

Kynbatur laxfiska

Jónas Jónasson

Reykjavík, mars 1992 VMST-R/92010

VEIÐIMÁLASTOFNUN
Bókasafn

Fiskeldi sjá einnig Kynbatur
Kynbatur
Laxeldisstæð ribisus (í Kollafirði)

KYNBÆTUR LAXFISKA

JÓNAS JÓNASSON
Veiðimálastofnun.

INNGANGUR.

Kynbætur hafa verið stundaðar við hefðbundna búfjárrækt alllengi og gildi þeirra til að auka arðsemi í búfjárrækt viðurkennt. Fiskeldi hófst sem búgrein í kringum 1950 í Evrópu. Hér á landi hófu tveir bændur eldi á laxi og silungi norður í Kelduhverfi 1942-1946, Skúli Pálsson hóf síðan eldi á regnbogasilungi 1951 að danskri fyrirmynd. Elliðaárstöðin var byggð 1951 í þeim tilgangi að framleiða sumaralin laxaseiði og síðan árið 1961 var Laxeldisstöð ríkisins byggð og þar hófst framleiðsla á laxagönguseiðum¹⁾. Síðan hefur eldi laxfiska aukist með árunum og var framleiðsla á laxi um 2500 tonn árið 1990 þar af um 300 tonn í hafbeit. Um 6 milljónum seiða var sleppt í hafbeit árið 1990 sem er 30% aukning frá árinu áður. Þörfin fyrir kynbættan efnivið til arðsemisaukningar í fiskeldi hefur verið mikil undanfarin ár.

Árið 1971 hófust skipulagðar kynbætur í á eldislaxi í Noregi með það að leiðarljósi að auka arðsemi laxeldis í Noregi. Miðað við 110 þúsund tonna framleiðslu á ári telja Norðmenn beinan hagnað af kynbótum um 330 milljónir á ári að frádregnum kostnaði.

Norðmenn eru mun lengra á veg komnir í kynbótum í laxeldi en Íslendingar og verði ekki hafnar kynbætur veikir það samkeppnisaðstöðu okkar.

Árið 1987 var byggt eldishús við Laxeldisstöð ríkisins í Kollafirði ætlað kynbótarannsóknnum. Hafa þar verið síðan verið framkvæmd rannsóknaverkefni tengdar kynbótum í hafbeit. Fyrirhugað er að hefja kynbætur á eldislaxi á þessu ári.

Greint verður frá fáeinum niðurstöðum úr rannsóknaverkefnum um kynbætur í hafbeit.

Kynbætur á fiski er tiltölulega ung vísindagrein. Í upphafi kynbótastarfs ber að taka mið af lífsferli laxfiska, safna

upplýsingum um meðal annars arfgengi, svipfarsbreytileika, erfðabreytileika, svipfarsfylgni, erfðafylgni og hlutfallslega arðsemi hvers eiginleika.

Afkvæmafjöldi laxfiska getur verið mjög mikill og sem dæmi gefur laxahrygna sem dvalið hefur 2 ár í sjó af sér um 10.000 afkvæmi að meðaltali. Auk þess er hægt að nota svil úr einum hæng til að frjóvga allt að 10-20 hrygnur. Því eru möguleikar kynbóta miklir þar sem afkvæmafjöldinn er stór, sem gefur góða mynd af erfðaeðli foreldranna.

ÁRANGUR KYNBÓTANNA BYGGIST Á EFTIRFARANDI ATRIDUM:

- a) Úrvalsyfirburðum, þ.e. hve mikið kynbótagripirnir bera af öðrum gripum í sinni kynslóð.
- b) Hver breytileikinn er mikill fyrir þann eiginleika sem kynbætt er fyrir og er mælt í staðalfrávikum.
- c) Hve mikinn þátt erfðaeðlið á í ágæti völdu gripanna. Þann þátt mælum við með stærð sem heitir arfgengi.
- d) Tímalengd sem líður milli ættliðaskipta. Því fyrr sem nýr og betri ættliður tekur við af þeim fyrri þeim mun örari verða kynbótaframfarirnar.

Þær eldisaðferðir á laxi sem eru hvað best þekktar hér á landi eru strandeldi, kvíaeldi og hafbeit. Góð reynsla er af eldi á regnbogasilungi og á síðustu árum hefur áhugi aukist og þekking á bleikjueldi. Enn sem komið er mest áhersla lögð á laxeldi því einna hæst verð fæst fyrir hann á mörkuðum.

KYNBÓTAMARKMIÐ OG KYNBÓTALEIÐIR.

Kynbætur taka mið af þeim markmiðum sem sett eru í upphafi kynbótastarfsins. Kynbæta ber fyrst og fremst fyrir þeim

eiginleikum sem leiða til hæsta verðs á mörkuðum og aukinnar hagkvæmni í eldi.

Hér fyrir neðan er greint frá þeim kynbótamarkmiðum sem talin eru mikilvægust fyrir kynbótastarf í fiskeldi í framtíðinni.

Kynbótamarkmið í hafbeit.

Aukin endurheimtuhundraðshluti

Aukinn vaxtarhraði í sjó

Kynþroskaaldur

Kynbótamarkmið á eldislaxi.

Aukinn vaxtarhraði

Kynþroskaaldur

Aukið sjúkdómsviðnám.

Kynbótamarkmið í bleikjueldi.

Aukinn vaxtarhraði

Kynþroskaaldur

Holdlitur

(Hrognastærð)

Hugsanlega eru fleiri markmið sem koma til greina og ber að skoða þau betur þegar frekari niðurstöður liggja fyrir.

Einstaklingsúrval tengt fjölskylduvali er sú kynbótaaðferð sem gefið hefur bestan árangur eins og t.d. í kynbótum hænsnfugla. Auðvelt er að slátra hluta fiskana úr hverri fjölskyldu, taka nauðsynlegar mælingar og eiga síðan lifandi efnivið úr viðkomandi fjölskyldum til undaneldis.

Einstaklingsúrval kemur vel til greina í laxeldi þegar kynbætt er fyrir vaxtarhraða þar sem arfgengi vaxtarhraða er yfirleitt hátt hjá laxfiskum. Með tímanum getur þetta leitt til skyldleikaræktar auk þess sem upplýsingar frá ættingjum auka enn kynbótaframför.

Verði kynbætt fyrir eiginleikum eins og síðbúnum kynþroska, sjúkdómsviðnámi, holdgæðum er hætta á að árangur verður lélegur. Sumir af þessum eiginleikum flokkast undir eiginleika sem nefnast "annað hvort eða" (threshold characters) eiginleikar sem erfitt er að kynbæta fyrir með einstaklingsúrvali.

ÁRANGUR Í KYNBÓTUM Á ELDISLAXI Í NOREGI.

Laxeldi í Noregi byggist nær eingöngu á kvíaeldi þar sem tekur 18 mánuði að ala gönguseiði og þau alin í sláturstærð á allt að tveim til þrem árum. Þar er ættliðabil 4 ár.

Kynbótamarkmið hafa til þessa nær eingöngu verið að auka vaxtarhraða á sjávarstigi og hindra kynþroska á fyrsta ári í sjó. Á síðustu misserum hafa farið fram miklar umræður þess efnis að kynbæta fyrir auknu sjúkdómsviðnámi og sláturgæðum, s.s. holdlit líkamsbyggingu og fleira.

Arfgengi vaxtar eftir tvö ár í sjó hefur verið reiknað sem $0,38 \pm 0,10^{21}$ metið úr frá fervikspætti milli feðra og arfgengi við aldur við kynþroska $0,48 \pm 0,20^{23}$ metið út frá aðhvarfi afkvæmis að móður.

Tilraun var gerð í Noregi¹¹⁾ þar sem smituð voru laxaseiði úr 50 fjölskyldum með kýlaveikibakteríunni *Aeromonas salmognicida*. Tilgangurinn var að kanna hvort breytileiki væri fyrir hendi í ónæmi gegn kýlaveiki. Í ljós kom að mikill breytileiki var í dauða af völdum bakteríunnar milli fjölskyldna og var meðaltal 68% og minnsti dauðinn 15% en mesti 100%. Við skoðun hvort munur væri milli afkvæma mismunandi feðra í dauða kom í ljós að munurinn lá frá 26% til 97% og var reiknað arfgengi metið á 0,48. Þetta er hæsta arfgengi sem vitað er um fyrir lífsprótt gegn sjúkdómum í fiskeldi og gefur vissulega vonir um að mögulegt sé að auka ónæmi gegn t.d. kýlaveiki með kynbótum.

Nýlegar upplýsingar segja að aukning í vaxtarhraða hafi orðið um 10% fyrir hverja kynslóð og 3% fyrir hverja kynslóð fyrir minni kynþroska eftir eitt ár í sjó⁴⁾. Samkvæmt útreikningum er nettó hagnaður á ári um 330 milljónir íslenskra króna vegna kynbóta fyrir

framleitt. Auk þess telja Norðmenn að þeirra kynbætti efniviður vaxi 30% hraðar en villtur lax⁵⁾. Í dag eru starfræktar tvær kynbótastöðvar í Noregi önnur sem tilraunastöð á Sunndalsöra í eigu ríkisins og hin á Kyrkjæsäteröra í eigu landssambands eldismanna. Um 70% af allri hrognasölu í Noregi er efniviður undan kynbættum laxi frá þessum stöðvum⁵⁾.

ÁRANGUR Í KYNBÓTUM Á ELDISBLEIKJU Í SVÍPÞJÓÐ.

Svíar hafa langa reynslu af bleikjueldi auk þess sem Svíar eru mestu bleikjuframleiðendur í Evrópu.

Í Svíþjóð er starfrækt kynbótastöð fyrir eldisbleikju á Kjälarna í Norður-Svíþjóð. Starfsemi þessarar kynbótastöðvar tengist Landbúnaðarháskólanum í Umeå. Þar eru nýhafnar kynbætur á bleikju að loknum rannsóknum á lífsferli og erfðapáttum tengdum bleikjueldi.

Helstu niðurstöður⁹⁾ eru þær að arfgengi fyrir þyngd metið út frá aðhvarfi afkvæmis að meðalþyngd foreldra var 0,31 fyrir þyngd eftir tvö ár í eldi og 0,49 fyrir bleikju eftir þrjú ár í eldi. Niðurstöður sýna að við kynbætur á bleikju skiptir máli hvenær valið er sökum þess að arfgengi mælist hærra eftir því sem aldur er meiri og kanna verður nánar möguleika á að breyta kynþroskaaldri með kynbótum.

Í dag eru aldar 100 fjölskyldur af bleikju á ári í Svíþjóð og beinast rannsóknir og kynbætur einkum af því að auka vaxtarhraða, stjórna kynþroskaaldri, sjúkdómsviðnámi, hrognastærð og holdlit.

STADA KYNBÓTA LAXFISKA Á ÍSLANDI.

Hafbeit.

Árið 1987 hófst samnorrænt rannsóknarverkefni um kynbætur í hafbeit. Verkefnið er styrkt af norrænu ráðherranefndinni og norræna iðnaðarsjóðnum auk íslenska ríkisins. Innlendir samstarfsaðilar eru Veiðimálastofnun, Laxeldisstöð ríkisins, Rannsóknarstofnun landbúnaðarins, Silfurlax, Vogalax og Lárós og fleiri innlendar hafbeitarstöðvar. Verkefnisstjórn er í höndum

norrænnar hafbeitarnefndar sem samanstendur af aðilum frá öllum norðurlöndunum undir forsæti Árna Ísakssonar Veiðimálastjóra. Nefndin hittist einu sinni á ári.

Markmið verkefnisins er að rannsaka hvort auka megi arðsemi í hafbeit með kynbótum.

Verkefnið hófst 1987 með því að byggt var eldishús í Laxeldisstöð ríkisins í Kollafirði. Í því eldishúsi er mögulegt að ala 150-200 laxafjölskyldur á ári. Segja má haustið 1990 hafi hafist skipulagt val á völdum efnivið til kynbóta í hafbeit.

Eldislax.

Kynbætur á eldislaxi eru ekki enn hafnar á Íslandi. Fyrir liggur áætlun um að hefja kynbætur á eldislaxi veturinn 1990-1991 fáist nægjanlegt fjármagn. Áætlunin gerir ráð fyrir að ala 100 fjölskyldur á ári í Kollafirði síðan yrðu sömu fjölskyldur fluttar og aldar í sjó í Silfurgen á Reykjanesi og aldar á öðrum samvinnustöðvum.

Helstu vandamál í laxeldi í dag er ónógur vöxtur, snemmbær kynþroski og sjúkdómar. Því er gert ráð fyrir að kynbótamarkmið verði þau að auka vaxtarhraða, sjúkdómsviðnám og hindra snemmbæran kynþroska.

Á Íslandi í dag eru bæði til norskir og íslenskir laxastofnar. Almenn er talið að norsku laxastofnarnir vaxi hraðar og verði síður kynþroska snemma á eldisferlinum en íslensku laxastofnarnir. Vegna umhverfissjónarmiða er bannað að ala norskan lax í kvíum á Íslandi nema í Lóni í Kelduhverfi og er eldi norska laxins bundið strandstöðvum. Einnig er allur innflutningur á kynbættum efnivið bannaður og verður því að hefja kynbætur á þeim laxastofnum sem til staðar er í landinu. Því er mjög brýnt að hefja kynbætur sem fyrst til að auka arðsemi laxeldis í dag.

Hugsanlega má ná örari framförum í kynbótum á Íslandi en gerist í Noregi. Þetta er eflaust hægt með því að stytta ættliðabil um eitt til tvö ár með framleiðslu svokallaðra 0-seiða. Byggist þetta á því að nýta jarðvarmann hér á landi til að flýta eldi laxaseiða og gera þau sjógönguhæf heilu ári fyrr en ella. Þannig

að kynslóðabil stýttist úr fjórum árum í þrjú eða jafnvel tvö. Þetta byggir meðal annars á hugmyndum Árna Ísakssonar⁷⁾ um framleiðslu 0-seiða og Stefáns Aðalsteinssonar⁸⁾ um styttingu ættliðabils úr fjórum árum í þrjú og jafnvel í tvö. Þar kemur fram að hugsanlega geta kynbótaframfarir orðið 12,6% á ári sé ættliðabil stýtt í tvö ár. Rannsóknir á framleiðslu 0-seiða hófust í Kollafirði veturinn 1989-1990 og var sleppt 3000 merktum 0-seiðum til hafbeitar og 500 komið fyrir í eldi á Grundartanga í samvinnu við Járblendifélagið. Fyrirhugað er að halda áfram þessum rannsóknum.

Bleikja.

Hafnar eru rannsóknir þar sem verið er að kanna hvort munur sé milli bleikjustofna í eldi. Er þá um að ræða afföll á fyrstu stigum eldis, vaxtarhraða, kynþroskaaldur og fleira. Fyrsti hluti rannsóknarinnar fara fram á Keldnaholti í umsjá Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins og á Hólum í Hjaltadal í umsjá Hólalax. Rannsóknirnar eru styrktar af Rannsóknaráði ríkisins og er samvinnuverkefni opinberra stofnana og fiskeldisstöðva og eru niðurstöður væntanlegar.

Haustið 1990 voru búnar til rúmlega 50 fjölskyldur af einum stofni í Hólalax á Hólum í Hjaltadal. Tilgangurinn er að hefja rannsóknir á erfðapáttum bleikju, s.s. vaxtarhraða, holdlit, kynþroskaaldri og fleira. Uppi eru hugmyndir að þetta verði vísir að frekari kynbótastarfi á bleikju.

NIÐURSTÖÐUR ÚR KYNBÓTARANNSÓKNUM Í KOLLAFIRÐI.

Eins og áður hefur komið fram hófst samnorrænt rannsóknarverkefni í hafbeit með það markmið að kanna hvort og að hve miklu leyti kynbætur gætu aukið arðsemi í hafbeit. Aldar voru 150 fjölskyldur í tveim árgöngum alls 300 fjölskyldur af 5 mismunandi stofnum.

Tilraunauppsetning var þannig háttað að einn hængur (faðir)

er paraður við 3 hrygnur (mæður), þá verða til al- og hálf systkinahópar. Því eru alls um 100 feður og 300 mæður fyrir báða árgangana.

Niðurstöður liggja nú þegar fyrir um erfðapætti seiðaeldis verkefnisins og hluta úr áframeldi þeirra í sjókeri á landi.

Á töflu 1 er sýnt fram á að mikill munur er á lífsþrótti milli mismunandi laxastofna. Einnig er munur milli þessara stofna í meðalþyngd og meðallengd eftir að þeir hafa verið aldir í 190 daga frá upphafi frumfóðrunar. Þar skera Kollafjarðar stofn og Isnó stofn sig nokkuð úr enda þessir stofnar verið í eldi í nokkrar kynslóðir. Aðrir stofnar eru villtir að uppruna teknir beint úr þeirra heimaá. Mikill munur var milli fjölskyldna á lífsþrótti sem sést best á staðalfrávikinu í töflu 1 og einnig var mikill breytileiki fyrir hendi í meðalþyngd og meðallengd milli fjölskyldna.

Í töflu 2 eru tölur um arfgengi þessara eiginleika reiknað fyrir báða árgangana, metið út frá ferveikspætti milli mæðra og feðra. Þar kemur fram að arfgengi fyrir lífsþrótt milli feðra metið sem $0,04 \pm 0,04$ og $0,35 \pm 0,04$ milli mæðra. Fyrir arfgengi milli feðra fyrir þyngd er það metið sem $0,19 \pm 0,03$ og fyrir lengd $0,17 \pm 0,03$, en milli mæðra er það metið $0,39 \pm 0,03$ fyrir þyngd og $0,40 \pm 0,03$ fyrir lengd. Ástæðan fyrir því að arfgengi sem metið er út frá ferveikspætti milli mæðra er hærra en milli feðra er sú að ekki er hægt að útiloka þætti eins og móðuráhrif, ekki- samleggjandi erfðir og kerjaáhrif. Því er best að nota arfgengi milli feðra til að meta kynbótaframför því ætla má að það sé besta matið á áhrif samleggjandi erfða fyrir þessa eldispætti. Ekki kemur á óvart að arfgengi milli feðra sé lágt fyrir lífsþrótt því almennt er talið að hæfnis (fittnes) eiginleikar sýni lítinn erfðabreytileika heldur stjórnist mest af umhverfi. Erfðafylgni milli lífsþróttar og meðalþyngdar mældist $0,31 \pm 0,26$, milli lífsþróttar og meðallengdar $0,39 \pm 0,26$ og milli þyngdar og lengdar $0,98 \pm 0,01$. Þetta er mat á hversu sterkt samband er milli gena sem stjórna þessum eiginleikum. Verði tekin ákvörðun um að kynbæta fyrir auknum seiðavexti mun samtímis aukast lífsþróttur.

Lauslegir útreikningar á því hve framför yrði mikil væri kynbætt með einstaklingsúrvali fyrir auknum seiðavexti og gert væri ráð fyrir að arfgengi sé 0,19 fyrir þyngd, ættliðabil 3 ár og um 1% af stofninum valinn til undaneldis kemur í ljós að meðalþyngd myndi aukast um 8% á ári miðað við 190 daga þyngd. Þetta þýðir í raun að það myndi taka um 4 dögum skemur á ári að ná 11 gramma meðalþyngd. Þessi framför myndi ekki tapast þannig að vaxtartíminn myndi styttest um 1 mánuð á 7-8 árum, sem leiðir til lægra framleiðslukostnaðar seiða vegna styttri eldistíma.

Seiðaeldið er einungis fyrsti hlutinn af rannsóknarverkefninu og á næstu árum er að vænta endurheimta úr hafbeit. Alls var sleppt 72.000 seiðum 1989 og 84.000 seiði 1990 alls 156.000 merktum seiðum úr um 280 fjölskyldum.

Einnig voru 8000 seiði einstaklingsmerkt úr fjölskylduhópunum til eldis í landkerjum ætluð sem klakfiskur þegar hafbeitarniðurstöður liggja fyrir. Vorið 1990 var hluti seiðanna færður til eldis í sjó í samvinnu við Járblendifélagið á Grundartanga og hluti í Silfurgen á Reykjanesi. Um mánaðamót ágúst september 1990 voru lengdarmæld 827 seiði af Kollafjarðarstofni úr 70 fjölskyldum og var fjöldi feðra 33. Á mynd 1 er sýnd meðallengd þessara seiða frá nóvember 1989 fram til september 1990. Í maí-júní 1990 sjóproskast seiðin og eru tilbúin í sjó. Sýnt er arfgengi sem metið er út frá ferveikspætti milli feðra og einnig svipfars- og erfðafylgni. Arfgengi milli feðra hækkar eftir því sem fiskurinn vex og erfðafylgni er há milli tímabila. Þetta er mjög mikilvægt því verði valið fyrir auknum þunga í sjó verður samtímis valið fyrir auknum vexti á seiðastigi.

Að lokum eru sýndar niðurstöður¹⁰⁾ úr tilraun sem hófst 1986 þar sem tilgangurinn var að kanna hvort munur væri milli fjölskyldna í endurheimtum. Þetta verkefni er samvinnuverkefni milli Veiðimálastofnunar, Laxeldisstöðvar ríkisins og Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins. Verkefnið var hugsað sem forverkefni fyrir kynbætur í hafbeit. Alls var sleppt 17 fjölskyldum vorið 1988 sem skiluðu sér sumarið 1989 og 1990. Heimtur voru mjög rýrar eins og í hafbeit yfirleitt og voru

meðalheimtur úr þessum 17 fjölskyldum 1,3 % en sú besta skilaði sér 3,3% en lágsta 0,2%. Marktækur munur reyndist vera milli þessara fjölskyldna ($\chi^2=50,3; P<0.001$). Á mynd 2 er sýnd heildarþyngd fyrir hverja fjölskyldu miðað við hver 1000 seiði sleppt í hafbeit. Meðaltal var 39 kg. og hæsta fjölskyldan með 85,2 kg og sú lágsta 3,4 kg. Ekki var hægt að nota þessar niðurstöður til arfgengisútreikninga fyrir þyngd né endurheimtur. Það verður að bíða betri tíma þar til niðurstöður úr samnorræna verkefninu liggja fyrir.

LOKAORÐ.

Ljóst er að kynbætur í hafbeit eru vel á veg komnar. En betur má ef duga skal með kynbætur á eldislaxi þar sem keppinautar okkar í Noregi koma til með að auka forskot sitt þar sem stöðugar kynbætur fara fram. Einnig ber að hefja kynbætur á bleikju sem fyrst til að auka möguleika bleikjueldis sem búgrein á Íslandi.

HEIMILDIR

- 1) Einar Hannesson, 1977. Upphaf fiskeldis á Íslandi. Freyr no.9 1977.
- 2) Gjerde, B., and Gjedrem, T., 1984. Estimation of phenotypic genetic parameters for carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture*, 36, 97-110.
- 3) Gjerde, B., 1984. Response to individual selection for age at sexual maturity in Atlantic salmon. *Aquaculture*, 38, 229-240.
- 4) Gjerde B. og Olsen B., 1990. Økonomisk verdi av avlsarbeidet. Husdyrforsøksmøtet 1990. Aktuelt fra Statens Fagttjeneste for Landbruket nr. 5 1990 61-65.
- 5) Nyhuus K. Molland O. 1990. Norsk Fiskeoppdrett nr. 16, 68-69.
- 6) Soldal O. 1990 Norsk Fiskeoppdrett nr. 16, 64-65.

- 7) Árni Ísaksson. 1985. The production of one-year smolts and prospects of producing zero-smolts of Atlantic salmon in Iceland using geothermal resources. *Aquaculture*, 45, 305-319.
- 8) Stefán Aðalsteinsson 1990, Kynbætur á eldislaxi. *Eldisfréttir* 3. tbl 1990 9-11.
- 9) Nilson J. 1990 Heritability Estimates of Growth-Related Traits in Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*), *Aquaculture*, 84, 211-217
- 10) Jónas Jónasson og Stefán Aðalsteinsson, 1991 Tilraun með fjölskyldumun og kerjaáhrif á enduheimtur úr hafbeit. *Skýrsla í undirbúningi*.
- 11) Gjedrem t. 1990. Avlsarbeid kan auka laksen si motstandsevne mot furunkulose. *Norks Fiskeoppdrett* nr 9-90 s.44.

Tafla 1. Meðaltal ólíkra eiginleika fyrir árgang 1988 og 1989.

STOFN	FJOLDI FEDRA	FJOLDI MÆÐRA	LÍFS- ÞRÓTTUR		ÞYNGD		LENGD		
			M	SD	M	SD	M	SD	
ÁRGANGUR 1988									
KOLLAFJÖRDUR	31	93	77.5	14.0	10.9	5.5	9.4	1.5	
LAXÁ Í ADALDAL	12	36	51.0	20.0	6.1	4.2	7.8	1.5	
STÓRA LAXÁ	7	21	63.9	14.0	8.2	3.9	8.7	1.3	
ALLS	50	150	69.2	-	9.4	-	9.0	-	
ÁRGANGUR 1989									
KOLLAFJÖRDUR	37	113	54.7	16.0	11.1	5.8	9.5	1.7	
STÓRA LAXÁ	3	9	70.7	8.7	10.9	5.4	9.6	1.5	
DALSÁ	3	7	60.3	18.0	8.3	5.8	8.5	1.7	
ÍSNÓ	7	19	52.4	18.0	11.4	5.8	9.7	2.5	
ALLS	50	148	55.7	-	11.0	-	9.5	-	

MEÐALTAL (M) STAÐALFRÁVIK (SD)

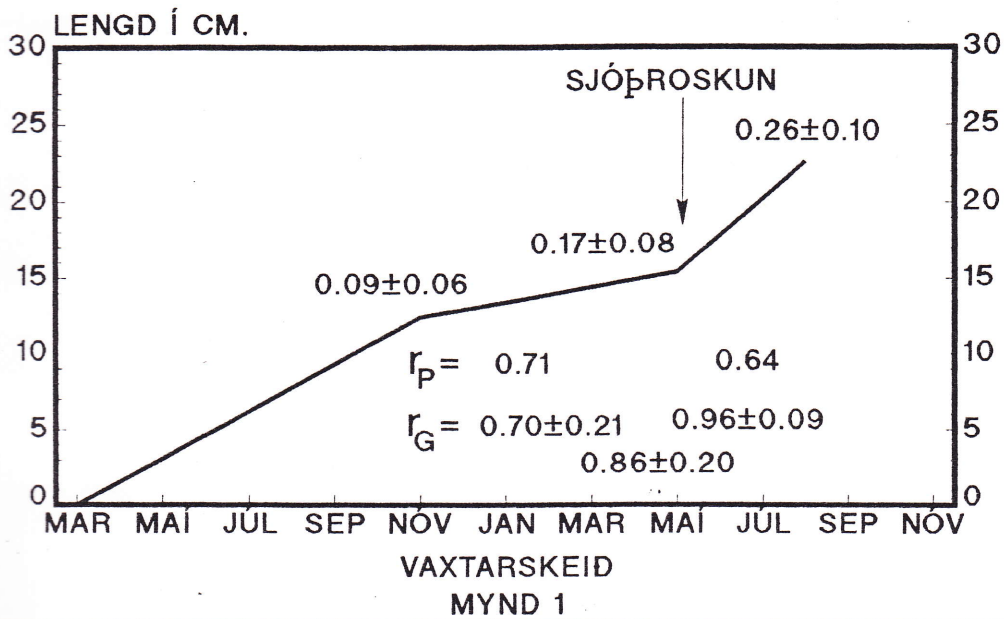
Tafla 2. Arfgengi metið út frá ferveikspætti milli feðra (h^2_p) og milli mæðra (h^2_d) fyrir lífsþrótt, þyngd og lengd við 190 daga aldur.

LÍFSÞRÓTTUR ¹⁾		ÞYNGD ²⁾		LENGD ²⁾	
h^2_p	h^2_d	h^2_p	h^2_d	h^2_p	h^2_d
0.04±0.04	0.35±0.04	0.19±0.03	0.39±0.03	0.17±0.03	0.40±0.03

1) Arfgengi metið frá dauðum og lifandi seiðum táknað 0/1

2) Arfgengi metið af 8672 einstaklingsmældum seiðum í árgangi 1988 og 9545 í árgangi 1989.

ARFGENGI MILLI FEÐRA VIÐ MISMUNANDI ALÐUR FYRIR LENGÐ SVIPFARS- (r_p) OG ERFDAYLGNÍ (r_G) MILLI MISMUNANDI ALÐURSTIGA



ENDURHEIMTUR LAX ÚR 17 MISMUNANDI FJÖLSKYLDUM AF KOLLAFJARÐARSTOFNI

