka eða sökkva búnaðinum undir öldurótið og í hærri sjávarhita sem stundum er að finna á meira dýpi. Því smærri sem fiskurinn er því minni er sundgetan og því verr þolir hann öldurótið. Það er því mikilvægt að hefja ekki eldi á smáþorski á opnum svæðum yfir vetrarmánuðina.



38. mynd. Mikilvægt er að fylgjast vel með heilsufari eldisfiska.

Fisksjúkdómar

Hingað til hefur svokölluð vibríuveiki (*Vibrio anguillarum*) valdið mestu tjóni í þorskeldi erlendis. Hún var í fyrsta sinn staðfest í þorskeldi á Íslandi í nóvember 2001 og er alls óvíst um mikilvægi þessarar bakteríu hér á landi. Þess má geta að vibríuveiki hefur aldrei greinst í eldi laxfiska hér á landi en bólusetning hefur verið óumflýjanleg hjá öllum nágrannalöndum okkar í áratugi. Á þeim slóðum sem hitastig sjávar er nægilega hátt er þessi baktería til staðar, ásamt öðrum tækifærissýklum, og ef dregur úr mótstöðu fisksins er hættu á sýkingu. Aðrir smitsjúkdómar, s.s. hitraveiki (*Vibrio salmonicida*), vetrarsár (*Moritella viscosa*) og kýlaveikibróðir (*Aeromonas salmonicida* undirtegund *achromogenes*) hafa einnig hrjáð þorsk við ákveðnar aðstæður. Þróuð hafa verið bóluefni gegn ofangreindum sýklum en bólusetningu fylgir talsverður kostnaður og fyrirhöfn. Á núverandi stigi er ekki talin þörf á að bólusetja þorsk til áframeldis hér á landi, heldur lögð áhersla á fyrirbyggjandi aðgerðir til að draga úr líkum á að sýklar nái að valda tjóni. Í dag eru tilraunir í gangi á vegum Rannsóknadeildar fisksjúkdóma á Keldum með bóluefni fyrir þorsk. Ef óútskýrð afföll eiga sér stað í eldinu, sáramyndun eða óeðlileg hegðun, er eldismönnum bent á að leita ráðgjafar hjá fisksjúkdómafræðingum (39. mynd).



39. mynd. Ef upp koma heilbrigðisvandamál við áframeldi á þorski skal leitað ráðgjafar hjá:

Dýralækni fisksjúkdóma
og
Rannsóknadeild fisksjúkdóma
Keldum
112 Reykjavík
Sími: 567 4700, fax: 567 3979

Sníkjudýr

Á villtum þorski hafa fundist alls um 107 tegundir sníkjudýra sem endurspeglar stórt útbreiðslusvæði og fjölbreytt fæðuval þorsksins. Hér við land hafa fundist á þriðja tug tegunda ytri og innri sníkjudýra í þorski en þó er einungis talið að örfá þeirra geti valdið skaða í áframeldi. Við eldisaðstæður getur fjöldi ákveðinna sníkjudýra magnast upp. Laxalús (*Lepeophtheirus salmonis*) hefur valdið miklu tjóni í laxeldi. Fiskilús (*Caligus elongatus*) sem lifir á þorski hér við land gæti valdið usla í þorskeldi. Í dag er hægt að meðhöndla fisk gegn lús með ákveðnu lyfi sem gefið er með fóðri í vikutíma. Slík lyfjagjöf heldur lúsinni í burtu í lágmark 3-4 mánuði.

Meðhöndlun á fiski í eldi

Sérstaklega skal vanda til verka fyrst eftir að villtur þorskur er tekinn í sjókvíar. Því minni meðhöndlun, því minni líkur á afföllum vegna fisksjúkdóma og annarra orsaka. Fiskur sem er með meltingarfæri full að fóðri er viðkvæmur og skal því ávallt gæta að þess að svelta hann í nokkra daga áður en hann er meðhöndlaður.



40. mynd. Þorskur í sjókví.

Sjálfrán

Þorskurinn er mjög skæður ránfiskur og hikar ekki við að éta smærri þorska ef hungrið sverfur að. Hann getur étið aðra þorska sem eru allt að 50% af lengd hans sjálfs. Því verður að teljast æskilegt að stærðarflokka til að halda stærðardreifingu í lágmarki.

Mikilvægt er að fylgjast vel með fiskinum meðan á eldinu stendur. Það ætti því að fódra þorsk að lágmarki annan hvern dag til að fylgjast með heilbrigði hans. Í sjókvím með djúpum netpoka er erfitt að fylgjast með fiskinum. Það ætti því að vera regla að kanna afföll á fiski minnst einu sinni í viku. Það er hægt að gera með myndavélum, köfun eða með því að hafa sérstakan háf fyrir miðjum botni netpokans sem safnar dauðum fiski.

14.0 Helstu heimildir

1. Beamish, F.W.H. 1965. Swimming endurance of some Northwest Atlantic fishes. *J.Fish.Res.Bd.Canada* 23(3):341-347.
2. Björn Björnsson 1999. Fjord-ranching of wild cod in an Icelandic fjord: effects of feeding on nutritional condition, growth rate and behaviour. Í: Howell, B.R., Moksness, E. and Svåsand (ritstj.). Stock enhancement and sea ranching, pp. 243-256. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, 606 p.
3. Björn Björnsson 1999. Is the growth rate of Icelandic cod (*Gadus morhua* L.) food-limited? A comparison between pen-reared cod and wild cod

- living under similar thermal conditions. *Rit Fiskideildar* 16:271-279.
4. Björn Björnsson and Agnar Steinarsson, 2002. The food-unlimited growth rate of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 59:494-502.
 5. Björn Björnsson, Agnar Steinarsson and Mattías Oddgeirsson 2001. Optimal temperature for growth and feed conversion of immature cod (*Gadus morhua* L.). *ICES J.Mar.Sci.* 58(1):29-38.
 6. Blaxter, J.H.S. and Tytler, P. 1978. Physiology and function of the swimbladder. *Advances in Comparative Physiology and Biochemistry*, 7:311-367.
 7. Clark, D.S. Brown, J.A. Goddard, S.J. and Moir, J. 1995. Activity and feeding behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in sea pens. *Aquaculture* 131(1-2):49-57.
 8. Fletcher, G.L. Wroblewski, J.S. Hickey, M.M. Blanchard, B. Kao, M.H. and Goddard, S.V. 1997. Freezing resistance of caged Atlantic cod (*Gadus morhua*) during a Newfoundland winter. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 54(Suppl. 1):94-98.
 9. Fordham, S.E. and Trippel, E.A. 1999. Feeding behaviour of cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning. *J. Appl.Ichthyol.* 15(1):1-9.
 10. Glette, J. van der Meeren, T. Olsen, R.E. og Skilbrei, O. (red.), 2002. Havbruksrapport 2002. *Fisken og havet*, sarnr. 3-2002.
 11. Grant, S.M. Brown, J.A. and Boyce, D.L. 1998. Enlarged fatty livers of small juvenile cod: a comparison of laboratory-cultured and wild juveniles. *J.Fish Biol.* 52(6):1105-1114.
 12. Hansen, T., Karlsen, Ø., Taranger, G.L., Hemre, G-I., Holm, J.C. and Kesbu, O.S. 2001. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture* 203:51-67.
 13. Hemre, G.-I. Northvedt, R. Sandnes, K og Lie, Ø. 2000. Oppdrett av torsk: Hurtig vekst uten kjempelever. *Norsk Fiskeoppdrett* 25(16):24-27.
 14. Kjesbu, O.S. 1994. Time of start of spawning in Atlantic cod (*Gadus morhua*) females in relation to vitellogenic oocyte diameter, temperature, fish length and condition. *J. Fish.Biol.* 45(5):719-735.
 15. Lambert, Y. and Dutil, J.D. 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. *Aquaculture* 192(2-4):233-247.
 16. Midling, K.Ø. 1998. Mottaksmerd for snurreva-fanget torsk. *Rapp. Fiskeriforsk.* Nr.16, 15 s.
 17. Morais, S., Bella, G.J., Robertson, D.A., Roy, W.J. and Morris, P.C. 2001. Protein / lipid rations in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilisation, muscle

composition and liver histology. Aquaculture 203:101-119.

18. Sundnes, G. 1957. Notes on the energy metabolism of the cod (*Gadus callarias* L.) and the coalfish (*Gadus virens* L.) in relation to body size. Fiskeridirektoratets skrifter XI(9):3-10.
19. Steingrímur Jónsson 1999. Könnun á sjávarhita með tilliti til fiskeldis. Stafnbúi 7:25-30.
20. Steingrímur Jónsson 2001. Hitafar við strendur Íslands með tilliti til fiskeldis. Ægir 94(1):30-33.