

# SJÁVARÚTVEGURINN

## VEFRIT UM SJÁVARÚTVEGSMÁL

Útgefandi: Sjávarútvegspjónustan ehf.

[www.sjavarutvegur.is](http://www.sjavarutvegur.is)

Sjávarútvegurinn - Vefrit um sjávarútvegsmál

2. tölubl. 6. árg. Október 2006

### Staða bleikjueldis á Íslandi, samkeppnishæfni og stefnumótun rannsókna og þróunarstarfs

Höfundur: Valdimar Ingi Gunnarsson, sjávarútvegsfræðingur

#### Samantekt

Valdimar Ingi Gunnarsson 2006. Staða bleikjueldis á Íslandi, samkeppnishæfni og stefnumótun rannsókna og þróunarstarfs. *Sjávarútvegurinn - Vefrit um sjávarútvegsmál* 6(2):1-62.

Bleikjan er vel aðlöguð að lífinu á norðurslóðum og nær útbreiðsla hennar norðar en nokkurrar annarrar ferskvatnsfisktegundar. Hún er álitleg eldistegund fyrir íslenskar aðstæður, vex vel við lágt hitastig og mikinn þéttleika, harðgerð tegund sem þolir meðhöndlun vel og virðist hafa nokkuð góða mótstöðu gegn margskonar sjúkdómum. Bleikjan gefur af sér falleg flök, flakanýting er góð og markaðsverð hátt.

Bleikjueldi var stundað í litlum mæli hér á landi framan af en um miðjan níunda áratuginn jókst áhugi á eldinu og náði framleiðslan hámarki árið 2003, tæpum 1.700 tonnum. Undanfarin ár hafa Íslendingar verið stærstu bleikjuframleiðendur í heiminum. Umtalsverð framleiðsla er einnig í Kanada, Svíþjóð og Noregi. Heimsframleiðsla á bleikju síðustu árin hefur verið um og yfir 3.000 tonn á ári.

Íslendingar eru ráðandi aðili í bleikjuútflutningi því framleiðsla annarra fer að mestu á innanlandsmarkað. Margt bendir til að við munum áfram verða leiðandi í bleikjueldi næstu árin. Framboð á eldisbleikju kemur til með að aukast jafnt og þétt og aukningin mun líklega að stærstum hluta koma frá Íslandi. Spáð er að bleikjuframleiðsla hér á landi verði komin í um 4.500 tonn árið 2009.

Stjórn á framboði bleikju á helstu útflutningsmörkuðum mun að mestu leyti verða í höndum íslenskra framleiðenda og útflytjenda. Til að tryggja jafnvægi á útflutningsmörkuðum er mikilvægt að gerðar verði spár um framleiðslu á næstu árum út frá birgðastöðu í lok hvers árs og áætlunum einstakra fyrirtækja. Samhliða yrði gerð spá um þróun í eftirspurn á einstökum mörkuðum og markaðsaðgerðum komið í framkvæmd til að tryggja að hægt verði að selja væntanlega framleiðslu. Í öllum samkeppnislöndum eru sterkir heimamarkaðir og framleiðendur þurfa því ekki nema í litlum mæli að afsetja sína vöru erlendis. Flutningskostnaður samkeppnisaðila er því tiltölulega lítill í sambandi við íslenska útflytjendur. Mikilvægt er að unnið verði að því að lækka flutningskostnað til að bæta samkeppnisstöðu íslenskra bleikjuframleiðenda.

Í lok níunda áratugarins hófust öflugar rannsóknir í bleikjueldi og framan af var það Framleiðnisjóður landbúnaðarins sem veitti greininni mestan stuðning. Stuðningurinn var einkanlega veittur til verkefna tengdum kynbótum og markaðsetningu á bleikju. Þegar líða fór á tíunda áratuginn dró verulega úr rannsókn- og þróunarstarfi í bleikjueldi. Nú seinni árin hefur þó ríkissjóður árlega veitt fjármunum í kynbótaverkefni fyrir bleikju. Ríkisstjórnin hefur nú ákveðið að veitt verði sérstöku 10 milljón króna framlagi árlega næstu þrjú ár til markaðs- og sölustarfs í bleikju.

Upplýsingar um afkomutölur bleikjueldis í samkeppnislöndum liggja ekki fyrir. Við samanburð á samkeppnishæfni milli landa veiga landfræðilegar aðstæður mest. Ekkert samkeppnislandanna hefur þá gnótt af lindarvatni, jarðhita og jarðsjó sem er að finna hér á landi þar sem hægt er að skapa kjöraðstæður fyrir bleikjuna m.t.t. hita og seltu. Aðstæður hér á landi gera kleyft að byggja mjög stórar stöðvar og ná þannig stærðarhagkvæmni í framleiðslunni. Í samkeppnislöndum er takmarkað aðgengi að grunnvatni og vandamál með of heitt yfirborðsvatni á sumrin fyrir bleikjueldi í körum og kvíum. Vegna takmarkaðs grunnvatns og dýrrar orku þurfa samkeppnisaðilar að nota dýr hringrásarkerfi til að endurnýta vatn í strand- og landeldisstöðvum. Betur virðist hafa verið staðið að söfnun á efniviði til kynbóta á Íslandi í upphafi en í samkeppnislöndum. Hinsvegar hafa kynbætur verið stundaðar lengur í sumum samkeppnislandanna og hugsanlega eru þær komnar lengra.

Til að tryggja sem besta þróun og samkeppnishæfni bleikjueldis á Íslandi þarf að forgangsraða verkefnum. Hér er mælt með eftirfarandi forgangsröðun:

- i. Kynbætur og aðrar rannsóknir sem hafa það að markmiði að bæta eiginleika fisksins til eldis njóti forgangs.
- ii. Styrkja markaðsstarf til að tryggt sé að hægt verði að selja framleiðslu hvers árs.
- iii. Fjármagna rannsóknir á þeim nýju fisksjúkdómum sem upp kunna að koma til að lágmarka tjón innan greinarinnar.
- iv. Fóðurstærnaður er stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í bleikjueldi og er mikilvægt að styrkja fóðurrannsóknir til að stuðla að áframhaldandi þróun á bleikjufóðri.

<b>1. INNGANGUR</b> .....	<b>3</b>
1.1 EIGINLEIKAR BLEIKJU SEM ELDISFISKS .....	3
1.2 RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARSTARF.....	3
1.3 FJÁRMÖGNUN RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARSTARFS .....	4
1.4 UPPLÝSINGAMIDLUN .....	4
1.5 MARKMIÐ OG GAGNAÖFLUN .....	5
<b>2. VAL Á ELDISFISKI OG KYNBÆTUR</b> .....	<b>5</b>
2.1 ÍSLAND.....	5
2.2 SVÍÞJÓÐ.....	8
2.3 KANADA .....	8
2.4 NÖREGUR.....	9
2.5 FINNLAND .....	9
<b>3. UMHVERFISÞÆTTIR OG LÍFFRÆÐI BLEIKJU</b> .....	<b>10</b>
3.1 HITASTIG.....	10
3.2 SELTA.....	10
3.3 LJÓS OG ÞÉTTLEIKI .....	11
3.4 VATNSNOTKUN, STRAUMHRAÐI OG GÆÐI VATNS .....	12
3.5 SJÚKDÓMAR.....	12
<b>4. KLAKFISKUR OG SEIÐAELDI</b> .....	<b>13</b>
4.1 KLAKFISKUR .....	13
4.2 HROGN.....	14
4.3 SEIÐI .....	15
<b>5. MATFISKELDI</b> .....	<b>16</b>
5.1 VÖXTUR .....	16
5.2 KYNÞROSKI.....	17
5.3 FÓÐUR.....	18
5.4 FÓÐRUN OG FÓÐURNÝTING .....	19
5.5 UMHVERFISAÐSTÆÐUR OG ELDISTÆKNI.....	20
<b>6. SLÁTRUN, VINNSLA OG GÆÐAMÁL</b> .....	<b>23</b>
6.1 GÆÐASTJÓRNUN.....	23
6.2 SLÁTRUN OG ÞÖKKUN.....	24
6.3 GÆÐAFLOKKUN OG GÆÐASTAÐLAR.....	25
6.4 VINNSLA .....	25
<b>7. ÞRÓUN OG STAÐA BLEIKJUELDIS Í EINSTÖKUM LÖNDUM</b> .....	<b>26</b>
7.1 ÍSLAND.....	26
7.2 SVÍÞJÓÐ.....	27
7.3 NÖREGUR.....	28
7.4 KANADA .....	29
7.5 ÖNNUR LÖND.....	30
<b>8. MARKAÐSMÁL</b> .....	<b>31</b>
8.1 FRAMBOD AF BLEIKJU .....	31
8.2 INNANLANDSMARKAÐIR .....	31
8.3 ÚTFLUTNINGUR.....	33
8.4 FLUTNINGUR.....	35
8.5 SKIPULAG ÚTFLUTNINGS OG MARKAÐSKANNANIR .....	37
<b>9. UMRÆÐUR OG TILLÖGUR</b> .....	<b>38</b>
9.1 ELDISSTOFNAR, KYNBÆTUR OG ERFÐATÆKNI .....	38
9.2 BLEIKJA SEM ELDISFISKUR .....	39
9.3 AÐSTÆÐUR TIL BLEIKJUELDIS OG ELDISTÆKNI.....	40
9.4 GÆÐI, VINNSLA OG MARKAÐSMÁL.....	41
9.5 SAMKEPPNISHÆFNI .....	42
9.6 RANNSÓKNA- OG ÞRÓUNARSTARF.....	42
<b>10. ÞAKKARORÐ</b> .....	<b>44</b>
<b>11. HEIMILDIR</b> .....	<b>44</b>
<b>VIÐAUKI 1. HELSTU R&amp;Þ VERKEFNI Í BLEIKJUELDI Á ÁRUNUM 1989-2005</b> .....	<b>53</b>
<b>VIÐAUKI 2. ÍSLENSKAR VÍSINDAGREINAR OG AÐRAR GREINAR UM BLEIKJUELDI</b> .....	<b>58</b>
<b>VIÐAUKI 3. STYRKIR TIL BLEIKJUELDIS</b> .....	<b>61</b>

## 1. Inngangur

### 1.1 Eiginleikar bleikju sem eldisfisks

Bleikjan (*Salvelinus alpinus*) er vel aðlöguð lífi á norðurslóðum og nær útbreiðsla hennar norðar en nokkurrar annarrar ferskvatnsfisktegundar (Klemetsen o.fl. 2003). Bleikjan er því að mörgu leyti álitleg eldistegund fyrir íslenskar aðstæður og kostir hennar eru m.a. eftirtaldir:

- i. Hún þrífst vel í köldu vatni og vex við lágt hitastig.
- ii. Bleikja þolir illa hátt hitastig sem gerir það að verkum að erfitt er fyrir lönd í Norður-Atlantshafi fyrir sunnan Ísland að ala hana.
- iii. Hægt er að ala bleikju við meiri þéttleika en margar aðrar fisktegundir sem eru í eldi.
- iv. Harðgerð tegund sem þolir meðhöndlun vel og virðist hafa nokkuð góða mótstöðu gegn margskonar sjúkdómum.
- v. Falleg flök fást af bleikju og flakanýting er góð.
- vi. Markaðsverð er hátt.

Bleikja er góður matfiskur og í samanburði við lax og regnbogasilung fær hún betri einkunn. Til að tryggja hátt verð er mikilvægt að markaðssetja bleikjuna sem hágæða afurð og aðgreina hana frá smáum ódýrum fiski eins og t.d. regnbogasilungi (Richardsen 1992; Johnston 2002). Fram til þessa hefur tekist að halda í sérstöðu bleikjunnar og herra verð hefur fengist fyrir hana en lax.

### 1.2 Rannsókn- og þróunarstarf

Bleikjueldi var stundað í litlum mæli framan af en um miðja níunda áratuginn jókst áhuginn og hefur verið nokkuð samfeldur vöxtur í eldinu síðan (kafli 7.1). Á árunum 1988-1989 var mikið skrifað um möguleika bleikjueldis á Íslandi og mikil bjartsýni var um framtíð þess (sjá Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Vorið 1989 bárust Rannsóknaráði ríkisins fjölmargar umsóknir um styrki til rannsókna og tilrauna á sviði bleikjueldis. Því var ákveðið að mynda starfshóp sem átti að gera tillögur til ráðsins um stefnu rannsókna í þágu bleikjueldisins. Með hliðsjón af niðurstöðum starfshópsins varaði Rannsóknarráð ríkisins við of mikilli bjartsýni m.t.t. hagkvæmni bleikjueldis ef til skamms tíma væri litið og lagði áherslu á að skipulagðar yrðu rannsóknir næstu ár áður en verulega yrði fjárfest í þessari grein (Rannsóknarráð ríkisins 1989).

Á árinu 1988 var tekið saman yfirlit yfir helstu niðurstöður rannsókna og þróunarstarfs, aðallega byggt á erlendum rannsóknum (Valdimar Ingi Gunnarsson og Guðni Guðbergsson 1988). Ýtarlegt yfirlit var síðan tekið saman á árinu 1991 og byggði það mun meira á íslenskum rannsóknum (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Síðan þá hefur ekki verið gerð ýtarlegt yfirlit yfir rannsókn- og þróunarstarf í bleikjueldi á íslensku fyrr en með útgáfu þessarar skýrslu.

Í tillögum starfshóps Rannsóknarráðs ríkisins var mælt með að eftirfarandi forgangsroðun yrði við val á rannsóknarverkefnum (Rannsóknarráð ríkisins 1989):

- Rannsóknir á frammistöðu mismunandi bleikjustofna í eldi.



1.1. mynd. Sjóbleikja (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

- Könnun á áhrifum hita á vöxt bleikju.
- Þróun aðferða til að stjórna og stemma stigu við kynþroska í bleikjueldi.
- Rannsóknir á vaxtarstöðvun hjá bleikju í eldi og skoðun á áhrifum þéttleika á vöxt.

Árið 1989 hófst samanburður á bleikjustofnum þar sem markmiðið var að finna hentuga stofna til kynbóta (Einar Svavarsson 1991). Í upphafi árs 1991 ákvað landbúnaðarráðuneytið að auka rannsóknastarfsemi í bleikjueldi, hefja kynbætur á bleikju og var jafnframt ákveðið að Hólar í Hjaltadal yrðu miðstöð fyrir slíka starfsemi (Eldisfréttir 1992).

Árið 1991 var Fagråd bleikjuframleiðenda stofnað. Í því voru allir bleikjuframleiðendur þess tíma, auk Búnaðarfélags Íslands og Útflutningsráðs Íslands (Hermann Ottósson 1991). Markmið fagráðsins var m.a. að vera samstarfsvettvangur aðila sem stunda bleikjueldi, vinna að skipulagningu markaðs-, sölu- og gæðamála, auk þess sem samtökin skyldu stuðla að eflingu rannsókna og kynbóta (Fagråd bleikjuframleiðenda 1991). Eftir tveggja ára starfstíma má segja að í meginatriðum hafi öll markmiðin náðst og sérstaklega hafi markaðs- og kynningarstarfið á erlendum mörkuðum gengið eftir (Jón Örn Pálsson 1993a). Vegna ágreinings voru samtökin síðan fljótlega lögð niður (Birgir Þórisson 1999).

Í skýrslu Rannsóknarráðs ríkisins (1992) „Fiskeldi og sjávarbúskapur“ var mælt með eftirtöldum rannsóknarverkefnum í bleikjueldi: Stofnaval og kynbætur á bleikju, hrognagæði, vöxtur og viðgangur bleikjuseiða, vöxtur og vaxtarstöðvun hjá bleikju, fóður og fóðrun, kynþroski og gelding, sjúkdómavarnir og heilbrigði bleikju, eldistækni og



Mynd 1.2. Verið, rannsókn- og kennsluhúsnæði Hólaskóla á Sauðarkróki (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

eldisaðferðir, slátrun og sláturtækni og að lokum markaðsathuganir og markaðsmál. Í samantektinni „Stöðulýsing og framþróun bleikjueldis á Íslandi“ sem unnin var að beiðni Rannsóknaráðs ríkisins, er gefið yfirlit yfir stöðu rannsókna og þróunarstarfs og lögð áhersla á mikilvægi kynbóta (Jón Örn Pálsson 1993a). Einnig var talið mikilvægt að vinna við rannsóknir varðandi vöxt og kynþroska hjá bleikju, fódurs, hrognagæða, markaðs- og gæðamála. Bent var á þörf fyrir rannsóknir til að minnka vatnspörf í bleikjueldi með því að endurnota vatn og súrefnibæta það. Niðurstöður margra þessara rannsókna- og þróunarverkefna sem hér eru nefnd eru nú nýttar í iðnaðinum.

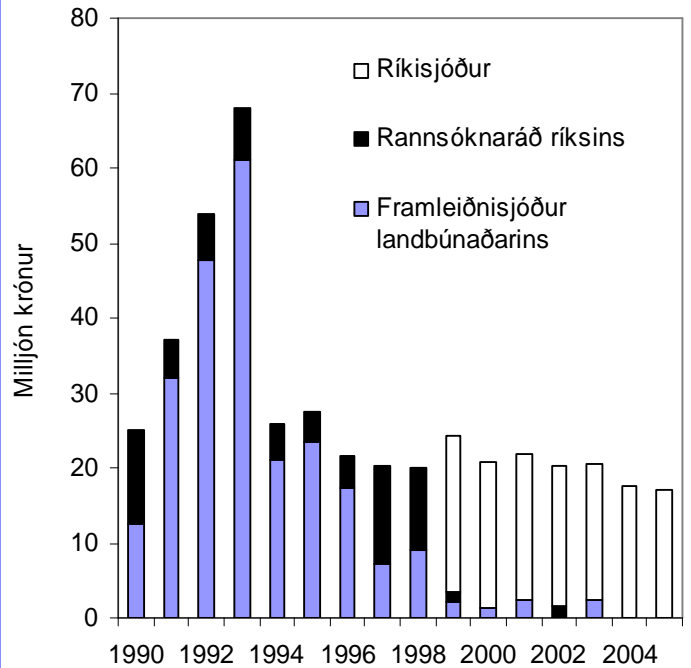
Til að skilgreina mikilvæg rannsókn- og þróunarverkefni hélt Fiskeldishópur AVS ráðstefnuna „Vænlegar eldistegundir í íslensku fiskeldi: Staða einstakra eldistegunda og þörf á rannsókna- og þróunarvinnu“, sem haldin var á Hótel Loftleiðum 22. október 2004. Á ráðstefnunni var bleikjueldi m.a. tekið fyrir og voru tillögur fyrirlesara að stuðla þyrfti að rannsókna- og þróunarstarfi í kynbótum, þróa ódyrt fóður, auka afköst og lækka kostnað í flakavinnslu og vinna að markaðsmálum en þeim var talið best komið fyrir innan fyrirtækjanna sjálfra. Fiskeldishópur AVS gaf síðan út stutta skýrslu „Stefnumótun - Val á vænlegum eldistegundum fyrir íslenskt fiskeldi“ þar sem þessar tillögur eru að finna og rök fyrir því af hverju á að styrkja R&P í bleikjueldi (Fiskeldishópur AVS 2004). Þessari ráðstefnu var ætlað að vera fyrsta skref Fiskeldishóps AVS í að skilgreina aðrar eldistegundir en þorsk sem mikilvægt er að njóti forgangs við úthlutun úr AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi.

### 1.3 Fjármögnun rannsókna- og þróunarstarfs

Öflugt rannsókn- og þróunarstarf var í byrjun tíunda áratugar síðustu aldar (viðauki 1) og var það einkum Framleiðnisjóður landbúnaðarins sem stóð að fjármögnun (mynd 1.3, viðauki 3). Á mynd 1.3 er yfirlit yfir styrki til rannsóknaverkefna sem Framleiðnisjóður landbúnaðarins, Rannsóknaráð ríkisins og ríkisjóður hafa veitt. Á verðlagi júlí 2006 námu þessar styrkveitingar um 440 milljónum króna á árunum 1990-2005. Ef miðað er við að styrkþegar hafi lagt sömu upphæð til rannsóknanna er heildarupphæðin um 880 milljónir króna á verðlagi ársins 2006. Í raun er þessi upphæð hærrí því m.a. hefur Hólaskóli fengið styrki frá Evrópusambandinu til fjölda rannsóknaverkefna (viðauki 1) sem eru ekki inn í þessari upphæð. Einnig hefur Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkt bændur við ýmis verkefni er lúta að uppbyggingu bleikjueldis á Íslandi.

### 1.4 Upplýsingamiðlun

Fljótlega eftir að bleikjueldi hófst hér á landi var farið að kenna námsgrein í fiskeldi við fiskeldisbrautir Hólaskóla og Fjölbautaskóla Suðurlands. Kennsla í bleikjueldi fór mikið fram á námskeiðum sem haldin voru á vegum Bændaskólanna á Hólum og á Hvanneyri og hjá Fjölbautaskóla Suðurlands á Kirkjubæjaklaustri, oft í samvinnu við rannsóknastofnannir og Fagræð bleikjuframléiðenda. Allflestir bleikjuframléiðendur sóttu þessi námskeið með styrk frá Framleiðnisjóði landbúnaðarins (Jón Örn Pálsson 1993a). Við kennslu var fyrst m.a. stuðst



Mynd 1.3. Styrkir til rannsókna- og þróunarstarfa í bleikjueldi á Ísland á árunum 1990 til 2004. Verðlag miðast við neysluvísitölu í júlí 2006 (Viðauki 3).

við greinina „Bleikja – eldisfiskur með framtíð?“ sem birt var í Eldisfréttum (Valdimar Ingi Gunnarsson og Guðni Guðbergsson 1988), síðan í samantekt „Bleikja á Íslandi“ sem gefin var út af Hólaskóla (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Árið 1996 hófst verkefnið „Eldisbóndinn“ samstarfsverkefni innlendra og erlendra aðila með styrk frá Evrópusambandinu. Gefin var út bókin „Eldisbóndinn – Eldi á bleikju“ sem gefur góða innsýn í flesta þættir bleikjueldis (Eldisbóndinn 2004). Bókina er að finna á vefnum og hefur hún verið notuð við kennslu á bleikjueldi á síðustu árum.

Nokkrar bleikjuráðstefnur hafa verið haldnar frá því að bleikjueldi hófst fyrir alvöru upp úr miðjum níunda áratugnum. Á Hólum í Hjaltadal var haldin viðamikil ráðstefna 16.-18. maí 1991. Að ráðstefnunni stóðu tíu aðilar, stofnanir, samtök og skólar. Flest erindi voru birt í sérstakri möppu sem gefin var út í tilefni ráðstefnunnar. Þann 16.-18. ágúst 1991 var haldin alþjóðleg bleikju-ráðstefna á Flúðum sem m.a. var styrkt af Evrópusambandinu. Erindi frá ráðstefnunni voru birt í sérútgáfu í tímaritinu Búvísindi sem gefið er út af stofnunum landbúnaðarins (Emma Eyþórsdóttir 1992). Þann 30. apríl 1999 var haldin ráðstefnan „Bleikjudagur '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði“. Ráðstefnan var haldin á Fosshótel KEA, Akureyri og gefinn út sérstakur bæklingur í tilefni ráðstefnunnar. Fjöldi erinda um bleikjueldi hafa verið flutt á öðrum ráðstefnum eins og t.d. Ráðunautafundum sem haldnir hafa verið af Búnaðarfélagi Íslands og Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.

Til að koma móts við aukinn áhuga á bleikju og til að miðla upplýsingum var samstarfsverkefninu Bleikjunetið (Charr Network) komið á árið 2001 með styrk frá

Evrópusambandinu (mynd 1.4). Hópurinn samanstendur af fulltrúum frá sjö Evrópulöndum, en íslenskur samstarfsaðili er Hólaskóli. Samstarfsverkefnið nær til allra hliða bleikjunnar s.s. líffræði, útbreiðslu, verndun, rannsóknum, stýringu á villtum stofnum, fiskeldi, fiskveiðum, sportveiðum og mörgu fleira (<http://charnnet.org>).

## 1.5 Markmið og gagnaöflun

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir stöðu bleikjueldis á Íslandi. Markmiðið með skýrslunni er að:

- Gefa yfirlit yfir þróun og stöðu bleikjueldis á Íslandi og í samkeppnislöndum
- Meta samkeppnishæfni bleikjueldis á Íslandi
- Koma með tillögur að mikilvægum rannsókn- og þróunarverkefnum

Í þessari skýrslu er tiltölulega lítil áhersla lögð á seiðældi þar sem þessi hluti eldisins hefur verið þróaður einna mest og er ekki lengur flöskuháls hér á landi. Megináhersla er lögð á matfiskeldið og þar til bleikjan er kominn á markað. Einnig er gerð góð grein fyrir stöðu kynbóta vegna mikilvægi þeirra á samkeppnishæfni bleikjueldis í einstökum löndum.

Við ritun þessarar skýrslu er eingöngu stuðst við skriflegar heimildir við gagnaöflun um bleikjueldi samkeppnislöndanna. Varðandi íslenskt bleikjueldi er ávallt vitnað í skriflegar heimildir þegar þær eru til. Þegar ekki er vitnað í heimildir er stuðst við munnlegar upplýsingar frá forsvarsmönnum fyrirtækja með bleikjueldi eða þjónustufyrirtæki. Haft var samband við eftirtalda aðila: Aage Steinsson, Eldisvör ehf., Árna Ólafsson, Menju hf., Birgir Þórisson, Glæði hf., Einar Svavarsson, Hólaskóla, Fjölni Torfason, Jökla Bleikju ehf., Jóhann Geirsson, Fiskeldinu Haukamýragili ehf., Jón Kjartan Jónsson, Oddeyri ehf., Jónas Jónasson, Stofnfiski hf. og Jónatan Þórðarson, Silungi ehf. Heimildamanna er ekki getið sérstaklega í texta en þegar fyrirtæki er nefnt á nafn er heimild fengin frá viðkomandi forsvarsmanni. Þegar fjallað er almennt um íslenskt bleikjueldi án þess að heimilda sé getið eru upplýsingar fengnar frá öllum eða hluta forsvarsmanna þeirra fyrirtækja sem nefndir eru hér að ofan.

Í þeim tilvikum sem erlendur gjaldmiðlum hefur verið breytt í íslenskar krónur er miðað við kaupgegni frá 1. janúar 2006. Þá var kaupgegni eftirfarandi gjaldmiðla í íslenskum krónum: USD = 62,5 kr., Evra = 74,59 kr., DKK = 10,0 kr., NOK = 9,39 kr. og SEK = 7,97 kr. Öll tölfræðigögn frá FAO er fengin úr gagnabankanum FISHSTAT Plus sem er að finna á heimasíðu samtakanna ([www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp](http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp)). Allar útflutningstölur fyrir Ísland eru úr Utanríkisverslun Hagstofu Íslands og nánari upplýsingar um tollskránum er að finna í tveimur skýrslum (Jón Örn Pálsson 1995b; Valdimar Ingi Gunnarsson 2004).

Þessi skýrsla sem unnin er fyrir Fiskeldishóp AVS, er liður í stefnumótunarvinnu hópsins í bleikjueldi. Einnig verður byggt á tillögum fyrirlesara og annarra þátttakenda á ráðstefnunni sem haldin er af Fiskeldihópi AVS, Landsambandi fiskeldisstöva og Hólaskóla um framtíðarsýn og stefnumótun í íslensku bleikjueldi í



The screenshot shows the website 'BLEIKJUNETIÐ' (Salmon Network). At the top, there are logos for the European Union, the Icelandic flag, and a photo of a man holding a fish. Below the logos, the text reads: 'Innritun | Innskráning / Gerast meðlimur | Leggjá fram síðu á þetta svæði Sam-Evrópskt samstarfsnet, styrkt af EU'. The main heading is 'BLEIKJUNETIÐ' with a subtitle 'Í gegnum þessa síðu getur þú fengið upplýsingar um rannsóknir, framleiðslu og líffræði bleiku (A.charr) í Evrópu og öðrum framleiðslulöndum.' Below this is a search bar and a navigation menu with options like 'Leita á síðunni okkar', 'Veita auglýsingatöflu', 'Veita fundarsvæði', and 'Veita kjörklefa'. The main content area displays a news article titled 'Skoðunarferð til Tromsø á vegum Charnet verkefnisins' dated October 2003. The article text includes: 'Dagana 22-25 október 2003 átti undirritaður þess kost að fara í stutta skoðunarferð til Tromsø í Noregi. Hér að neðan er gerð grein fyrir því helsta sem fyrir augu bar ef einhver gæti haft af því gagn eða gaman.' and 'Megin tilgangur fararinnar var að kynna bleikjueldi í Noregi, hvernig staðið er að því og fá viðbendingar um framtíðaráform. Jafnframt var hugmyndin að nota tækifærið og fræðast um eldi Norðmanna á öðrum tegundum.'

Mynd 1.4. Íslenski hluti heimasíðu samstarfsverkefnisins Bleikjunetið ([http://charnnet.org/charnnet/action/SetLocale/template/Site.vm?lang=is\\_IS](http://charnnet.org/charnnet/action/SetLocale/template/Site.vm?lang=is_IS)).

Bíosalnum á Hótel Loftleiðum, föstudaginn 27. október 2006 ([www.fiskeldi.is/bleikjuradst.html](http://www.fiskeldi.is/bleikjuradst.html)). Fljótlega eftir að ráðstefnunni líkur mun Fiskeldishópur AVS útbúa stefnumótun í rannsókn- og þróunarstarfi fyrir bleikjueldi og birta hana á heimasíðu hópsins ([www.fiskeldi.is](http://www.fiskeldi.is)).

## 2. Val á eldisfiski og kynbætur

### 2.1 Ísland

#### Stofnasamanburður

Árið 1989 hófst samanburður á bleikjustofnum til að finna hentuga stofna til kynbóta (Stefán Aðalsteinsson o.fl. 1992, Emma Eyþórsdóttir o.fl. 1993a; Þórey Hilmarisdóttir o.fl. 1995). Markmið tilraunarinnar var að bera saman bleikjustofna í eldi, frá klaki og þar til sláturstærð er náð, með tilliti til vaxtargetu, kynþroskaaldurs og ytra útlits. Fengnir voru klakfiskar af 14 stofnum við upphaf verkefnisins haustið 1989. Tveir af stofnunum höfðu verið í eldi í eina til þrjár kynslóðir, þ.e. Hóla Bleikja og Eldvatnsbleikja, en hinir komu beint úr ám og vötnum.

Helstu niðurstöður eru þær að bleikjustofninn úr Ölvesvatni á Skaga sýndi yfirburði í hröðum vexti (mynd 2.1) og kynþroski kom ekki fram fyrir en á þriðja ári eða síðar. Aðrir stofnar sem uxu vel var bleikja úr Grenlæk í Landbroti, Hóla Bleikja og úr Litluá í N-Pingeyjasýslu. Hóla Bleikja og bleikja úr Litluá voru kynþroska strax á öðru ári. Aftur á móti var bleikja úr Grenlæk ekki kynþroska að neinu marki fyrir en á þriðja ári eins og Ölvesvatnsbleikjan. Töluverður munur kom fram milli stofna í útlitseinkennum, sérstaklega í litstyrk og litblæ. Í ljós kom að Ölvesvatnsbleikjan er almennt öðruvísi á litinn en aðrir stofnar, mjög ljós á lit og grænleitur. Einnig kom fram í stofnasamanburði að Ölvesvatnsbleikjan er þykkvaxnari en aðrir stofnar og flakanýting hennar er því betri (Emma Eyþórsdóttir o.fl. 1993a,b).

Í eldistilraun voru fjórir stofnar bleikju í Pingvallavatni bornir saman m.t.t. vaxtar og kynþroska. Þeir stofnar sem eru smáir við kynþroska í náttúrunni, murta og dvergbleikja mældust með minnstan vöxt og voru fyrir

kynproska en sílableikja og kuðungableikja (Skúli Skúlason o.fl. 1996). Bleikjustofnar í Þingvallavatni eru einnig frábrugðnir í hrygningartíma, atferli og ytra útliti (Skúli Skúlason o.fl. 1989, 1993b; Skúli Skúlason 1990). Bleikja úr Þingvallavatni hefur ekki verið kynbætt fyrir bleikjueldi.

Könnuð voru blendingsáhrif fyrir vöxt og kynproskatiðni á Ölvesvatnsbleikju við aðra bleikjustofna. Niðurstöður voru að Ölvesvatnsfiskar reyndust marktækt léttari en Ölvesvatnsblendingar og kynproskatiðni hreinræktuðu hópanna marktækt lægri en í Ölvesvatnsblendingum og systkinahópum af öðrum stofnum (Einar Svavarsson o.fl. 1995). Aðrar tilraunir sýna aftur á móti ekki jákvæð blendingsáhrif við blöndum bleikjustofna og er ekki mælt með blöndun á stofnum til að ná hraðari framförum við kynbætur á bleikju (Nilsson 1993; de March 1993, 1997).

### Kynbætur

Allt frá því að samanburður á bleikjustofnum hófst á árinu 1989 hefur verið framkvæmd fjöldi R&P verkefna er tengjast kynbótum á bleikju (tafla 2.1). Skipulagðar kynbætur hófust hjá Hólaskóla 1992. Framan af var kynbótastarfið m.a. styrkt af Framleiðnisjóði landbúnaðarins og Rannsóknaráði ríkisins. Árið 1998 gerði landbúnaðarráðuneytið sérstakan samning við Hólaskóla um fjármögnun og stjórnunarlega umgjörð verkefnisins (Einar Svavarsson 2004). Sett voru markmið fyrir kynbótaverkefnið sem í upphafi var orðað á eftirfarandi hátt:

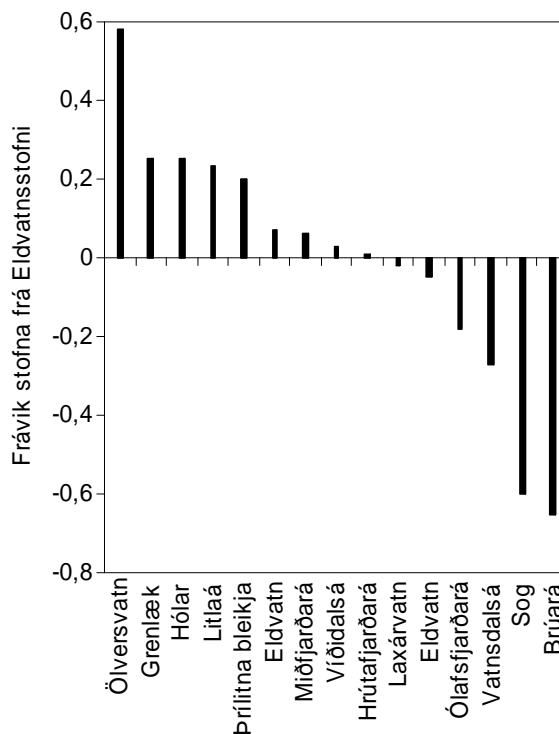
*„.....að rækta upp hraðvaxta eldisstofn sem nær a.m.k. 2ja kg þunga á þriðja sumri frá klaki, verði ekki kynproska fyrr en á þriðja hausti frá klaki, gefur hæst verð á erlendum mörkuðum og hefur gott viðnám gegn sjúkdómum“ (Einar Svavarsson 1993).*

Í kynbótaverkefninu eru þrjú árgangar. Fyrsti árgangur kynbótaverkefnisins er undan klakfiskum sem voru valdir úr stofnsamanburðaverkefninu (Emma Eyþórsdóttir o.fl. 1993a) og úr klakfiskum af eldisstofnum frá Silfurstjórnunni (Grenlækjarstofn), Hólalaxi (Hólastofn sem er upphaflega blanda tveggja eða fleiri húnverskra stofna) og Kirkjubæjarklaustri (Grenlækjarstofn) (Einar Svavarsson o.fl. 1995). Annar árgangur er undan eldisfiski sem upprunninn er úr Laxárvatni og Ölvesvatni (Einar Svansson 1994). Foreldrar þriðja árgangs eru af tveimur stofnum, Grenlækjarstofni og Ölvesvatnsstofni. Núna eru kynbættar tvær aðskildar línur með mismunandi roðlit (mynd 2.2). Þetta er ljós stofn að mestu upprunninn úr Ölvesvatni og dökkur stofn úr Grenlæk, Litluá og fleiri ám.

Kynbótaáætlunin hefur verið endurbætt og eru nú teknir inn fleiri þættir sem geta haft áhrif á afkomu bleikjueldis. Kynbótamarkmiðið er nú eftirfarandi:

*„Að rækta stofn(-a) sem nær meira en 1,0 kg þyngd á öðru hausti eftir klak, er frjósamur en verður þó ekki kynproska fyrr en á þriðja hausti eftir klak eða síðar, nýtir fóður vel, hefur gott viðnám gegn sjúkdómum og skilar hærra verði en aðrir stofnar bleikju og annarra laxfiska“ (Einar Svavarsson o.fl. 2002).*

Auk þeirra gæða sem tíunduð eru hér að ofan er stefnt að eftirfarandi til að viðhalda eða auka gæði:



Mynd 2.1. Hlutfallslegt frávik bleikjustofna við lok samanburðartilraunarinnar, miðað við Eldvatnsbleikju (meðaltal tveggja hópa úr Eldvatni er sett sem viðmiðunarlína). Stofnunum er raðað eftir þunga og leiðrétt er fyrir stöðvamun (Emma Eyþórsdóttir o.fl. 1993a,b).



Mynd 2.2. Bleikja af ljósum stofni (efri) og dökkum stofni (neðri) (Ljósmynd: Einar Svavarsson).

*„auka litarupptöku og nýtingu litar í fóðri, auka ekki eðlislæga fitusöfnun frá því sem nú er, viðhalda lögun sem ekki skerðir ímynd um heilbrigði, auka hlutfall flaks af heildarþyngd svo lengi sem það kemur ekki niður á öðrum markmiðum og viðhalda þeim roðlitarafbrigðum sem nú er spurn eftir svo lengi sem það verður“ (Einar Svavarsson o.fl. 2002).*

Kynbæturnar fara fram í kynbótastöð á Hólum í Hjaltadal (mynd 2.3). Í stöðinni er aðstaða til að ala um 180 systkinahópa í aðskildum eldiseiningum, allt að 150 seiði af hverjum hópi, í merkistærð, 5-15 g. Auk þess er aðstaða til að ala tvo hópa eftir merkingu upp í um 3000 kg lífmassa hvorn. Þar fyrir utan eru ker fyrir klakfisk.

**Tafla 2.1. Yfirlit yfir íslensk R&P verkefni í stofnasamanburði og kynbótum á bleikju (viðauki 1).**

<i>Tímabil</i>	<i>Heiti á verkefni</i>	<i>Styrktaraðilar</i>
1989-1992	<i>Samanburður á bleikjustofnum</i>	<i>Framleiðnisjóður landb. /RANNÍS</i>
1990-1993	<i>Rannsókn á erfðastuðlum bleikju</i>	<i>Framleiðnisjóður landbúnaðarins</i>
1991-1993	<i>Úrval fyrir örum vexti, stutt ættliðabil og gelding</i>	<i>Framleiðnisjóður landbúnaðarins</i>
1992-	<i>Kynbætur á íslenskri eldisbleikju</i>	<i>Framleiðnisjóður landb. /ráðuneyti</i>
1993-1995	<i>Erfðastuðlar fyrir eldiseiginleika bleikju</i>	<i>Framleiðnisjóður landb. /RANNÍS</i>
1996-1998	<i>Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur</i>	<i>Framleiðnisjóður landb. /RANNÍS</i>
1996-2000	<i>Þróun sjálfbærs bleikjueldis</i>	<i>Evrópusambandið</i>
1998-2000	<i>Nýir eldisstofnar bleikju</i>	<i>Evrópusambandið</i>
1999-2002	<i>Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur</i>	<i>Framleiðnisjóður landb. /RANNÍS</i>
2000-2002	<i>CRAFT verkefni</i>	<i>Evrópusambandið</i>
2001-	<i>Áhrif erfða og umhverfis á vöðvaþroskun bleikju</i>	<i>Breski Vísindasjóðurinn (NERC)</i>
2003-	<i>Magnbundin erfðamörk í bleikju</i>	<i>Háskólan í Guelph</i>

Kynbótarstöðin hefur verið í samstarfi við tvær fiskeldisstöðvar um eldi á prófunarhópum (Einar Svavarsson o.fl. 2002). Kynbæturnar eru byggðar á ætternis- og einstaklingsúrvali þar sem hverjum hæng er æxlað við 2-3 hrygnur svo til verða systkina- og hálsystknaþópar (tafla 2.2).

Þá hefur Stofnfiskur hf. einnig stundað kynbætur á bleikju síðan 1991. Stofnfiskur hóf kynbætur á bleikju með vali á eldisstofni sem var upprunalega kominn úr Grenlæk og var í eldi, bæði hjá Silungi hf. og Silfurstjörnnunni hf. Stofnfiskur hefur nú þegar bætt við tveimur stofnum til viðbótar inn í kynbótaverkefnið en þeir eru ættaðir úr Litluá og Mývatni ([www.stofnfiskur.is](http://www.stofnfiskur.is)).

#### **Arfgengi og erfðafylgni**

Á árinu 1995 var gert mat á arfgengi þyngdar og kynþroskatíðni bleikju. Arfgengi er hlutfall breytileikans í stofninum sem stafar af því að einstaklingarnir bera mismunandi erfðavísu. Arfgengi getur verið frá 0,0 til 1,0. Arfgengi fyrsta árgangs kynbótaverkefnisins (árg. 1992) tveimur árum eftir frjóvgun (aldur 1+) reiknaðist 0,58+/-0,2 fyrir þyngd og umreiknuð arfgengi fyrir kynþroskatíðni var 0,43. Höfundar benda á að þessar niðurstöður byggja á takmörkuðum efnivið og verði því að skoðast sem fyrsti áfangi að nákvæmara mati (Einar Svavarsson o.fl. 1995). Arfgengi var síðan metið í árgöngum úr kreistingum haustin 1994, 1995 og 1996. Samtals voru 388 systkinahópar og tæplega 30 þúsund fiskar vigtaðir og kynþroski skráður. Hluti af fiskunum var einnig fitumældur og holdlitur metinn. Arfgengi eiginleikanna þyngdar, fitu og holdlitar var á bilinu 0,3 til 0,4. Arfgengi kynþroska var hins vegar 0,15 (Einar Svavarsson o.fl. 2002). Arfgengi sem reiknað hefur verið fyrir þyngd og kynþroska á nýrri gögnum úr kynbótaverkefninu hefur reynst vera svipuð. Í heild má segja að arfgengi fyrir þyngd og kynþroska séu



Mynd 2.3. Kynbótastöð Hólaskóla, Hólum í Hjaltadal (Ljósmynd: Einar Svavarsson).

heldur lægri en fengist hefur úr öðrum innlendum og erlendum rannsóknum á bleikju (Nilsson 1990; Nilsson 1992; Einar Svavarsson o.fl. 1995; Einar Svavarsson 1999). Arfgengi fyrir þyngd, kynþroskatíðni, fitu og holdlit lofa talsverðum framförum í þessum eiginleikum með kynbótum.

Erfðarfylgni er mælikvarði á því að hve miklu leyti sömu eða tengdir erfðarvísar hafa áhrif á tvo eiginleika. Erfðarfylgni eiginleika bendir til að ef einvörðungu er valið m.t.t. aukinnar þyngdar muni það hafa í för með sér aukna tilhneigingu til fituvaxtar, rauðara holds og meiri kynþroska. Til að halda aftur af kynþroska og aukningu í fituinnihaldi þarf því að mæla þessa eiginleika og velja gegn þeim. Reyndar var fylgni þessara eiginleika frekar lítil. Hins vegar var fylgni þyngdar og holdlitar meiri og er því að vænta þess að með auknum þunga fáist í kaupbæti rauðari holdlitur (Einar Svavarsson o.fl. 2002).

Framkvæmd var rannsókn á erfðum roðlitar hjá bleikju til að öðlast þekkingu sem gerir kleift að stýra útliti hennar með skipulegum ræktunaraðgerðum. Byggt var á tveim hreinræktuðum stofnum, annar hefur ljóst roð (Ölvesvatnsstofn) en hinn dökkt (Grenlækjarstofn) og blendingum milli þeirra. Í heild virðast niðurstöður benda til að litaeinkenni dökka bleikjustofnsins séu að verulegu leyti ríkjandi yfir einkennum ljósa stofnsins. Samkvæmt þessu ætti áframhaldandi ræktun blandaðra hópa að skila bleikju sem væri yfirgnæfandi dökk og meðaldökk en breytileiki gæti orðið nokkur í kviðlit og uggalit. Ef

**Tafla 2.2. Framkvæmd kynbóta í kynbótastöð Hólaskóla (Einar Svavarsson o.fl. 2002).**

**1. val:** Við merkingu er framkvæmt fyrsta val og flokkaðir frá lökustu hóparnir og um 170 systkinahópar aldir áfram í kynbótastöðinni að Hólum og fiski úr sömu hópum jafnframt komið fyrir í tveimur öðrum fiskeldisstöðvum til að kanna hvort ólík uppvaxtarskilyrði hafi áhrif.

**2. val:** Við tveggja ára aldur eru allir fiskarnir þyngdar- og lengdarmældir og kynþroski og athugasemdir um útlit skráðar. Þessar mælingar eru grundvöllur einkunnar til að velja fiska til undaneldis. Til að hamla skyldleika innan erfðarhópsins þurfa foreldrar hvernir kynslóðar að koma úr lágmarksfjölda systkinahópa.

**3. val:** Lokaval fer fram þegar fiskarnir eru komnir það nálægt kynþroska að hægt er að kyngreina þá. Valdar eru um 200 hrygnur og 70 hængar.

**Tafla 2.3. Meðalþyngd og kynþroski fyrstu fjögurra kynslóða bleikju í kynbótarverkefninu. Eldishiti 8-10°C, selta 10-12 prómill nema fyrsta kynslóðin sem var alin í fersku vatni. Það sem hér er kallað fyrsta kynslóð er raunar önnur kynslóð í eldi vegna þess að fyrsta kynslóðin var fiskur í stofnasamanburðinum sem hófst haustið 1989 (Einar Svavarsson 2004).**

Kynslóð	Fyrsta	Önnur	Þriðja	Fjórða
Frjóvgunarhaust	1992	1995	1998	2001
Meðalþyngd (g) við 27 mánaða aldur frá frjóvgun	677*	1056	956	1289
Kynþroskatíðni á öðru hausti (1+) (%)	10,3	5,1	0,6	1,8

\* Umreiknuð þyngd samkvæmt formúlu Joblings (1983) til leiðréttingar á því að þessi kynslóð var vigtuð 4 mánuðum yngri en hinar.

blandaður erfðahópur væri valinn fyrir dökkum einkennum er líklegt að dragi úr þessum breytileika. Þannig á að vera óhætt að nýta fiska af ljósum stofni til blöndunar við dekkri fisk í kynbótastarfi án þess að ljós einkenni komi fram nema í fyrstu kynslóðum. Hins vegar er ekki ráðlegt að blanda dökkri bleikju inn í ljósan stofn ef ætlunin er að rækta ljósa stofninn áfram og halda útlitseinkennum hans (Einar Svavarsson o.fl. 2002).

### Kynbótaframfarir

Í upphafi bleikjueldis var algengt að 20-30% fiska í eldi yrði kynþroska við tveggja ára aldur. Nú þegar úrval hefur farið fram í 5 kynslóðir er tíðni kynþroska við tveggja ára aldur innan við 5% og fiskurinn nær rúmu kíló á tveimur árum (tafla 2.3). Í kynbótaáætluninni er einnig stefnt að framförum á mörgum öðrum mikilvægum þáttum en ekki hafa verið birt gögn um kynbótaframfarir í þeim þáttum. Reyndir eldismanna hvað varðar holdlit er sú að hann sé ekki teljandi vandamál við markaðssetningu á bleikju, eins og var á fyrstu árum bleikjueldis á Íslandi.

Minna er vitað um kynbótaframfarir hjá Stofnfiski en hjá Hólaskóla, en hér er um einkafyrirtæki að ræða sem ekki fær opinbera styrki til kynbóta á bleikju. Ekki hefur verið gerður vísindalegur samanburður á kynbættri bleikju frá Hólaskóla og Stofnfiski.

Haustið 2004 hófst samstarf kynbótarstöðvar Hólaskóla við kanadíska vísindamenn, þar sem þess er freistað að leita uppi einstaka erfðavísa sem hafa afgerandi áhrif á vaxtarhraða og kynþroskaaldur (Einar Svavarsson 2004). Erfðataekni er nú einnig beitt hjá Stofnfiski hf. í samstarfi við Prokaria hf. Ef vel tekst til mun þessi tækni geta flýtt kynbótaframförum í bleikjueldi á Íslandi.

### Framboð á kynbættum efniviði

Þegar bleikjuframleiðendur panta hrogn frá kynbótaverkefninu á Hólum geta þeir valið um að fá hrogn úr dökkri eða ljósri roðlitalínu eða blendinga af þessum línunum. Veturinn 2005-6 seldi kynbótastöðin 350 lítra af augnhrognum. Hrogn fóru til nánast allra bleikjueldisstöðva landsins. Stofnfiskur hf. bíður kynbætta bleikju af Grenlækjarstofni. Fyrirtækið hefur nú þegar bætt við tveimur stofnum til viðbótar inn í kynbótaverkefnið en þeir eru ættaðir úr Litluá og Mývatni. Bleikjuhrogn úr kynbótaverkefni Stofnfisks hf. eru til afhendingar frá desember til apríl ár hvert. Einnig er hægt að fá bleikjuhrogn afhent til eldis yfir sumarmánuðina ef þess er óskað ([www.stofnfiskur.is](http://www.stofnfiskur.is)). Á þessu ári er áætlað að framleidd verði um 1.000 lítrar af hrognum.

## 2.2 Svíþjóð

Á árinu 1982 hófst samanburður á fjórum bleikjustofnum í Svíþjóð og niðurstaðan varð sú að bleikjustofn úr Hornavan hafði bestan vöxt og varð seint kynþroska (Wilklund 1986). Bleikjustofninn úr Hornavan var síðar borinn saman við 6 aðra stofna með sömu niðurstöðu (Näslund og Hanell 1989; Näslund o.fl. 1990; Näslund og Henricson 1996). Kynbætur hófust með því að teknar voru 65 hrygnur og 65 hængar á árunum 1985 og 1986. Þessi fiskur myndaði síðan þriðju kynslóð á árinu 1991 og fjórðu kynslóð á árinu 1996. Í upphafi kynbótastarfsins var fyrst og fremst kynbætt fyrir meiri vexti og seinni kynþroska. Á seinni árum hefur holdlitur einnig verið tekinn með í kynbæturnar (Fiskeriverket 2005a). Kynslóðabilið í sænskum kynbótum hefur verið 5-6 ár og framgangur í vexti um 10% fyrir hverja kynslóð (Brännäs o.fl. 2005).

Í bleikju frá Hornavan hefur arfgengi vaxtar mælst 0,25 til 0,62 og tilhneiging var til að arfgengi aukist með aldri. Arfgengi kynþroska mældist frá 0,19 til 0,45 (Nilsson 1990, 1992). Arfgengi fyrir fitu-, prótein- og þurfnafninnihalds í holdi ásamt holdlit mældist lágt (0,0-0,28) (Elvingson og Nilson 1994). Eftir að bleikja úr Hornavan hefur verið kynbætt í fjórar kynslóðir er vöxtur jafnari og stærðardreifing því minni en í villta stofninum. Talið er að það megi skýra með því að hlutfall bældra fiski hafi minnkað við kynbæturnar (Brännäs o.fl. 2005).

Mikill hrognadauði í sænsku bleikjueldi hefur orðið þess valdandi að ekki hefur verið hægt að útvega atvinnugreininni nægilegt magn af hrognum úr kynbættum efniviði. Því er mælt með að fjölga árgöngum úr einum í tvo með fjögurra ára kynslóðarbili þannig að hægt verði að útvega nýjan kynbættan efnivið á tveggja ára fresti. Í rannsóknáætlun til næstu ára er lagt til að áhersla í rannsókn- og þróunarstarfi verði á að auka hrognagæði, kynbætur og rannsóknir á stökum erfðavísunum til að flýta framförum í kynbótastarfinu (Fiskeriverket 2005a).

Sænska kynbótaverkefnið hefur verið fjármagnað bæði með innlendum styrkjum og styrkjum frá Evrópu-sambandinu. Einstakir styrkir hafa aðeins varað í nokkur ár og hefur því alltaf verið töluverð óvissa með fjármögnun verkefnisins. Nú er kynbótaverkefnið styrkt árlega með 1,3 milljón sænskra króna en lagt er til að hann verði aukinn upp í 3,4 milljónir sænskra króna (Fiskeriverket 2005a).

## 2.3 Kanada

Í Kanada voru bleikjustofnar ekki bornir saman eins og gert var á Íslandi og í Svíþjóð. Þar var meira um að ræða



tilviljunarkennt val á efniviði til eldisins af óskyldum aðilum. Söfnun á bleikju í eldi hófst árið 1978 þegar þrjár hrygnur og einn hængur voru tekin til undaneldis úr Nauyuk vatnakerfinu nyrst í Kanada. Hér er um að ræða sjöbleikju en á sama tíma var einnig safnað staðbundinni bleikju úr Willow vatni sem er í nágrenni við Nauyuk vatnakerfið. Á árunum 1980-1984 var um 70 bleikjum safnað til undaneldis úr Fraseránni í Labrador (de March 1993). Á árunum 1986-1988 var bleikju safnað til undaneldis í Aleknagik vatni í Alaska. Hér var að minnsta kosti um 381 hrygnu og 128 hænga að ræða. Klakfiski var einnig safnað í Tree river vatnakerfinu nyrst í Kanada á árinu 1988, 15 hrygnur og 10 hængar (Lundrigan o.fl. 2005).

Í framhaldi af söfnun á bleikju úr Fraseránni var hafið opinbert kynbótarverkefni en fjöldi fjölskyldna sem notaðar voru til undaneldis fækkaði fljótt og er nú upprunalegur efniviður að mestu tapaður. Í rannsóknum kom fram að þessi stofn hentaði ver til eldis en bleikjustofn úr Nauyuk vatnakerfinu (de March 1993; Johnston 2002). Við náttúrulegar aðstæður verður sjögöngubleikja úr Nauyuk vatnakerfinu fyrst kynþroska við 60 cm lengd (Dutil 1984). Við eldisaðstæður eru bleikjur upprunnar úr Nauyuk vatninu heldur minni við kynþroska eða um 50 cm á lengd. Hrogn þessa stofns eru stór eða um 5 mm í þvermál (Past og Hopky 1994).

Í úttekt á bleikjueldi í Kanada sem gerð var á árinu 2001 kom fram að erfðarbreytileiki fisksins væri of lítil, of fáir fiskar væru notaðir til undaneldis, úrkynjun ætti sér stað og það vantaði vel skipulagt kynbótarverkefni (Rogers og Davidson 2001). Þeir eldisstofnar sem nú eru notaðir í bleikjueldi í Kanada hafa verið allt upp í fjórar kynslóðir í eldi. Þegar eldisstofnanir voru bornir saman við villta stofna í sama vatnakerfi kom fram að erfðarbreytileiki eldisstofnanna hafði minnkað sem rakið var til af fárra foreldrafiska sem upphaflega höfðu verið valdir til eldisins og einnig að ekki hafði verið rétt staðið að vali á eldisfiski til undaneldis. Bent var á að meiri upplýsingar vantaði um uppruna foreldrafiska til að koma í veg fyrir frekari skyldleikaræktun, sérstaklega ef ekki verður tekinn nýr villtur fiskur inn í kynbótastarfið (Lundrigan o.fl. 2005). Ein leið til að draga úr hættu á skyldleikaræktun í bleikjueldisstofnum í Kanada er að para sama fiska af ólíkum erfðafræðilegum uppruna (Ditlecadet o.fl. 2006)

Í byrjun þessa áratugar var lagt til að leitað yrði að erfðavísu sérstaklega fyrir vaxtarhraða til að geta flýtt kynbótarframförum. Þrátt fyrir að kynbætur hafi hafist snemma er ennþá snemmbær kynþroski og hægur og ójafn vöxtur veikleiki í þróun bleikjueldis í Kanada (Rogers og Davidson 2001). Á undanförunum árum hafa verið stundaðar rannsóknir þar sem leitað er að erfðavísu sem tengjast ákveðnum eiginleikum bleikjunnar (Somorjai o.fl. 2003; Tao og Boulding 2003; McGowan o.fl. 2004). Nú er starfrækt a.m.k. eitt opinbert verkefni sem hefur það markmið að bæta eiginleika bleikju til eldis (Anon 2001). Á vegum fyrirtækisins Icy Waters Ltd. (mynd 2.4) er einnig rekið kynbótarverkefni og er unnið að því að leita upp einstaka erfðavísa sem hafa afgerandi áhrif á s.s. vaxtarhraða til að flýta framförum í kynbótastarfinu (McGowan o.fl. 2006). Talið er að fyrirtækið hafi einstaka stöðu til að ná yfirburðum og verða fremst í heiminum í sölu á kynbættum efniviði í formi bleikjuhrogna markaðsettra undir vörumerkinu Yukon Gold™ (National



Mynd 2.4. Eldisstöð Icy Water Ltd. þar sem m.a. eru kynbætur á bleikjustofni úr Nauyuk vatnakerfinu ([www.icywaters.com/company/com\\_wht.htm](http://www.icywaters.com/company/com_wht.htm)).

Research Council Canada 2005). Fyrirtækið er með stofn úr Nauyuk vatnakerfinu ([www.icywaters.com](http://www.icywaters.com)) sem talinn er hafa náttúrulega yfirburði yfir aðra bleikjustofna í eiginleikum sem eru mikilvægir fyrir bleikjueldi (Johnston 2002).

## 2.4 Noregur

Haustið 1982 var klakfiski safnað úr tíu ám og vötnum í Norður-Noregi til að kanna eiginleika þessara stofna til eldis (Reinsnes 1984; Reinsnes og Wallace 1988). Seinna var gerður stofnasamanburður á fjórum stofnum í Vestur-Noregi við bleikju úr Storavatni í Hammerfest í Norður-Noregi (Barung og Holm 1991). Í báðum þessum tilraunum kom stofn sem kenndur er við Hammerfest best út. Hammerfest stofninn hefur verið í eldi frá áttunda áratugnum. Margir annmarkar eru þó á þessum stofni til eldis, s.s. snemmbær kynþroski, smá hrogn og ójafn litur á holdi (Johnson 2002). Gerður var samanburður á eldisbleikju af Hammerfest stofninum, árgangi 1993, og villtri bleikju sem safnað var á Svalbarða. Eftir eitt ár var engin munur í þyngd, en eftir 19 mánuði var Svalbarðsbleikjan 25% þyngri. Þegar tvö ár voru liðin var 86% hrygna af Hammerfest stofninum kynþroska en aðeins um 7% af Svalbarðsbleikjunni (Damgård o.fl. 1999). Engar heimildir eru um að Norðmenn hafi hafið skipulagðar kynbætur eins og gert hefur verið hér á landi, í Kanada og Svíþjóð. Það má þó gera ráð fyrir að eldismenn hafi á hverju ári valið besta efniviðinn þannig að einhver framgangur í mikilvægum eiginleikum hafi átt sér stað. Það er því allt sem bendir til þess að þeir stofnar sem eru í eldi í Noregi séu lakari að gæðum en íslenskir bleikjustofnar.

## 2.5 Finnland

Ekki liggja fyrir upplýsingar um að skipulagðar kynbætur séu stundaðar í Finnlandi. Finniskir vísindamenn hafa aftur á móti stundað rannsóknir á erfðabreyttri bleikju. Í þeim rannsóknum kom m.a. fram að erfðabreytt bleikja var fjórtán sinnum þyngri eftir 10 mánaða eldi samanborið við viðmiðunarhóp (Pitkänen o.fl. 1999). Einnig komu fram vísbendingar um betri fóðurnýtingu (Krasnov o.fl. 1999). Bent var á að laxfiskar eins og lax og regnbogasilungur

sem höfðu verið lengi í eldi yxu betur en bleikja. Með hjálp erfðatækni mætti þó vinna upp þennan mun og þannig flýta þróun bleikjueldis (Pitkänen o.fl. 1999). Ekki er vitað til þess að erfðabreytt bleikja sé í eldi í Finnlandi eða öðrum löndum.

### 3. Umhverfispættir og líffræði bleikju

#### 3.1 Hitastig

Bleikja er há norræn fisktegund og nær útbreiðsla hennar um allt norðurhvel jarðar. Sjóbleikja finnst í Norður-Noregi, Grænlandi, Svalbarða, Bjarnarey, Novaja Semlija, Alaska, Síberíu, Kanada og á Íslandi. Vatnableikja hefur meiri útbreiðslu en sjóbleikja og finnst hún einnig á Bretlandseyjum, Svíþjóð, Finnlandi og í Ölpunum t.d. Frakklandi, Austurríki og í Sviss (Johnson 1980).

Bleikja er aðlöguð að tiltölulega köldu vatni og við lægri hita en 8°C tekur það styttri tíma hjá bleikju en laxi þar til að 50% seiðanna eru byrjuð að taka fóður og er þá miðað við frá klaki hrognanna. Aftur á móti er þessi tími styttri hjá laxi þegar hitastigið er hærra en 8°C (Jensen o.fl. 1989). Í samanburð við regnbogasilung vex bleikja betur við 0,3°C og 5°C. Hinsvegar er vöxturinn meiri hjá regnbogasilungi við 10°C (Brännäs og Winklund 1992).

Í nýrri rannsókn þar sem mældur var vöxtur bleikjuseiða af 11 stofnum frá Svíþjóð, Noregi og Skotlandi kom fram að vöxtur hjá flestum stofnanna hófst við 1-3°C, náði hámarki við 15-17°C og stöðvaðist við 21-22°C. Fram kom að engin munur er á kjörhitastigi stofna úr kaldari vötnum samanborið við stofna úr heitari vötnum (Larsson o.fl. 2005). Í þessari rannsókn voru ekki stofnar frá nyrstu mörkum norðlægrar útbreiðslu bleikju og er því ekki hægt að útiloka að þeir stofnar hafi lægra kjörhitastig en þeir sem voru notaðir í tilraun Larsson o.fl. (2005).

Hjá bleikjuseiðum hafa hæstu þolmörk fyrir vatnshita mælst 23-24°C (Lyytikäinen o.fl. 1997; Thyrel o.fl. 1999). Ekki hefur fundist munur á hæstu þolmörkum milli norðlægra og suðlægra bleikjustofna (Elliott og Klementsén 2002). Lægstu þolmörk bleikju hafa mælst -0,99°C en í umhverfi án ískrystalla eru þessi mörk lægri (Fletcher o.fl. 1988). Bleikja hefur minnst hitaþol af laxfiskum en jafnframt mesta kuldaþolið (Baroudy og Elliott 1994). Þessi mörk gilda aðeins fyrir bleikjuseiði en líklegt er að hitaþolið sé lægra fyrir stærri bleikju.

Þrátt fyrir að kjörhitastig sé tiltölulega hátt velja margir eldismenn lægra hitastig, 10-13°C þar sem fóðurstuðull er betri, minna vandamál m.t.t. sjúkdóma og auðveldara að meðhöndla fiskinn (Johnston 2002). Í atferlisrannsóknum hefur komið fram að bleikja velur sér lægra kjörhitastig sem er u.þ.b. 4,5°C lægra en kjörhitastig fyrir vöxt. Minni bleikjan (10-45 g) valdi sér 11,8°C að meðaltali og stærri bleikjan (200-500 g) valdi sér 10,8°C. Í þessari atferlisrannsókn kom fram að kjörhitastig urriða (*Salmo trutta*) var það sama og kjörhitastig fyrir vöxt. Aftur á móti virðist bleikja frekar velja hitastig sem er nær kjörhitastigi fyrir fóðurnýtingu (Larsson 2005). Í annarri rannsókn þar sem bleikja var alin frá 5°C til 20°C kom einnig fram að besta fóðurnýting var við lægsta hitastigið (Larsson og Berglund 2005). Í eldri rannsókn var fylgst með atferli bleikju (570 g) í 10 metra djúpri kví með



Mynd 3.1. Á Íslandi er mikið af grunnvatni sem hentar vel til eldis á bleikju (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

lagskiptu vatni þar sem selta hækkaði og hitastig lækkaði eftir því sem dýpra var komið niður í kvína (Sutterlin og Stevens 1992). Bleikjan forðaðist heitt yfirborðsvatn en hélt sig fyrir ofan 3,6 metra dýpi við 13-14°C og 12-20 ppm seltu. Bent var á að val bleikju á hitastigi í þessari tilraun gæti einnig verið vegna samspiels seltu og dýpis.

Margar rannsóknir hafa verið framkvæmdar til að finna kjörhitastig fyrir bleikjuseiði en minna er vitað um kjörhitastig bleikju í matfiskeldi. Í einni tilraun þar sem bleikja var höfð við 8, 10, 12 og upp í 13-14°C mældist besti vöxturinn við hæsta hitastigið og tók það um eitt ár að ná bleikjunni upp í um 450 g frá frumfóðrun. Vöxturinn við hæsta hitastigið var fimm sinnum meiri en við lægsta hitastigið. Tímabundin afföll sem orsökkuðust af tálkneiki áttu sér stað í þeim hópi sem óx hraðast en að öðru leyti gekk eldið vel (Davidson o.fl. 2004). Hér var ekki skoðað hvort kjörhiti sé mismunandi eftir fiskstærðum. Í íslenski rannsókn var fylgst með vexti bleikju í 317 daga við 4, 6, 8, 10, 12°C og allt upp í 14°C. Í upphafi var bleikjan tæp 200 g að þyngd og þeir hópar sem uxu best voru aldir við 8, 10 og 12°C náðu um og yfir 800 g þyngd í lok tilraunarinnar (Puríður Pétursdóttir og Emma Eyþórsdóttir 1993a, b). Í annarri tilraun með bleikjur sem voru um 60, 350 og 960 g að meðalþyngd í upphafi tilraunar sem stóð yfir í 17 vikur var vöxturinn betri við 11°C en við 7°C en munurinn var minnstur hjá stærsta fiskinum (Ólafur Guðmundsson og Puríður Pétursdóttir 1999). Hjá öðrum fisktegundum er þekkt að kjörhitastig lækkar með aukinni fiskstærð. Sem dæmi má nefna að kjörhitastigið hjá 2 g þorskseiði er rúmar 16°C, en aðeins um 7°C hjá tveggja kílóa fiski (Björn Björnsson og Agnar Steinarsson 2002). Í matfiskeldi hafa íslenskir eldismenn hitastigið yfirleitt undir 10°C og er líklegt að kjörhitastig stærri bleikju sé nálægt því. Það þarf að rannsaka betur með markvissum samanburði á vexti hjá stórra bleikju við mismunandi hitastig.

#### 3.2 Selta

Bleikja getur dvalið allan sinn lífsferil í ferskvatni (vatnableikja) eða gengið til sjávar yfir sumarmánuðina (sjóbleikja). Ekki er endilega um erfðafræðilegan mun að ræða, þar sem einn og sami stofninn getur gefið af sér bæði bleikju sem lifir eingöngu í fersku vatni og sjóbleikju. Einnig getur sá hluti stofnsins sem gengur til sjávar minnkað á milli ára við vissar umhverfisaðstæður

(Nordeng 1983). Í rannsóknnum hefur komið fram að seltupoli er mismunandi milli staðbundinna vatnastofna og sjóbleikju (Staurnes o.fl. 1992; Eliassen o.fl. 1998) og jafnframt einnig á milli sjóbleikjustofna (Delabbio o.fl. 1990).

Í rannsóknnum þar sem seltupól bleikju á mismunandi árstímum hefur verið kannað kemur fram að sjóbleikja vex vel í sjó á sumrin. Þessu er aftur á móti öfugt farið á veturna en þá þrífst bleikja illa í fullsöltum sjó (Arnesen o.fl. 1993, 1994). Seinni hluta níunda áratugarins þegar bleikjueldi var reynt í sjókvíum hér á landi komust eldismenn að því að bleikjan hefur takmarkað seltupól. Bleikja sem fór í sjókvíar snemma um sumarið óx fyrst vel en vöxtur stöðvaðist seinnihluta sumars og afföll fóru vaxandi (Óssur Skarphéðinsson 1988). Seltupól bleikju er árstíðabundið og gengur sjóbleikja til sjávar um vorið og aftur upp í ána þegar seltupólið minnkar seinnihluta sumars. Náttúrulegar sveiflur í daglengd stjórna tímasetningu aukins seltupóls bleikju og myndast seltupól við aukningu í daglengd á vorin. Í eldi er hægt að stjórna tímasetningu seltupóls bleikju með ljósastýringu (Arnesen o.fl. 1992; Johnsen o.fl. 2000). Hitastig virðist aftur á móti ekki hafa áhrif á myndun seltupóls. Við náttúrulegar aðstæður byrjar sjóbleikja að ganga til sjávar strax og ísa leysir og er þá hitastig í fersku vatni rétt yfir 0°C (Staurnes o.fl. 1994a). Dvalartími bleikju í sjó er 1-2 mánuðir og er heldur lengra hjá stærri fiski (Johnston 2002; Klementsén o.fl. 2003).

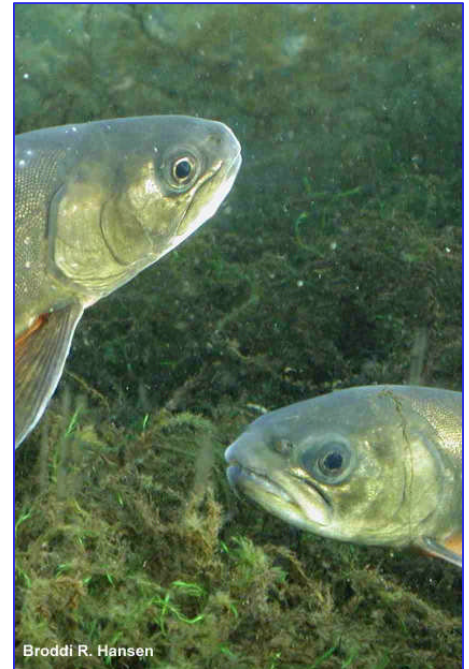
Í norskrri rannsókn var vöxtur bleikju við 0, 20 og 35 % seltu kannaður og mældist besti vöxturinn við 0 og 20 % bæði um sumarið og veturinn en fiskurinn var alinn við 8°C allan tímann (Arnesen o.fl. 1993). Í annarri norskrri

tilraun var fylgst með afföllum og vexti 200-300 g bleikju frá september fram í júní við sex seltustig frá 17 % upp í 32 %. Hitastig í þeim hópi sem var með hæstu seltuna var frá u.þ.b. 4°C þegar það var lægst, í um 8°C þegar það var hæst. Hitastig í hinum hópnum sem voru með lægra seltustig var mest um 3°C lægra. Niðurstöður voru þær að mikil afföll voru í hópnum þar sem selta var 26 % og þar yfir. Besti vöxturinn náðist við 20 % sem var töluvert meiri en við 23 %. Það var sett í samhengi við að neikvæð áhrif seltunnar væri farið að gæta verulega þegar 23 % seltu væri náð (Mortensen og Lund 1991). Við 23 % seltu var hitastigið lægst 3-4°C í tilrauninni en samhengi er milli seltupóls bleikju og hitastigs og er það meira við herra hitastig (Finstad o.fl. 1989; Arnesen og Halvorsen 1990). Reynslan hér á landi er sú að við u.þ.b. 7°C þrífst bleikjan vel í strandeldisstöðvum við seltu sem er u.þ.b. 23 %. Fleiri þættir hafa einnig áhrif á seltupól en það eykst með aukinni fiskstærð (Arnesen og Halvorsen 1990; Gulseth o.fl. 2001) og minnkar á seinni stígum kynþroska (Staurnes o.fl. 1994b).

### 3.3 Ljós og þéttleiki

Bleikja er norðlægasta ferskfisktegundin og lifir við aðstæður þar sem miklar breytingar eru í ljóslotu, allt frá að ljós er allan sólahringinn yfir í að rétt má greina mun dags og nætur yfir köldustu vetramánuðina. Breytingar á daglengd hafa áhrif á myndun seltupóls (kafli 3.2) og kynþroska (kafli 4.1). Þrátt fyrir mikilvægi ljóss í lifshlaupi bleikjunnar hafa fáar rannsóknir verið gerðar á þessu sviði (Johnston 2002).

Ljós hefur mikil áhrif á fódurtöku og vöxt bleikju. Bleikja alin við náttúrulega ljóslotu á 70°N og stöðugt hitastig (4°C) hefur í desember til apríl aðeins 20-60% af þeirri fódurtöku sem hún hefur á öðrum árstímum. Mikil aukning verður í fódurtöku og vexti um vorið og fyrrihluta sumars (Tveiten o.fl. 1996). Almennt veldur auknin daglengd meiri fódurtöku en stytting í daglengd dregur úr fódurtöku óháð hitastigi (Johnston 2002).



Broddi R. Hansen

Mynd 3.2. Bleikjuseiði í náttúrulegu umhverfi (Ljósmynd: Broddi R. Hansen).

Johnston (2002) mælir með að bleikja sé ekki alin við stöðugt ljós þar sem það hafi neikvæð áhrif á vöxt. Hann bendir á að jafnvel á norðlægum svæðum þar sem dagsljós er allan sólahringinn yfir sumarið væri munu minni birta en nóttina en á daginn. Í norskrri rannsókn þar sem könnuð voru áhrif lýsingar á vöxt bleikjuseiða (5-40 g) kom ekki fram munur í vexti við stuttan dag (6 klukkutímar) og stöðuga lýsingu. Aftur á móti jókst vöxturinn þegar skipt var frá stuttum degi yfir í langan dag (Mortensen og Damsgård 1993). Það hefur þó verið sýnt fram á jákvæð áhrif stöðugar lýsingar við frumfóðrun bleikjuseiða. Þar hafði stöðugt ljós fyrstu 12 vikunnar jákvæð áhrif á vöxt, dró úr stærðardreifingu og jók lifun seiðanna (Burke o.fl. 2005). Í matfiskeldi hér á landi er algengt að bleikja sé alin í útikörum við lýsingu með ágætum árangri. Lýsingin er þó ekki það mikil að verulegur munur er á ljósstyrk á daginn og á næturnar. Gerð hefur verið rannsókn á áhrifum mismunandi ljósstyrks (0, 10,



Mynd 3.3. Mikill þéttleiki á bleikjuseiðum í eldiskari (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

50, 200, 700 lux) á bleikjuseiði (1,4-3,0 g). Besti vöxturinn og lítil afföll mældust við 50 lux, mælt við yfirborð vatnsins (Wallace o.fl. 1988b).

Ólíkt öðrum laxfiskum þrífst bleikja betur við háan þéttleika í eldiskari en lágan. Fyrir alla árganga frá frumfóðrun til fisks í matfiskeldi, vex bleikja betur við 40-200 kg/m<sup>3</sup> en við lægri þéttleika þegar aðrir umhverfisþættir í eldinu eru hagstæðir (Wallace o.fl. 1988a; Jørgensen o.fl. 1993; Johnston 2002). Við meiri þéttleika dregur úr árásargirni fisksins og stærðardreifing verður einnig minni (Brown o.fl. 1992; Jobling og Baardvik 1994). Þrátt fyrir að hægt sé að hafa mikinn þéttleika í körum velja margir eldismenn minni þéttleika (40-60 kg/m<sup>3</sup>). Ástæður fyrir því eru margar og má nefna að erfiðara er að tryggja fiskinum nægilegt súrefni við mikinn þéttleika, meiri hættu er á uppsöfnun óæskilegra efna í vatninu og einnig er erfitt að hafa mikinn þéttleika í stórum körum (Johnston 2002). Við þéttleika yfir 75 kg/m<sup>3</sup> er mælt með súrefnisbætingu og miklu vatnsrennsli í karið (Veterinærinstuttet 2004).

### 3.4 Vatnsnotkun, straumhraði og gæði vatns

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á súrefnisþörf bleikju við mismunandi aðstæður. Hjá bleikjuseiðum (30-110 g), sem voru undir stöðugri fóðrun og alin við 9,6°C, mældist súrefnisþörf seiðanna að meðaltali um 170-190 mg O<sub>2</sub> / kg fisk/klukkustund (Christiansen o.fl. 1991; Jørgensen o.fl. 1991). Í íslenskri rannsókn mældist meðal-súrefnisupptaka 184 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/klukkustund fyrir 180-300 g bleikju og 158 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/klukkustund fyrir 300-400 g bleikju. Meðalsúrefnisupptaka fyrir 400-480 g bleikju mældist 142 og 160 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/klukkustund mismunandi eftir tilraunum. Hitastig vatnsins var 8-10°C meðan á tilrauninni stóð (Theodór Kristjánsson 2004). Fyrir fisk um eitt kíló að þyngd er súrefnisnotkunin áætluð um 144 mg O<sub>2</sub> /kg fisk/klukkustund (Johnston 2002). Áðurnefnd gildi eru fyrir fisk í fullri fóðrun en súrefnisnotkun eykst m.a. með aukinni fóðrun (Jørgensen o.fl. 1993), auknu hitastigi (Lyytikäinen og Jobling 1998) og auknum straumhraða (Beamis 1980). Í íslensku tilrauninni var komist að þeirri niðurstöðu að nota mætti fóðurmagn til að spá fyrir um súrefnisnotkun hjá bleikju miðað við eðlilegan vöxt. Niðurstöðurnar sýndu að meðalsúrefnisnotkun væri 0,350 kg súrefni á hvert kg fóðurs (Theodór Kristjánsson 2004).

Bleikja þolir betur lágan súrefnisstyrk en lax og regnbogasilungur (Lester 1993). Bleikjuseiði þrífast vel við súrefnismettun allt niður í 50% við 8°C og 14°C. Þegar bleikjan var alin við 50%, 100% og 200% súrefnismettun var þó vísbending um betri vöxt við háa súrefnismettun þegar bleikjan var alin við 14°C (Swift 1964).

Vatnsnotkun í bleikjueldi ræðast af súrefnisnotkun fisksins og því súrefni sem er í vatninu en það minnkar með auknu hitastigi og seltu. Ef miðað er við súrefnisnotkun sem nemur 160 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/klukkustund, 10°C ferskvatn fullmettað af súrefni og um 70% mettan á súrefni í frárennsli þarf fiskurinn um 0,8 L/kg fisk/mín en meira af sjó vegna lægra súrefnisinnihalds. Með því að yfirmetta vatnið af súrefni eða endurnota það má draga verulega úr vatnsnotkun. Í íslenskri rannsókn kom fram að raunhæft væri að minnka vatnsnotkun í bleikjueldi (150-500 g



Mynd 3.4. Loftun í kari (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

verulega með einföldu hringrásarkerfi (Theodór Kristjánsson 2004). Megin niðurstaða rannsóknarinnar var að með því að endurnota vatnið má ná vatnsnotkun niður í 0,039 L/kg fisk/mín án þess að hafa áhrif á vöxt, súrefnisnotkun, fóðurstuðul eða stærðardreifingu hjá bleikju. Þó var bent á að tilraunin var gerð í lítilli eldiseiningu og ekki hægt að fullyrða að sama verði uppi á teninginum í stærri einingum. Sá þáttur sem mestu ræður um að hægt sé að draga úr vatnsnotkun með endurnotkun er uppsöfnun ammoníaks. Styrkur ammoníaks fer að nálgast hættumörk þegar vatnsnotkun fer niður fyrir 0,05 L/kg fisk/mín. Ef draga á enn frekar úr vatnsnotkun verður að bæta lífhreinsi inn í vatnskerfið (kaflí 5.5).

Í rannsóknum hefur komið fram að hæfilegur straumhraði í kari dregur úr átökum milli fiska, sem leiðir af sér minni stærðarbreytileika og aukinn vaxtarhraða (Christiansen og Jobling 1990; Jobling og Baardvik 1994; Adams o.fl. 1995). Jákvæð áhrif straumhraða á vöxt fara þó minnkandi með auknum þéttleika fiska í kari (Christiansen o.fl. 1992; Jobling 1995). Það má e.t.v. sjá í samhengi við að aukinn þéttleiki dregur úr myndun goggunarraðar og hefur jákvæð áhrif á vöxt.

Hæfilegur straumhraði virðist hafa áhrif á fóðurnýtingu. Hjá bleikjuseiðum sem voru alin við straumhraða frá 0 upp í 2 fisklengdir/sek. mældist besta fóðurnýtingin við mesta straumhraðann (Jobling og Christiansen 1989; Christiansen og Jobling 1990). Helsta skýringin er talin vera sú að fiskur hafður við mikinn straumhraða byggir upp vöðva í meira mæli en fiskur sem hafður er við lítinn eða engan straum. Orka í vöðva er um 7 MJ/kg, en orka í fituvef er um 35 MJ/kg. Meiri uppbygging er á vöðva hjá fiski alinn í straumi. Fiskur sem alin er í straumleysu eykur fituvef á kostnað vöðva og fóðurnýtingu verður því lakari en hjá fiskum í straumi (Jobling og Christiansen 1989). Talið er að besti vöxturinn og fóðurnýting hjá smáum fiski (10-100 g) sé við 1,5-2,0 fisklengdir/sek en fyrir stærri fisk (> 1 kg) undir einni fisklengd á sekúndu. Á það er þó bent að umhverfisþættir eins og hitastig geta haft áhrif á kjörstraumhraða (Jobling 1990).

### 3.5 Sjúkdómar

Bleikja virðist þola álag í eldi betur en aðrir laxfiskar og þá sérstaklega við mikinn þéttleika. Ekki er mikið um

sjúkdóma í eldisbleiku en það má e.t.v. setja í samhengi við að enn er umfang eldisins tiltölulega lítið (Johnston 2002). Í íslensku bleikjueldi hafa greinst þrjár bakteríusjúkdómar, nýrnaveiki (*Renibacterium salmoninarum*), kylaveikibróðir (*Aeromonas salmonicida* sp. *achromogenes*) og rauðmunaveiki (*Yersinia ruckeri*) (Gísli Jónsson 2005a)

Nýrnaveiki hefur valdið miklum búsifjum í íslensku bleikjueldi. Í upphafi ársins 2004 komu upp nýsmit af nýrnaveiki í þremur eldisstöðvum. Smitkveikjan átti rætur að rekja til villtra laxaseiða sem alin voru í fjórðu stöðinni (nýsmit 2003) og átti smitdreifing sér stað með flutningi frískra smitbera áður en böndum varð komið á veikina. Sjúkdómurinn bitnaði hvað harðast á eldi bleikju því öll dreifing seiða og erfðaefnis frá annarri tveggja kynbóta-stöðva landsins lá niðri um tíma á meðan útrýming stóð yfir. Nýrnaveikismitið olli seiðaskorti og framleiðsla dróst saman á árinu 2004 (Gísli Jónsson 2005b). Nýrnaveiki er erfið viðureignar og farga þarf öllum fiski þegar vart verður við smit í eldisstöð. Nýrnaveiki er nokkuð útbreidd í bleikju í náttúrunni. Í rannsókn á 22 villtum bleikjustofnum kom fram að um 46% þeirra var smitaður af nýrnaveiki án ytri sjúkdómseinkenna (Halla Jónsdóttir o.fl. 1998). Því er þörf á sérstakri aðgát gagnvart þessum sjúkdómi.

Kylaveikibróðir er mun auðveldari viðureignar en nýrnaveiki því hægt er að bólusetja fiskinn gegn þessari veiki. Á árinu 2004 voru um ein milljón bleikjuseiða bólusett með einstofna bóluefni gegn kylaveikibróður (Gísli Jónsson 2005b) og um 1,6 milljón á árinu 2005 (Gísli Jónsson 2006).

Rauðmunveiki er að finna í náttúrunni og hennar verður helst vart þegar umhverfiskilyrði eru hagstæð eins og vorið 2003 þegar nýsmit kom upp í fjórum fiskeldisstöðvum. Afföll voru frá því að vera hverfandi upp í 35%. Bóluefni eru til gegn rauðmunaveiki (Gísli Jónsson 2004) og árinu 2005 voru 250.000 seiði bólusett (Gísli Jónsson 2006). Aðrir bakteríusjúkdómar sem greinst hafa í bleikju er vibríó (*Vibrio anguillarum*) en til er bóluefni sem gefur um 98% vörn (Hjeltnes o.fl. 1988).

Af sníkjudýrum er costía (*Ichthyobodo necator*) og *Trichodina* sp. algengt vandamál í fiskeldi, á öllum stigum og árstíðum. Alls voru skráð tvö alvarleg costíu tilfelli í bleikjueldi á árinu 2004 og *Trichodina* olli tjóni í bleikju í fimm tilvikum (Gísli Jónsson 2005b). Til að draga úr afföllum hafa seiði verið böðuð með formlínblöndu reglulega. Í einni íslenskri tilraun voru skoðuð áhrif formalínböðunar, svæfingar og meðhöndlunar á vöxt og afföll frumfóðrunarseiða (Birgir Kristjánsson & Þórir Harðarson 1993; Bjarni A. Kristjánsson o.fl. 1995). Í tilrauninni komu ekki fram nein neikvæð áhrif eins og tilraunin var lögð upp.

Veirur hafa ekki greinst í bleikju eða öðrum eldisfiskum á Íslandi (Gísli Jónsson 2005b). Engar skipulagðar fisk-sjúkdómarannsóknir hafa verið gerðar á eldisbleikju hér á landi en þörf á slíkum rannsóknum kann hugsanlega að breytast með auknu eldi á næstu árum.



Mynd 4.1. Klakfiskur í eldiskari (Ljósmynd: Guðbergur Rúnarsson).

## 4. Klakfiskur og seiðaeldi

### 4.1 Klakfiskur

Hér er aðeins fjallað um áhrif hitastigs á klakfisk og aðferðir til að stjórna hrygningartíma. Nánari umfjöllun um umönnun og meðhöndlun klakfisks er að finna í samantekt Johnston (2002) og í Eldisböndanum (2004). Í byrjun síðasta áratugar voru framkvæmd nokkur íslensk rannsóknaverkefni í geldingu á bleikju, stjórnun hrygningartíma og jafnframt voru gæði hrognna metin (tafla 4.1).

#### Hitastig

Hitastig getur haft verulegu áhrif á kynþroska og óhagstætt hátt hitastig getur truflað myndun kynkirtla, hindrað egglos eða seinkað hrygningu (Gillet og Breton 1992; Jobling o.fl. 1995). Lök hrognagæði og lágt klakhlutfall hafa verið vandamál á mörgum svæðum þar sem hitastig er of hátt fyrir bleikju (Jobling o.fl. 1998). Mælt er með að hafa vatnshita á klakfiski undir 7°C í a.m.k. einn mánuði fyrir hrygningu (Johnston 2002). Þar sem aðgangur er að köldu lindavatni hér á landi er auðvelt að skapa hagstæðar aðstæður fyrir klakfisk og hrogn. Þó má gera ráð fyrir að forskot sem við höfum haft yfir mörg samkeppnislönd minnki með aukinni endurnotkun á vatni en þá er hægt að stjórna hitastiginu betur en í eldisstöðvum þar sem vatnið er notað einu sinni. Á síðustu árum eru dæmi um að betri árangur hafi náðst í hrognaframleiðslu með því að ala klakfisk í ísöltu vatni (25-30 ‰) við 4-10°C en náðst hefur í fersku vatni á svæðum þar sem vatnshiti er mjög hár á sumrin (8-16°C) (Atse o.fl. 2002).

#### Stjórnun hrygningartíma

Í sumum tilvikum dreifist hrygning í klakfiskahópi yfir lengra tímabil vegna óhagstæðara umhverfiskilyrða í eldisstöðinni, s.s. vegna lýsingar eða að hitastig hefur verið of hátt (Jobling o.fl. 1998; Haffray o.fl. 2005). Sem dæmi stóð hrygningartími bleikju sem alin var við stöðugt ljós yfir 15 vikna tímabil (Frantzen o.fl. 2004). Það er mun lengri tími en við náttúrulegar aðstæður. Þetta skapar mikla vinnu og fyrirhöfn því reglulega þarf að meta



Mynd 4.2. Séð yfir athafnasvæði hjá Norðurlax hf. Þar er meðal annars seiðaeldi á bleikju (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

hvort fiskurinn er tilbúinn til kreistingar. Með því að ala fiskinn við náttúrulegar aðstæður er mun auðveldara að samhæfa hrygningu fiskanna yfir styttra tímabil.

Hægt er að samhæfa hrygningartíma klakfiska með hormónagjöf. Í byrjun síðasta áratugar var gerð rannsókn hér á landi með kynhormónakveikju (GnRH). Þar kom fram að mætti flýta og samhæfa betur egglos með því að gefa hrygnum hormón, án þess það hefði áhrif á gæði hrogna (Haukur Hauksson o.fl. 1993a,b).

Með ljósastryringu er hægt að stjórna hrygningartíma bleikju eins og annara laxfiska (Gillet og Breton 1992; Duston o.fl. 2003; Frantzen o.fl. 2004). Engar rannsóknir hafa verið gerðar á þessu sviði hér á landi en ljósastrynging hefur verið notuð í klakstöðvum með góðum árangri. Með stjórnun hrygningartíma er hægt að hafa nokkur hrygningartímabil á ári og nýta seiðaeldisstöðvarnar betur.

## 4.2 Hrogn

Í þessum kafla verður aðeins fjallað um áhrif hitastigs á hrogn, helstu orsakir affalla, mikilvægi hrognastærðar og geldingu á bleikju. Nánari umfjöllun um umönnun og meðhöndlun hrogna er að finna í samantekt Johnston (2002) og Eldisbóndanum (2004).

### Hitastig

Bleikjuhrogn eru viðkvæm fyrir hitastigi. Afföll aukast verulega þegar hiti fer yfir 8°C og einnig aukast afföll þegar hiti vatns fer undir 4°C (Swift 1965; Steiner 1984; Jungwirth og Winkler 1984). Hátt hitastig á hrogna- og kviðpokastigi hefur einnig áhrif á stærð seiða og eru þau styttri og léttari við klak en úr hrognum sem haldið er við kjörhitastig. Ástæðan er sú að við efri hitaþolmörk fer stærra hluti orku kviðpokans í bruna en minna í uppbyggingu vefja (Jahnsen 1980; Gruber og Wieser 1983).

### Afföll á hrognum

Fleiri þættir en hitastig hafa áhrif á afföll hrogna. Á Íslandi hefur komið vel fram að aldur hrygna eða fjöldi hrygninga hefur áhrif á hrognagæði. Mest eru afföll hrogna úr hrygnum sem eru að hrygna í fyrsta skipti. Almennt eru betri hrognagæði hjá eldri hrygnum (Johnston 2002). Lök hrognagæði kynbættar bleikju er verulegt vandamál í kynbótarstarfinu í Svíþjóð og er þar jafnframt skilgreint sem mikilvægt rannsókn verkefni (Fiskeriverket 2005a).

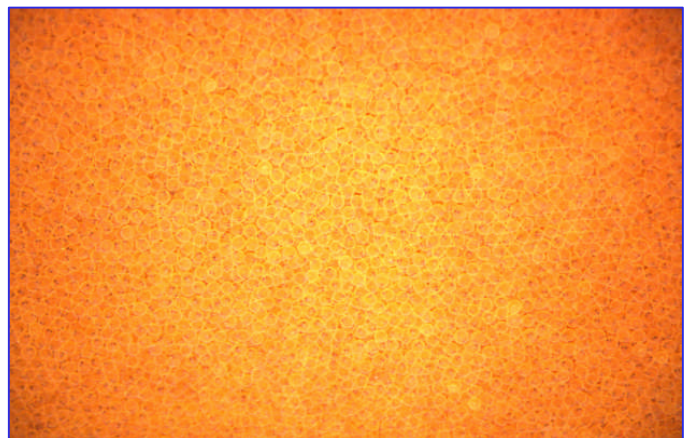
### Hrognastærð

## Tafla 4.1. Yfirlit yfir íslensk rannsóknir og þróunarverkefni á klakfiski og hrognum (viðauki 1).

Tímabil	Heiti á verkefni	Styrktaraðilar
1989-1990	Framleiðsla geld- og einkynja laxastofna í fiskeldi	Rannsóknaráð ríkisins
1990-1993	Rannsóknir á áhrifum hrognastærðar á vöxt og viðgang bleikjuseiða	Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1991-1992	Áhrif mismunandi hormóna á hrygningartíma og gæði hrogna hjá bleikju	
1991-1992	Áhrif hrognastærðar á snemþroskun bleikju	Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1991-1994	Samanburður á tvílitna og þrílitna bleikju í eldi	Framleiðnisjóður landbúnaðarins.
1992-1993	Áhrif eggjastærðar á fósturþroska og nýtingu guluförða hjá bleikju	
1992-1996	Þróun aðferða til stjórna vexti og kynþroska hjá bleikju	Framleiðnisjóður landbúnaðarins og Rannsóknarráð Íslands.

Í samanburði á bleikjustofnum kom fram að hrognastærð einstakra stofna var allt frá 3,9 mm upp í 5,1 mm (Emma Eyþórsdóttir o.fl. 1993a). Rannsókuð hafa verið áhrif hrognastærðar á vöxt og viðgang seiða. Ekki kom á óvart að stærð frumfóðrunarseiða ákvarðaðist að miklu leyti af stærð hrogna. Það eru aftur á móti nýjar upplýsingar að áhrif hrognastærðar á stærð og vaxtarhraða seiða séu greinileg eftir 7-9 mánuðina frá frumfóðrun (Skúli Skúlason 1994). Algeng tilgáta er að stærra frumfóðrunarseiði vaxi yfirleitt hraðar en smá, en þeirri tilgátu var hrundið í þessari tilraun þar sem fram kom ófugt samband, þ.e.a.s. smærri seiði hafa tilhneigingu til þess að vaxa hraðar en stór (Skúli Skúlason o.fl. 1993c). Í annarri tilraun þar sem fylgst var með nýtingu kviðpoka hjá seiðum úr smáum og stórum hrognum kemur í ljós að smá seiði nýta kviðpokann betur og hafa við frumfóðrun meira eftir af förða en stór seiði (Davíð Gíslason og Skúli Skúlason 1993).

Þegar skoðuð voru áhrif hrognastærðar á lifun allt fram að frumfóðrun kom fram að engin munur var í afföllum eftir



Mynd 4.3. Bleikjuhrogn (Ljósmynd: Broddi R. Hansen).

hrognastærð (Bjarni Jónsson og Einar Svavarsson 2000). Þessi niðurstaða var í andstöðu við aðra rannsókn á bleikju en munurinn í aðferðafræðinni var sá að hrognum frá einstökum hrygnum var haldið aðskildum í þessari tilraun en ekki þeirri tilraun sem niðurstöðurnar voru bornar saman við (Wallace og Aasjord 1984a). Þrátt fyrir þessar niðurstöður velja eldismenn stærri hrogn þar sem stærri seiðin eru auðveldari í frumfóðrun.

### Gelding

Í upphafi bleikjueldis hér á landi var kynþroskatíðni há og olli töliverðu tjóni. Með það að markmiði að draga úr tíðni kynþroska voru framkvæmdar nokkrar rannsóknir á geldingu á bleikju. Tvær aðferðir voru notaðar við framleiðslu geldstofna. Annars vegar svokölluð þrílitna aðferð, þ.e. nýfrjóvguð bleikjuhrogn eru gerð þrílitna með hita- eða þrýstilosti. Þrílitna fiskar hafa þrjá litninga af hverri gerð í frumum sínum en í útliti eru þeir eins og venjulegir tvílitna fiskar. Hins vegar er notuð hormónagelding, þ.e. þegar bleikjuseiðum er gefið fóður blandað kynsteranum metýl-testosterón (MT) í nokkrar vikur við fyrstu fóðurtöku (frumfóðrun).

Seinni hluta níunda áratugarins var þróuð aðferð hér á landi til geldingu bleikju með hitalosti. Besti árangurinn náðist þegar hrognin voru sett í 28°C heitt vatn í 10 mínútur, 20 mínútur eftir frjóvgun, 100% fiskanna urðu þrílitna og afföll á hrognastigi voru 31% (Valdís Finnsdóttir o.fl. 1988, 1989). Í annari tilraun voru afföll á hrognum eftir hitameðhöndlun að meðaltali 27,1%, samanborett við 2,3% hjá tvílitna viðmiðunarhópi. Ekki var marktækur munur í vexti geldrar og ógeldrar bleikju en niðurstöður sýndu þó að gelding hefur fremur neikvæð áhrif á vöxt og leiðir af sér óæskilega stærðardreifingu. Kynþroskatíðni á öðru hausti hjá þrílitna bleikju var tæp 30% í hængum en örfá prósent í hrygnum. Hjá viðmiðunarhópi var 82% hrygna kynþroska en aðeins 51% hænga. Útlit sviljasekkja hjá þrílitna kynþroska hængum var í meginatriðum tvenns konar, háð því hvort svilin voru rennandi út um gotraufina eða ekki. Í hængum sem ekki höfðu rennandi svil voru þau dökkleit og engin æðakerfi voru sjáanleg á sviljasekkjum. Í rennandi hægum virtust svilin ekki frábrugðin eðlilegum sviljum eins og þau komu fyrir í kynþroska hængum í viðmiðunarhópi. Hrognasekkir hjá þrílitna hrygnum voru litlir og hrognin smá og vanþroska (Jón Örn Pálsson 1994, 1995a). Erlendis hafa verið gerðar tilraunir með framleiðslu á geldri bleikju með þrýstilosti (O'Keefe og Bengay 1995; Gillet o.fl. 2001). Hrognin voru tekin 30, 40 eða 50 mínútum eftir frjóvgun og sett undir þrýstilost í 5 mínútur. Hlutfall þrílitna hrognna var 50 til 100% eða yfirleitt yfir 80%. Engin munur var á afföllum á hrognahópum sem fengu þrýstilost og viðmiðunarhópa. Á þriðja hausti í eldi (aldur 2+) var þyngd fiskanna svipuð og um 64% fiska sem fengu þrýstilost á hrognastigi voru kynþroska (51% hænga og 13% hrygna) en í viðmiðunarhópi var hlutfall kynþroska 94% (Gillet o.fl. 2001). Höfundar bentu á að það þyrfti að framkvæma nýja rannsókn til að meta betur heppilegan styrk þýstings og þann tíma sem hrognin þurfa að vera undir þrýstingi.

Í einni íslenski tilraun var fylgst með vexti og kynþroska bleikju sem hafði fengið 30 mg MT hormón/kg í frumfóðrun. Gelding með MT kynhormóni á frumfóðrunarstigi hafði ekki neikvæð áhrif á vöxt og var jafnframt mjög árangursrík leið til að koma í veg fyrir kynþroska. Aðeins



Mynd 4.4. Hrogn af mismunandi stærð og þroska. Stærri hrognin eru tæpir 5 mm í þvermál.



Mynd 4.5. Kviðpokaseiði bleikju (Ljósmynd: Broddi R. Hansen).

14% hænga urðu kynþroska á þriðja hausti (aldur 2+) en þeir voru með óeðlilega lögum sviljasekkja, sem var einn stór köggull fremst í kviðarholinu og þunnur þráður frá honum aftur í gotrauf (Jón Örn Pálsson 1994, 1995a). Í annari rannsókn með mismunandi styrk af metýl-testosterón kynhormóni kom fram að minni kynþroski var hjá bleikju sem fóðruð var með 15 mg/kg styrk af MT kynhormóni fyrstu 100 daga frumfóðrunar en þegar notað var en 30 mg/kg (Þórarinn Sveinsson 1994).

### 4.3 Seiði

Í þessum kafla verður aðeins fjallað um kviðpokaseiði og frumfóðrun. Varðandi nánari upplýsingar um seiðastigið er bent á samantekt Johnston (2002) og Eldisbóndann (2004). Við þróun seiðaeldis á bleikju hefur verið stuðst við reynslu í eldi annarra laxfiska. Bleikjan er smærri og því er vandasamara að frumfóðra hana í samanburði við aðra laxfiska (Eriksson o.fl. 1993). Flestar rannsóknar á seiðastigi bleikju voru gerðar á níunda áratugnum og í dag eru ekki nein teljandi vandamál sem krefjast aðkallandi úrlausnar í rannsókn- og þróunarstarfi.

#### Kviðpokaseiði

Við klak eru bleikjuseiði yfirleitt mjög lítil eða um 14-18 mm að lengd (Wallace og Aasjord 1984a) en til samanburðar eru laxaseiði yfir 20 mm. Á þessu stigi er kviðpokinn, sem er forðanæring seiðisins, 70-80% af þyngd þess. Nýklakið seiði sem kemur úr 4 mm hrogni er um 14 mm að lengd. Eftir því sem gengur á kviðpokann stækkar seiðið og er komið í um 22 mm þegar kviðpokinn

er því sem næst uppurinn (Aasjord 1980). Hitastig á kviðpokastiginu hefur veruleg áhrif á hlutfall kviðpoka sem nýttist til vaxtar. Við 3, 6 og 8 °C nýttist um 50% kviðpokans til vaxtar en aðeins 32% þegar seiðin voru höfð við 12 °C (Wallace og Aasjord 1984b).

### Frumfóðrun

Þegar hrogn og kviðpokaseiði eru höfð við hátt hitastig verða seiðin lítil og hafa minni lífsmöguleika fram yfir frumfóðrun. Bleikjuseiði byrja ekki að taka til sínu fóður fyrr en þau hafa náð 20 mm lengd (Wallace o.fl. 1989). Í tilraunum hér á landi hefur einnig komið í ljós að almennt eru flest seiðin sem ekki hafa tekið til sín fæðu um eða undir 20 mm að lengd og ekkert seiði undir 20 mm með fæðu í maga (Magnús Jóhannsson og Óskar Ísfield Sigurðsson 1989).

Verulegu máli virðist skipta hvort einstaklingar sömu fjölskyldu eða úr mörgum fjölskyldum eru saman í kari. Í alssystkinahópum virðist árársarhneigð seiðanna minni en þegar blandað er saman hálfssystkinahópum eða nokkrum fjölskyldum (Olsén og Järvi 1997). Hjá alsystkinahópi er vöxturinn einnig betri og jafnari og minni afföll eru á fiski (Brown o.fl. 1996; Seppä o.fl. 2001).

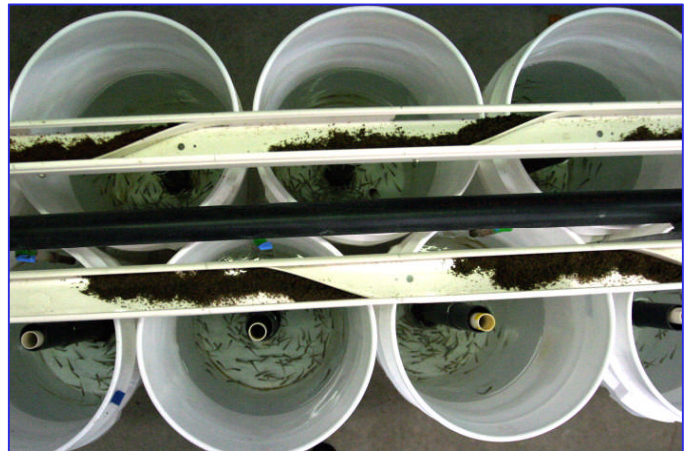
Kjörhitastig fyrir frumfóðrun bleikju er lágt eins og á hrogna- og kviðpokastiginu. Bleikjuseiði í frumfóðrun sækja mest í vatn sem er um 9 °C, en laxaseiði í vatn sem er 13-14 °C (Petersen m.fl., 1979). Íslenskar athuganir benda einnig til að 8-9 °C séu efri hitamörk fyrir bleikju í frumfóðrun (Magnús Jóhannsson og Óskar Ísfield Sigurðsson 1989). Mikil afföll (43%) eru á seiðum sem eru frumfóðruð við 12 °C samanborið við 3-8 °C þar sem afföllin voru því sem næst engin (Wallace og Aasjord 1984b). Mælt er með að byrja frumfóðrun við 7-8 °C og hækka hitastigið smám saman eftir því sem seiðin verða stærri (Eriksson og Wilklund 1989). Kjörhitastig bleikju hækkar fljótt eftir að frumfóðrun líkur og komið er lengra fram á seiðastigið (kafli 3.1).

Bleikjuseiði í frumfóðrun vaxa betur þegar þau eru höfð við straumhraða sem er 6 cm/sek (1,1-2,3 fisklengdir/sek) en seiði alin í straumlausu vatni. Seiði sem voru höfð í straumi dreifðu sér betur og voru síður ofan á frárennslisristinni (Christiansen o.fl. 1989). Atferli bleikjuseiða af Ölversstofni við frumfóðrun hefur verið rannsakað. Stóru seiðin (0.11-0.14 g) voru virkari og tóku fóðrið aðallega í vatnsyfirborðinu. Aftur á móti voru minni seiðinn (0.06-0.09 g) ekki eins virk og gerðu færri tilraunir til að ná fóðri. Þau héldu sig mest niður við botn og tóku jafn fóður niður við botn og þar fyrir ofan (Benhaim o.fl. 2003). Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna mikilvægi aðgengis fóðurs niður við botn til að auðvelda minni seiðunum fóðurtöku, eins og sýnt hefur verið fram á fyrir stærri seiði (Jørgensen & Jobling 1990).

## 5. Matfiskeldi

### 5.1 Vöxtur

Margir þættir hafa áhrif á vöxt bleikju, svo sem hitastig (kafli 3.1), selta vatnsins (kafli 3.2), lýsing og þéttleiki (kafli 3.3) vatnsgæði (kafli 3.4). Vöxtur er mismunandi milli stofna (kafli 2) og kynþroski stoppar vöxtinn tímabundið (kafli 5.2). Vaxtarhraði (dagvöxtur) bleikju er



Mynd 4.6. Séð ofna í seiðakör í tilraunaraðstöðu Hólaskóla á Sauðarkröki (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

einkum háður fiskstærð og hitastigi. Dagvöxturinn minnkar með aukinni fiskstærð (Jobling 1983) en vex við aukið hitastig, upp að kjörhita. Vaxtarlíkan Joblings (1983) lýsir vel vexti minni bleikju við hitastig sem hærra en 4 °C, en aftur á móti virðist vöxturinn vera vanáætlaður við lægri hitastig (Alanära 1990; Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Fyrrihluta síðasta áratugar voru nokkrar rannsóknir stundaðar á Íslandi þar sem fylgst var með vexti og kynþroska bleikju (tafla 5.1).

### Aukinn vaxtarhraði með kynbótum

Kynbætur, sem staðið hafa í hálfan annan áratug, hafa aukið vaxtarhraða eldisbleikjunnar verulega. Í kynbótaverkefninu var meðalþyngd annarrar kynslóðar frá 1992, 677 g eftir 27 mánaðar eldi frá frjóvgun en var komið upp í 1289 g hjá fimmtu kynslóð sem klakin var árið 2001 (Einar Svavarsson 2004). Hér er um 90% aukning á vaxtarhraða að ræða eða tæp 20% fyrir hverja kynslóð. Þetta er tiltölulega mikil aukningin en í sænska kynbótaverkefninu er aukning í vaxtarhraða reiknuð um 10% fyrir hverja kynslóð (Bännäs o.fl. 2005; Fiskeriverket 2005a). Í kynbótum laxfiska er einnig 10-15% aukning í

### Tafla 5.1. Yfirlit yfir íslensk rannsókn- og þróunarverkefni á vexti og kynþroska bleikju (viðauki 1).

Tímabil	Heiti á verkefni	Styrktaraðilar
1990-1993	Rannsóknir á áhrifum hrognastærðar á vöxt og viðgang bleikju-seiða	Framleiðnisjóður Landbúnaðarins
1990-1991	Vaxtarstöðvun hjá bleikju. Áhrif ljóss og hitastigs á vaxtarferil	Framleiðnisjóður Landbúnaðarins
1991-1992	Áhrif af tímabundnu sveltí á kynþroska bleikju	Framleiðnisjóður Landbúnaðarins
1991-1993	Vöxtur bleikju við mismunandi eldishita	Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1992-1996	Þróun aðferða til að stjórna vexti og kynþroska hjá bleikju	Framleiðnisjóður landbúnaðarins og Rannsóknarráð Íslands



vaxtarhraða á milli kynslóða algeng (Gjedrem 2000). Í uppfærðu vaxtarlíkani Joblings (1983) er gert ráð fyrir 50% og 90% aukningu á dagvexti (mynd 5.1). Brotalínunnar sýna vöxt bleikju skv. vaxtarlíkani Joblings (1983) og heilu línunnar áætlaðan uppfærðan vöxt eins og hann getur hugsanleg verið í dag. Skv. vaxtarlíkaninu tekur um 12 mánuði að ná 50 g villtri bleikju upp í um 1 kg við 10°C. Hinsvegar tekur um 9 mánuði að ná kynbættari bleikju, sem hefur aukið sinn vöxt um 50% frá fyrstu kynslóð, í sömu þyngd og aðeins um 6 mánuði hjá bleikju sem hefur aukið vaxtarhraðann um 90% frá fyrstu kynslóð. Hafa skal í huga að margir óvissuþættir eru við uppfærslu á vaxtarlíkani Joblings (1983). Þar vegur einna þyngst að líkanið byggir aðallega á vexti á smáum fiski (< 150 g) af Hammerfest stofni (Joblings o.fl. 1993b). Því þyrfti að endurskoða líkanið sérstaklega með reynslutölum á vexti af stærri bleikju við mismunandi hitastig.

### Vaxtasveiflur

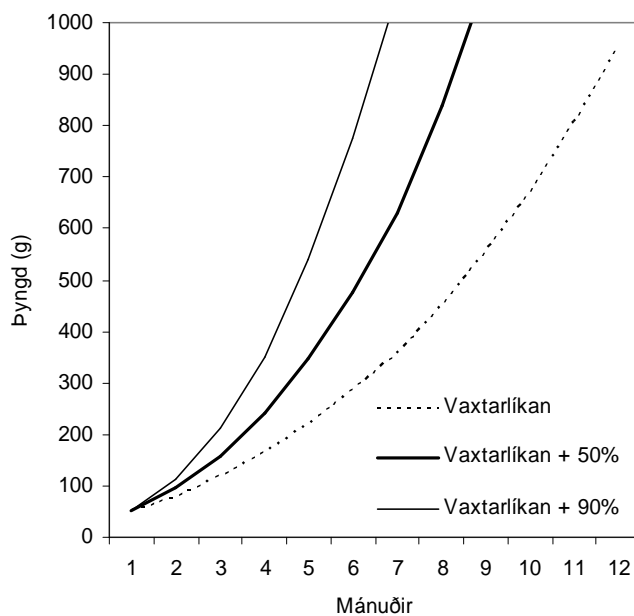
Hér á landi hefur komið fram að vöxtur bleikju er afar sveiflukenndur. Bleikjan fer oft í tímabundið vaxtarstopp, óháð kynþroska, sem getur varað í 2-6 mánuði (Jón Örn Pálsson 1993a). Hér virðist vera um innri sveiflu (rythma) að ræða sem sést m.a. á því að bleikja sem alin er við stöðugt ljós og hita sýnir einnig sveiflur í fæðutöku og vexti (Jobling 1987; Jón Örn Pálsson o.fl. 1992; Sæther o.fl. 1996). Innri rythmi í vexti er til staðar bæði hjá kynþroska og ókynþroska fiski (Tveiten o.fl. 1996) en hann virðist vera mismunandi milli stofna (Näslund & Henricson 1996). Minna virðist vera um vaxtarsveiflur hjá núverandi eldisbleikju en var á fyrstu árum bleikjueldis á Íslandi. Uppbótarvöxtur getur komið fram eftir hæg vaxtartímabil t.d ef vöxtur hefur verið lítill vegna takmarkaðrar fôðrunar (Miglavns og Jobling 1989; Jobling o.fl. 1993b).

### Stærðarflokkun og vöxtur

Við flokkun í stærðarhópa auka minnstu einstaklingarnir vaxtarhraðann mest en stærstu hægja á vextinum (Jobling og Reinsnes 1987). Við flokkun næst jafnari vöxtur eldishópa en rannsóknir sýna yfirleitt enga heildar líffþungaaukningu í kjölfar stærðarflokkunar (Wallace og Kolbeinshavn 1988; Braadvik og Jobling 1990; Seppä o.fl. 1999; Bännäs o.fl. 2002). Stærðarflokkun er mikilvæg til að fôðurstærðin henti öllum einstaklingum í eldiskerinu. Margt bendir til að kynbætur dragi úr þörf fyrir stærðarflokkun. Í sænskri rannsókn kom fram að vöxturinn er jafnari og stærðardreifing minni milli einstaklinga eftir fjórar kynslóðir í kynbótum (Brännäs o.fl. 2005).

## 5.2 Kynþroski

Á fyrstu árum bleikjueldis hér á landi var kynþroski bleikjunnar mikið vandamál. Oft varð hátt hlutfall fisksins, einkum hængarnir, kynþroska áður en sláturstærð var náð (Þuríður Pétursdóttir og Jón Hjartarson 1991; Magnús Jóhannsson & Óskar Ísfeld Sigurðsson 1991). Í aðdraganda kynþroskans verður aukning á vaxtarhraða en á hrygningartímanum stöðvast vöxturinn hjá kynþroska bleikju í hálf t.ár (Jón Örn Pálsson 1992b, 1993b). Við kynþroskann verða verulegar breytingar á fiskinum. Mestur hluti þeirrar orku sem áður var nýttur til vaxtar fer í myndun kynkirtla. Ytra útlit fisksins breytist verulega en getur verið afar ólíkt milli stofna (mynd 5.3). Roðið verður



Mynd 5.1. Áætlaður vöxtur 50 g bleikju við 10°C skv. vaxtarlíkani Joblings (1983). Brotalínán sýnir vöxt bleikju skv. vaxtarlíkani Joblings (1983) á villtri bleikju, en heilu línunnar sýna áætlaðan vöxt kynbættar bleikju og er þá miðað við 50% og 90% aukningu vaxtar hjá fimmtu kynslóð.

þykkara og breytir um lit. Fiskurinn verður rauðleitur á kviðinn, bakið verður dekkra og slímmyndun eykst. Hængar verða jafna með nokkuð skærari og skarpari lit en hrygnur. Hjá sjöbleikjustofnum er fiskurinn oft skærrauður á kviðinn með hvítar brúnir á uggum. Sumir vatnabileikjustofnar verða hinsvegar gulleitari á kviðinn. Hængar eru oft grennri, þynnri og rennilegri og höfuðið er nokkru stærra og grófara. Hrygnur eru kviðmeiri og allar útlínur mýkri og fylltari. Á neðri kjálka hænganna kemur stærri og greinilegri krókur en hjá hrygnunum.

### Fyrstu tilraunir til að hemja kynþroska

Til að draga úr tjóni af völdum kynþroska hefur bleikjan hér á landi m.a. verið geld (kafli 4). Einnig voru gerðar tilraunir með að hefta kynþroska bleikju á öðru ári (1+ kynþroska) með því að svelta fiskinn tímabundið í nokkrar vikur fyrsta veturinn. Fyrstu tilraunirnar gáfu misvísandi



Mynd 5.2. Bleikja í stóru eldiskari hjá Silungí (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

niðurstöður (Jón Örn Pálsson 1992a; Jón Örn Pálsson og Sigurður M. Einarsson 1992; Þuríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1994b) og var því tilraunin endurtekin. Niðurstaðan var að svelti 8-10 mánuðum fyrir hrygningu hafði engin áhrif á kynþroska bleikjunnar (Þuríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1995).

### Kynbætur hafa dregið úr kynþroskatíðni

Mikill munur er milli bleikjustofna á stærð við kynþroska (kafli 2.1). Hjá flestum bleikjustofnum byrjar kynþroskinn um veturinn þegar fiskurinn er alinn við náttúrulegt ljós. Til að kynþroskinn hefjist þarf bleikjan að ná ákveðinni lágmarksstærð, sem er mismunandi á milli stofna. Einnig þarf hún að hafa byggt upp nægilegan orkuforða (nægilega feit). Ef þessari lágmarksstærð er ekki náð í tæka tíð verður hún ekki kynþroska fyrr en árið eftir. Reynslan úr kynbótaverkefninu hér á landi er að lítið er um kynþroska á bleikju sem hefur verið á þriðja ár í eldi (aldur 2+) eða eftir um 27 mánuði frá frjóvgun hrognna en þá hefur bleikjan náð tæplega 1,3 kg þyngd (Einar Svavarsson 2004). Þessi árangur næst við góðar aðstæður (8-10°C) en gera má ráð fyrir að tíðni kynþroska sé hærri við lakari eldisaðstæður og lengri framleiðslutíma fram að eins kíló þyngd, því fiskurinn er orðinn eldri.

### Áhrif umhverfispáttá á kynþroska

Umhverfispáttir eins og hiti og lýsing hafa áhrif á kynþroska. Hár eldshiti eykur vöxt og flýtur kynþroskamyndun (Þuríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1993a,b). Í laxeldi hefur náðst góður árangur við að hindra kynþroska með því að ala fiskinn við stöðugt ljós yfir ákveðið tímabil á árinu (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004, 2005). Í tilraunum á laxi hefur komið vel fram að verulegu máli skiptir hvenær lýsing hefst á árinu og hvenær henni lýkur. Ágætur árangur hefur náðst með því að hefja stöðuga lýsingu í október-nóvember og taka hana af í maí-júní (sjá, Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004; Peterson og Harmon 2005). Þrátt fyrir að verulegar framfarir hafi orðið á síðustu árum við að draga úr snemmkynþroska með kynbótum (kafli 2.1) getur há kynþroskatíðni valdið töluverðu tjóni, við framleiðslu á stórum fiski, ef framleiðslutíminn er langur. Þróun á heppilegri ljósaþýringu fyrir bleikju til að draga út tíðni kynþroska getur því komið að góðum notum fyrir þá bleikjuframleiðendur sem vilja framleiða stóra bleikju (yfir 1-2 kg), sérstaklega þar sem vöxtur er tiltölulega hægur.

### 5.3 Fóður

Fóður er stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í bleikjueldi og allt frá byrjun síðasta áratugar hafa hér á landi verið stundaðar töluverðar rannsóknir á fóðursamsetningu, meltanleika fóðurs og framkvæmd fóðrunar fyrir bleikju (tafla 5.2). Ítarlegt yfirlit yfir erlendar fóðurrannsóknir er að finna í samantekt Johnston (2002).

#### Meltanleiki fóðurs

Í byrjun síðasta áratugar voru framkvæmdar mælingar á meltanleika fóðurs hjá bleikju á Íslandi og þróaðar aðferðir til að mæla fóðurtöku og saursöfnun (Ólafur Guðmundsson og Kristín Halldórsdóttir 1995; Ólafur Guðmundsson o.fl. 1995). Metinn var meltanleiki



Mynd 5.3. Mismunandi litir á kynþroska bleikju (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

fiskimjöls af mismunandi gæðum, sojamjöls, rækjumjöls, lirfamjöls, kjötmjöls og undanrennumjöls. Niðurstöðu þessarar rannsóknar bar vel saman við sambærilegar erlendar rannsóknir, en á óvart kom þó góður meltanleiki sojamjöls og eldþurraðs fiskimjöls hjá bleikju (Kristín Halldórsdóttir 1992; Kristín Halldórsdóttir og Ólafur Guðmundsson 1993). Í nýrri rannsókn kom einnig fram að meltanleiki sojamjöls er meiri hjá bleikju en regnbogasilungi (Gurure o.fl. 1996).

Í íslenskri tilraun voru prófaðar níu fóðurlöndur fyrir bleikju með mismunandi hlutföllum próteins (30-50%) og fitu (10-23%). Tilrauninni var skipt í þrjú sextán vikna tímabil og mælt át, meltanleiki, orkusöfnun og vöxtur. Bleikjan var alin við tvö hitastig, 7 og 11°C og meðalþyngd bleikjunnar var 60, 360 og 980 g við upphaf hvers tímabils (Ólafur Guðmundsson og Þuríður Pétursdóttir

Tafla 5.2. Yfirlit yfir íslensk rannsókn- og þróunarverkefni á fóðri og fóðrun bleikju (viðauki 1).

Tímabil	Heiti á verkefni	Styrktaraðilar
1991-1992	Áhrif próteingæða og fitumagns í fóðri á vöxt, holdgæði og meltanleika hjá bleikju	Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1993-1996	Át og fóðurnýting laxfiska	Rannsóknaráð ríkisins og Vísindasjóður VR
1994-1996	Samanburður á blautfóðri og þurrfóðri til áframeldis á villibleikju	Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1994-1996	Áhrif breytilegs hlutfalls próteins og fitu úr sjávarafla	Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1997	Samanburður á meltanleika próteins í fiskimjöli	Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins
1997-2000	Áhrif fóðrunartíðni á breytileika í stærð bleikju í eldi	
1998	Mismunandi mjöltegundir í fóðri fyrir bleikju og lax	Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins
2002-2004	Uptaka og losun eitrefna í eldisfiski	Rannsóknaráð Íslands
2005-2007	Plöntuhráefni í bleikjuþóðri í stað fiskimjöls og lýsis	AVS rannsóknarsjóður í sjávarútvegi

1998, 1999). Niðurstöður eru þær að meltanleiki próteins er háur (um 95%) og hlutfall próteins í fódri, aldur bleikju og eldshiti hafa ekki áhrif á meltanleika próteins. Meltanleiki fitu er hæstur við 15%-20% fituhlutfall í fódri. Meltanleikinn er jafnframt hæstur á seiðastigi, við hátt hitastig og hátt próteinhlutfall í fódri. Aukið hlutfall fitu í fódri hafði engin áhrif á meltanleika próteins.

Í rannsókn Ólafs Guðmundssonar og Þuríðar Pétursdóttir (1999) kom fram að meltanleiki fitu var hærri við 11°C en 7°C. Í annarri rannsókn kom einnig fram lægri meltanleiki í fitu, próteinum og þurrefni við 0,6°C en við 10°C (Olsen og Ringø 1998). Bleikja virðist viðkvæm fyrir hærri kolvetnisinnihaldi en 15% í fódri (Erikson 1991 í Johnston 2002). Það virðist þó vera háð hitastigi, þar sem hátt kolvetnisinnihald (23,7%) hafði engin áhrif á meltanleika fódurs við 10°C en minnkaði meltanleikann við 0,6°C (Olsen og Ringø 1998).

### Efnainnihald fódurs

Framan af var laxafóður notað mikið fyrir bleikju og náðist vel viðunandi vöxtur og fódurnýting (Jón Árnason 1991). Fljótlega var þó farið að hanna fóður sem hentaði betur þörfum bleikjunnar. Í íslenskri tilraun voru skoðuð áhrif fitubætts fódurs m.a. á fódurtöku og vöxt bleikju. Rúmlega 10 g seiði af Ölversstofni og Grenlækjarstofni voru alin í um 13 mánuði og náðu þau 350-650 g í lok tilraunar. Fiskarnir voru fódraðir með feitu (22-32% fita) og stóru fódri (19-24%) (Ólafur I. Sigurgeirsson 1996). Niðurstöður voru þær að hægt var að auka fituinnihald í seiðafóðri án þess það hefði merkjanlega áhrif á fódurtökuna. Fitubætta fóðrið hafði jákvæð áhrif á vöxt hjá báðum stofnunum en munurinn var aðeins marktækur hjá Grenlækjarstofninum.

Í rannsókn Ólafs Guðmundssonar og Þuríðar Pétursdóttir (1999) kom fram að fóður fyrir seiði má vera feitt (23%) en fyrir stærri fisk hefur aukin fita umfram 15% ekki jákvæð áhrif. Jafnframt kom fram að við háan eldshita (11°C) er óhætt að gefa feitara fóður en við lágan eldshita (7°C). Í erlendri rannsókn á seiðum (< 50 g) fékkst besti vöxturinn og fódurnýtingin við 54% prótein- og 20% fituinnihald í fódri sem jafnframt voru hæstu gildin í tilrauninni (Tabachek 1986). Í samantekt Johnston (2002) er ráðlagt að hafa innihald fitu í fódri um 20% fyrir seiði í frumfóðrun og rétt rúmlega 20% fyrir stóran fisk í matfiskeldi. Sömu viðmiðanir eru hafðar hjá Fódurblöndunni ([www.fodur.is](http://www.fodur.is)) eða 20% fita í fódri hjá fiski sem 40 g að þyngd og stærri (kögglastærð 3-8 mm). Hjá Danfeed er hinsvegar miðað við að fituinnihald sé 16% hjá seiðum við frumfóðrun og upp í 28% hjá stærri fiski í matfiskeldi ([www.danafeed.dk](http://www.danafeed.dk)). Hér er um verulegt ósamræmi að ræða sem þarfnast nánari skoðunar. Einnig hefur verið bent á að munur kunni að vera á næringarþörfum bleikju eftir stofnum (Tabachek 1993).

Í íslenskri fódurrannsókn komust Ólafur Guðmundsson og Þuríður Pétursdóttir (1999) að þeirri niðurstöðu að fóðrið þarf að vera próteinríkt (a.m.k. 50%) fyrir allar stærðir af bleikju (60-960g). Í samantekt Johnston (2002) kemur fram að próteinþörf minnkar með aukinni stærð fisksins eins og hjá laxi og regnbogasilungi. Ef niðurstöður í tilraun Ólafs Guðmundssonar og Þuríðar Pétursdóttir (1999) eru skoðaðar betur má sjá að svipaður vöxtur er við 40% og 50% próteininnihald í fódri hjá stærsta hópnum (960 g) sem er í takt við niðurstöður annarra rannsókna (Johnston

2002). Bleikja þrífst vel á fódri sem er með próteininnihald eins og í laxafóðri en virðist þurfa viðbót af meþíónín amínósýru og lysín til að uppfylla sérstakar þarfir hennar (Simmons o.fl. 1999; Johnston 2002).

### Hráefni til fódurgerðar

Á árinu 1991 hófst verkefni þar sem kanna átti hvort vöxtur og gæði bleikju í matfiskeldi (stærri en 100 g) væri marktækt betri ef notað er hágæðaprótein í fódri, en jafnframt að skoða hvort vöxtur aukist með hærri fituinnihaldi fódurs. Niðurstöður í þessari tilraun voru þær að bleikja vex og dafnar vel á fódri sem hefur prótein úr ódýrara hráefni en hágæða laxafóður, en vöxturinn á þessu próteini er háður hlutfalli lýsis í fódri. Ennfremur gefa niðurstöður gæðamats enga ástæðu til að ætla að ódýrara hráefni skili verri, eða ólustugri bleikju til manneldis (Skúli Skúlason o.fl. 1993a).

Á undanförunum árum hafa rannsóknir snúist mikið um nýtingu plöntuhráefnis í fóður fyrir laxfiska. Nú er hafði nýtt verkefni með styrk úr AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi „plöntuhráefni í bleikjufóðri í staðs fiskimjöls og lýsis“. Markmið verkefnisins er að framleiða ódýrt fóður fyrir bleikju svo lækka megi framleiðslukostnað og auka arðsemi í bleikjueldi. Verkefnið hófst á árinu 2005 og er til þriggja ára.

### Litarefni í fódri

Til að bleikjan fái rauðan holdlit er litarefnunum astaxanthin/chantaxanthin bætt í fóðrið. Oft hefur reynst erfitt að fá nægilega góðan holdlit í bleikju og hefur umtalsverður munur mælst milli bleikjustofna. Bleikja úr Nauyuk vatnakerfinu er gott dæmi um eldisstofn sem hefur góðan holdlit (Johnston 2002). Litarupptaka í holdi eykst með aukinni fódurtöku. Ef vaxtarskilyrði eru ekki nægilega góð eins og t.d. við of lítinn þéttleika og stéttaskiptingu í kerinu getur það leitt til mismunandi litarupptöku milli fiska vegna breytileika í vexti (Hatlen o.fl. 1997; Jobling o.fl. 1998a). Ýmsir aðrir þættir virðast hafa áhrif á litarupptöku í holdi, svo sem hitastig, en holdliturinn er jafnan betri hjá fiski sem alinn er við 8°C en 12°C (Olsen og Mortensen 1997).

Í einni tilraun var 150-320 g bleikju gefið fóður sem innihélt allt frá engu litarefni upp í 150 mg astaxanthin/kg. Jákvætt samband var milli aukins innihalds litarefnis og holdlitar upp að 70 mg astaxanthin/kg (Olsen og Mortensen 1997). Geta fisksins til að taka upp litarefni í hold eykst með aukinni fiskstærð. Í þeim tilvikum sem lítill fiskur (300 g) er framleiddur er mælt með að honum sé gefið litarefnablandað fóður allt frá byrjun en fyrir stærri fisk er hagkvæmast að byrja að gefa honum litarefni við 200-300 g stærð (Halten o.fl. 1995). Þessar ráðleggingar gilda væntanlega ekki fyrir alla bleikjustofna þar sem litarupptaka er mismunandi eftir stofnum. Í samantekt Johnston (2002) er mælt með að gefa bleikju litarefni allt frá frumfóðrun.

## 5.4 Fóðrun og fódurnýting

### Fóðurmagn

Eldshiti og fiskstærð ákvarða fyrst og fremst það fóðurmagn sem fiskinum er gefið yfir sólahringinn (Jobling

o.fl. 1992, 1993b). Ástand fisksins hefur töluverð áhrif á fódurtöku og dregur t.d. úr henni eftir því sem fiskurinn verður feitari (Jobling og Miglavs 1993). Vaxtarsveiflur eða uppbótavöxtur geta einnig haft verulega áhrif á fódurtöku milli tímabila (kafli 5.1). Margir aðrir þættir hafa áhrif á fódurtöku s.s. lýsing, vatnsgæði, þéttleiki og framkvæmd fódunar (Johnston 2002).

### Fóðrun

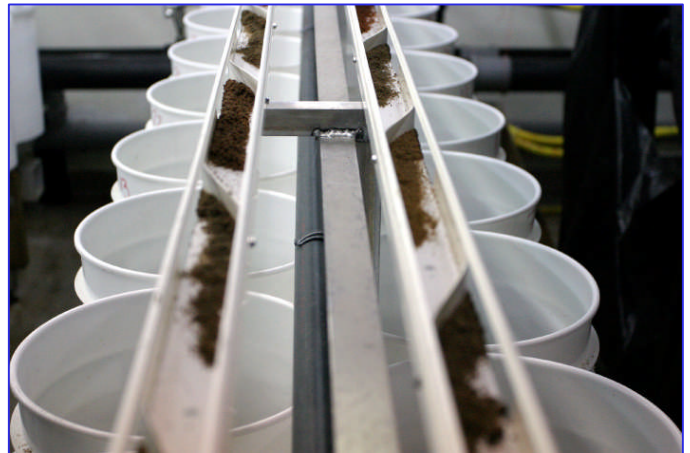
Magn fóðurs í hverri fóðurgjöf er háð lífmassanum í eldiseiningunni (fjöldi og stærð fiska) og stærð fódurköggla (Brännäs og Alanära 1994). Bleikja er ekki eins virk við fódurtöku og regnbogasilungur og þarf því að beita annarri fóðrunartækni við fóðrun. Það hentar bleikju betur að fódra minna í einu og oftar (Brännäs og Alanära 1992; Linnér og Brännäs 2001). Í einni tilraun kom fram að best væri að fódra 100-300 g bleikju um 0,1 g af fóðri á hvert kg af fisk í hverri fóðurgjöf á vorin og sumrin (Alanära og Kiessling 1996). Í annarri tilraun kom fram að bleikja óx betur þegar fódrað var 32 sinnum á dag samanborðið við 8 sinnum á dag. Þessu var öfugt farið með regnbogasilung en þar er besti vöxturinn þegar fódrað var 8 sinnum á dag. Að fódra bleikju minna og oftar er sérstaklega mikilvægt við lágt hitastig þegar virkni fisksins er lítil (Linnér og Brännäs 2001).

Í eldiskari myndast goggunarröð þar sem ríkjandi fiskar éta mest af fóðrinu en bældir fiskar fá minna og vaxa því hægar (Brännäs og Alanära 1994; Jobling 1995). Í íslenskrari tilraun með 150-300 g fisk af blönduðum eldisstofni (Hólar-Ölversstofn) kom fram að tíðni fódunar hafði ekki áhrif á vöxt, stærðardreifingu og goggunarröð hvort sem fódrað var yfir tveggja klukkutíma tímabil einu sinni á dag, tvo tíma tvisvar sinnum á dag eða fódurskammturinn væri gefinn jafnt yfir einn sólahring (Þuríður Pétursdóttir 2002). Í annarri tilraun kom fram lítilsháttar munur í myndun stéttarskiptingar við fóðrun á milli stofna (Damsgård o.fl. 1997).

Til að koma í veg fyrir að ríkjandi fiskar hamli fódurtöku hjá bældum fiskum er mikilvægt að dreifa fóðrinu vel, og fódra til mettunar. Góð dreifing á fóðri er mikilvæg í bleikjueldi vegna mikils þéttleika sem er hafður í eldinu (Alanära og Brännäs 1996; Johnston 2002). Í kvöldi er mikilvægt að dreifa fóðrinu vel til að tryggja að bleikjan nái því áður en það sekkur út úr kvínni. Góð dreifing á fóðrinu skiptir þó minna máli þegar fóðrar er lítið í einu (Brännäs og Alanära 1992).

### Fóðurnýting

Fóðurmagn til að framleiða eitt kíló af fisk fer einkum eftir orkuinnihaldi fóðursins. Í rannsókn á bleikju sem var 10-500 g kom fram að 15,7 MJ þurfti til að framleiða eitt kg af fiski og er þá miðað við heildarorku fóðursins. Þetta samsvarar fóðurstuðli um 0,7 þegar notað er fóður með 22,8 MJ/kg heildarorku (Jón Örn Pálsson 1990, 1991). Í reynd er fóðurstuðullinn yfirleitt hærri en því valda m.a. afföll, kynþroski og yfirfóðrun. Á fyrstu árum bleikjueldis í kvíum var fóðurstuðullinn mjög hár samanborið við eldi í körum (Alanära 1990; Glebe og Turner 1993). Í Svíþjóð hefur fóðurstuðullinn lækkað mikið sem að mestu er rakið til þess að betur er staðið að fóðruninni (Bailey og Alanära 2000). Í körum er algengt að bleikjan éti fóður af botni sem getur m.a. skýrt betri fóðurstuðul í körum en kvíum. Minni vöxtur er hjá bleikju sem hefur ekki möguleika að



Mynd 5.4. Einfaldur fóðrunarbúnaður við fóðrun bleikjuseiða (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

éta fóður af botni (Jørgensen & Jobling 1990). Við eldi á bleikju í kvíum er mikilvægt að fódra fiskinn oft og lítið í einu til að auka líkurnar á því að fóðrið verði étið áður en það fellur til botns (Brännäs og Alanära 1992; Brännäs og Linnér 2000). Nú eru til margar tegundir af búnaði sem geta numið yfirfóðrun og því auðvelt að koma í veg fyrir að fóðrið fari forgörðum með þeirri tækni sem er á markaðnum (Johnston 2002).

Fleiri þættir en framkvæmd fóðunar geta haft áhrif á fóðurnýtingu. Hitastig hefur áhrif á hraða meltingarinnar og að einhverju leyti einnig á meltanleika fóðursins. Í tveimur rannsóknum mældist lægri meltanleiki við lægri hitastig (0,6°C og 7°C) en við 10-11°C (Olsen og Ringø 1998; Ólafur Guðmundsson og Þuríður Pétursdóttir 1999). Hráefnisgerð og hlutfall næringarefna í fóðringu hefur einnig áhrif á meltanleika og þar með á fóðurnýtingu. Gerðar hafa verið rannsóknir á fóðurnýtingu hjá bleikju við mismunandi hitastig. Með fóðurnýtingu er átt við hlutfall orku fóðursins sem er nýtt til vaxtar. Í einni tilraun var mæld fóðurnýting seiða (< 25g) við hitastig frá 5, 9, 13, 16, 18 og 20°C og mældist besta fóðurnýtingin við 9°C (Larsson og Berglund 1998). Tilraunin var einnig gerð fyrir stærri fisk við sömu hitastig og þá mældist besta fóðurnýtingin við 5°C. Fóðurnýtingin lækkaði með auknu hitastigi fyrir þrjá af fjórum bleikjustofnum sem notaðir voru í tilrauninni (Larsson og Berglund 2005). Kjörhitastig fyrir fóðurnýtingu virðist því lækka með aukinni fiskstærð en það er einnig þekkt hjá öðrum fisktegundum eins og t.d. þorski (Björn Björnsson o.fl. 2001). Kjörhitastig fyrir bestu fóðurnýtingu virðist jafnan nokkuð fyrir neðan kjörhitastig mesta vaxtarhraða.

Ávallt er álitamál hvort hagkvæmara sé að draga úr vexti til að bæta fóðurnýtingu. Bleikja hefur betri fóðurnýtingu í fersku og ísöltu vatni en sjó og aðrir umhverfisþættir eins og súrefnisinnihald vatnsins hafa einnig áhrif á fóðurnýtingu (Johnston 2002). Betri fóðurnýting fæst við hæfilegan straumhraða (kafli 3.4).

## 5.5 Umhverfisaðstæður og eldistækni

Möguleikar til matfiskeldis á bleikju ráðast einkum af lífeðlisfræði bleikjunnar og landfræðilegum aðstæðum. Þeir umhverfisþættir sem eru mest ráðandi eru:

- i. Hitastig, en bleikja (>500 g) þolir illa hita yfir 10 °C.
- ii. Seltuinnihald, en bleikja þolir illa seltu sem er meira en u.þ.b. 25 ‰.

Matfiskeldi á bleikju hefur einkum farið fram í körum í land- og strandeldisstöðvum en í minna mæli í kvíum í stöðuvötnum og sjó. Á seinni árum hefur þaulnot og endurnot á vatni til að spara vatn og orku orðið algengara í land- og strandeldisstöðvum.

#### Kvíaelði í stöðuvötnum

Bleikjueldi í kvíum er stundað í stöðuvötnum, sjó og í ísöltu vatni. Stærsti hluti þess fer fram í fersku vatni. Í Svíþjóð fer eldið fram í uppistöðulónum í norðurhluta landsins þar sem vatnið hitnar ekki of mikið yfir sumarmánuðina (Larsson og Sjöstedt 2000). Bleikja er viðkvæm fyrir háum hita og ef hann fer yfir 15 °C minnkar vöxtur og sjúkdómatíðni eykst (Eirikson o.fl. 1993). Þessi hitamörk eru eflaust háð fiskstærð og má gera ráð fyrir að þau séu lægri eftir því sem fiskurinn stækkar. Í eldistilraun sem gerð var í upphafi bleikjueldis í Svíþjóð mældist hæsti hiti í einstökum stöðuvötnum/uppistöðulónum frá 14 °C upp í 20 °C (Alanärä 1990). Of hár hiti í uppistöðulónum í Svíþjóð getur því orðið til vandræða eins og t.d. í heitum sumrum 2001 og 2002 (Fiskeriverket 2006).

Í byrjun síðasta áratugar voru gerðar nokkrar tilraunir með eldi í kvíum í Kanada bæði í fersku og ísöltu vatni (Constantine 1993; Cotton 1993; Dube 1993; Murphy 1993). Mikil afföll urðu í eldinu vegna þess að vatnshitastigið varð of hátt yfir sumarið, stundum yfir 20 °C (Cotton 2003; Chapman 1993). Til að forðast heitt yfirborðslag í stöðuvötnum á sumrin og lagnaðarís á veturna hafa verið gerðar tilraunir með sökkvanlegar kvíar (Cotton 1993; Murphy 1993). Þessar tilraunir virðast ekki hafa skilað miklum árangri og er niðurstaðan að möguleikar á eldi í stöðuvötnum í Kanada séu takmarkaðir vegna of mikils hita á sumrin (Delabbio 1996). Dæmi eru um að dælt sé köld djúpvatni upp í kvíarnar til að halda hitastiginu niðri á sumrin (Eriksson og Wiklund 1989). Bent hefur verið á að ekki er hægt að hafa nægilegan mikinn þéttleika í kvíum til að tryggja kjöraðstæður fyrir fiskinn vegna lítilla vatnskipta í nóttinni (Illingworth 1993b; Johnston 2002). Þéttleikinn virðist þó ekki hafa haft verulega neikvæð áhrif á vöxt bleikju í minni kvíum í stöðuvötnum í Svíþjóð en þar var upphafsþéttleiki 10-20 kg/m<sup>3</sup> (Alanärä 1990). Í sænsku tilrauninni náðst svipaður eða betri vöxtur í samanburði við vaxtarlíkan Joblings (1983). Framan af var fóðurstuðull hár í kvíaelði en með rétttri fóðrunartækni og eftirliti má þó halda yfirfóðrun í lágmarki (kafli 5.4). Því virðist sem of hár vatnshiti sé helsti flöskuhálsinn við kvíaelði í stöðuvötnum víða í samkeppnislöndunum.

Ýmsar aðrir annmarkar eru við kvíaelði á bleikju í stöðuvötnum samanborið við land- og strandeldi þar sem hægt er að stjórna umhverfispáttum eins og t.d. hitastigi. Þar má nefna að vöxtur er lítill um veturinn og stærsti hluti líffungaaukningarinnar verður yfir tiltölulega fáa mánuði á sumrin. Varasamt getur verið að meðhöndla fiskinn þegar mjög heitt er á sumrin og yfir köldustu vetramánuðina. Erfitt aðgengi getur einnig verið að kvíunum þegar vötn eru ísilögð, auk þess er talsverð hættu á að ísinn skemmi kvíarnar, einkum þegar hreyfing er á honum á haustin og vorin (Johnston 2002).



Mynd 5.5. Séð yfir athafnasvæði Fiskeldis Haukamýragili á Húsavík. Þar er bæði seiða- og matfiskeldi á bleikju (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

#### Sjókvíaelði

Lífeðlisfræði bleikjunnar takmarkar bleikjueldi í fullsöltum sjó (Jobling o.fl. 1993b), en seltupolið er mest yfir stutt tímabil á sumrin (kafli 3.2). Eldi á bleikju í kvíum í fullsöltum sjó hefur m.a. verið reynt með takmörkuðum árangri á Íslandi (Össur Skarphéðinsson 1988), í Noregi (Gjedrem 1975; Gjedrem og Gunnes 1978; Ugedal og Heggberget 1988) og Kanada (Delabbio 1993; Duston o.fl. 2005).

Í Kanada var gerð tilraun með eldi á 18 fjölskyldum en engin þeirra þreifst nægilega vel í sjó (Duston o.fl. 2005). Í Noregi hefur verið reynt að velja fjölskyldur til áframeldis sem eru með besta seltupolið án þess að það hafi skilað betri árangri (Lekang 2000). Í norskri rannsókn kemur fram töluverður munur á seltupoli milli einstakra fiska og um 30% þeirra höfðu gott seltupól eftir tvo mánuði í sjó. Bent var á þann möguleika að með vali á þeim einstaklingum sem höfðu lengsta seltupolið mætti hugsanlega lengja þann tíma sem fiskurinn getur lifað í fullsöltum sjó (Siikavuopio og Aas 2002). Það er þó ekki líklegt að hægt sé að lengja þennan tíma umtalsvert þar sem lífeðlisfræði bleikjunnar og náttúruleg aðlögun gegnum tíðina byggist á stuttri sjávardvöl.

Sýnt hefur verið fram á að stjórna megi tímasetningu aukins seltupols bleikju með ljósastýringu og þannig setja bleikju í sjókvíar á mismunandi árstímum. Með því móti væru kvíar nýttar betur og hægt að slátra fiski af markaðsstærð upp úr kvíunum yfir lengra tímabil á árinu (Siikavuopio og Aas 2002). Mestu möguleikar til bleikjueldis í sjókvíum eru á svæðum með ísöltu vatni. Bent hefur verið á möguleika á bleikjueldi í skoskum fjörðum þar sem er 20-30 prómill selta og 6-8 °C hiti á veturna (Heasman & Black 1998). Þó má gera ráð fyrir að hátt hitastig yfir sumarmánuðina takmarki eldið við köldustu mánuðina á árinu. Í Kanada hefur verið bent á möguleika á kvíaelði í ísöltu vatni við strendur Quebec fylkis. Þar er vandamálið ekki of hár sumarhiti en hinsvegar fer hitastigið sjaldnast yfir 1 °C yfir sex mánaðar tímabil á veturna (Le François o.fl. 2002). Ekki er vitað til þess að umtalsvert bleikjueldi sé stundað í ísöltu vatni í fjörðum í Skotlandi, Kanada eða öðrum löndum.

Til að nýta hagstæðara hitastig yfir vetramánuðina hefur verið þróuð eldistækni í Noregi þar sem efsti hluti

kvíarinnar er dúkklaeddur og ferskvatnslag myndað með ferskvatnsrennsli. Með þessu móti getur bleikjan sótt reglulega upp í ferskara yfirborðslag og haldið betur vökvajafnvægi þannig að afföll minnka (Mortensen og Arnesen 1999). Nýlega er hafið verkefni í Noregi þar sem markmiðið er að lengja sjávardvalartímann með votfóðurgjöf í stað þurrfóðurs. Vatnsinnihald votfóðurs auðveldar bleikjunni að halda vökvajafnvægi í sjó og vonast er til að á þennan hátt verði hægt að lengja eldistíma í sjó úr 60 dögum í 80-90 daga (Berg 2005). Ýmsar aðrar tilraunir hafa verið gerðar til að auka seltupól bleikju. Til dæmis hefur bleikjuseiðum verið gefið fóður með háum saltstyrk áður en þau voru sett í sjókvíar. Með þessum móti var aðeins hægt að bæta getu þeirra fiska sem ekki höfðu fullþorskað seltupól að lifa í sjó (Staurnes og Finstad 2000).

### Strand- og landeldi

Eldi á bleikju í körum er algengasta eldisformið. Yfirleitt eru notuð hringlaga kör en dæmi eru um eldi í lengdastraumsrennum, en við slíkar aðstæður er mikilvægt að þéttleiki sé mikill til að tryggja góða dreifingu fisksins um rýmið (Chapman 1993). Ýmsir kostir eru við bleikjueldi í körum samanborið við kvíar. Mögulegt er að stjórna umhverfisþáttum í körunum og með því að ala bleikjuna við hæfilegan straumhraða eykst vaxtarhraðinn, stærðardreifing minnkar og fóðurnýtingu batnar (Johnston 2002). Hver rúmmetri í strand- og landeldisstöðvum er dýrari en í kvíum en á móti kemur að hægt er að hafa meiri þéttleika og þar sem aðstæður eru góðar er hægt að halda kjöraðstæðum m.t.t. vaxtar allt árið og ná mun meiri framleiðslu á hvern rúmmetra. Framleiðslan er einnig jöfn allt árið og þannig er hægt að tryggja jafnara framboð þar sem kjöraðstæður eru til bleikjueldis.

Matfiskeldi á bleikju í landeldi er algengast eldisformið í Kanada (Summerfelt o.fl. 2004) og er einnig stundað í Noregi (Falch 2005) og Svíþjóð (Larsson og Sjöstedt 2000). Flestar bleikjueldisstöðvar hér á landi eru landeldisstöðvar. Af 39 bleikjueldisstöðvum á árinu 1994 voru 37 landeldisstöðvar og 2 strandeldisstöðvar. Framan af voru stöðvarnar litlar og af 37 landeldisstöðvum nýttu aðeins 17 þeirra jarðhita til að hita upp vatnið (Jón Örn Pálsson 1995c). Nú seinni árin hefur landeldisstöðvum hér á landi fækkað og þær jafnframt stækkað.

Í landeldisstöðvum á Íslandi og í samkeppnislöndum er algengt að notað sé grunnvatn með stöðugt hitastig allt árið. Á nokkrum svæðum hér á landi er mikið magn af hentugu vatni sem getur numið nokkrum rúmmetrum á sekúndu en það gefur möguleika á að byggja upp hagkvæmar og stórar eldiseiningar. Í þessu sambandi má nefna góðar aðstæður til bleikjueldis í Öxarfirði þar sem mikið magn er af lindarvatni (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1989).

Í sumum tilvikum er vatnið sjálfrennandi í körin en í öðrum tilvikum þarf að dæla öllu vatni. Hólalax og Fiskeldið Haukamýragili er dæmi um landeldisstöðvar með sjálfrennandi kalt vatn og aðgang að jarðhita þannig að hægt er að ala bleikjuna við sem næst kjörhita allt árið. Landeldi getur verið betri kostur en strandeldi þar sem auðveldlega má ná miklu magni af sjálfrennandi ferskvatni. Þar sparast kostnaður við dælingu og framleiðsluöryggi er jafnan meira en í strandeldisstöðvum. Hjá samkeppnisaðilum er aðgengi að grunnvatni víða mjög takmarkað og aðstæður



Mynd 5.6. Grunnvatn tekið í vel frágengnum brunni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

því lakari til að byggja stórar framleiðslueiningar á landi

Þar sem dæla þarf sjó eða ísöltu vatni upp í kör í strandeldi ræðst kostnaðurinn af dælingarhæð og hversu mikið vatnið er þaulnýtt með súrefnisbætingu eða loftun í körunum. Hér á landi er bleikja alin í ísöltu vatni og eru m.a. að finna góðar aðstæður til strandeldis á Reykjanesi. Þar hafa nokkrar stórar stöðvar verið byggðar og má gera ráð fyrir að ná megi mikilli stærðarhagkvæmni í bleikjuframleiðslu við slíkar aðstæður. Dæmi um stóra strandeldisstöð er bleikjueldi Oddeyrar ehf. á Vatnsleysu (mynd 5.7). Bleikja er einnig alin í ísöltu vatni í körum í Noregi en sjór er notaður til að hækka hitastigið á ferska vatninu, sem er um 0°C stóran hluta ársins (Heggberget o.fl. 1994; Mortensen og Andersen 1999).

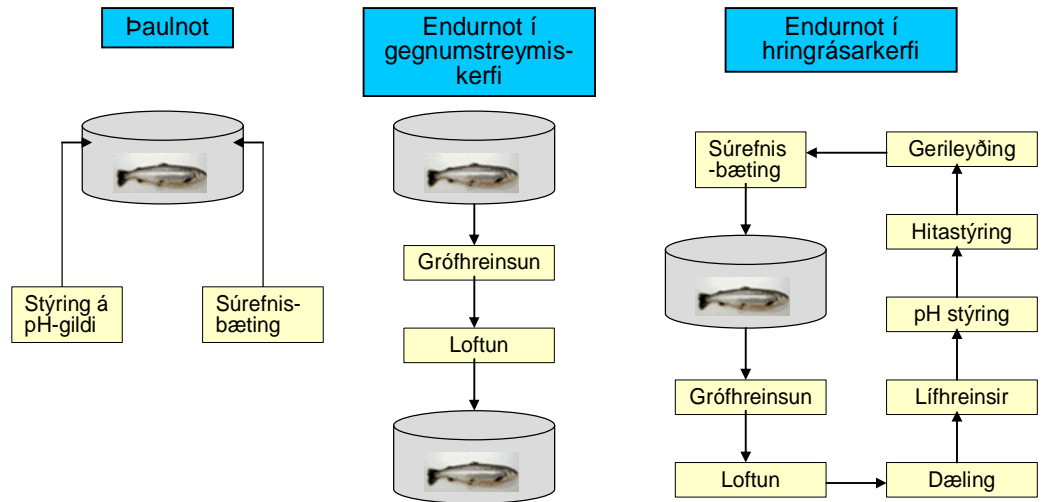
### Paul- og endurnot á vatni

Með paulnotkun á vatni er verið að draga úr vatnsnotkun og bæta nýtingu á orku. Við paulnotkun er hreinu súrefni eða lofti dælt í vatnið og hefur þessi aðferð verið notuð í strand- og landeldisstöðvum hér á landi til margra ára (mynd 5.8), til að draga úr dælingarkostnaði og bæta rekstrarafkomu stöðvanna (Erlendur Jónsson 1993). Fyrsti flöskuhálsinn við paulnot á vatni er uppsöfnun á koltvísýringi (CO<sub>2</sub>) sem fiskurinn gefur frá sér og sýrustig vatnsins lækkar. Skaðsemi koltvísýrings eykst með lækkanði sýrustigi og hefur því verið farin sú leið að bæta



Mynd 5.7. Séð yfir hluta af strandeldisstöð Oddeyrar ehf., Vatnsleysu á Reykjanesi (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

víttisóta eða óslökkt kalk í vatnið til að hækka sýrustig þess og draga þannig úr skaðsemi koltvísýrings (Helgi Thorarensen og Ragnar Jóhannsson 1999). Endurnot á vatni er önnur útfærsla sem nýtt hefur verið hér á landi og er vatnið þá grófhreinsað og loftað áður en það er nýtt aftur (mynd 5.8). Þetta geta verið gegnumstreymiskerfi þar sem vatnið rennur úr einni eldiseiningu yfir í aðra eða hringstreymiskerfi þar sem vatninu er dælt yfir í sömu eldiseiningu. Þar sem halli er á landi er auðvelt að



Mynd 5.8. Nokkrar aðferðir til að bæta nýtingu vatns og varma í bleikjueldi.

endurnota vatn í gegnumstreymiskerfum án dælingar. Þá er vatnið grófhreinsað og loftað milli þrepa eða eldiseininga. Þetta kerfi er tiltölulega einfalt og ódýrt í rekstri og hentar vel hér á landi vegna aðgengi að tiltölulega ódýrri orku (jarðhita) og miklu magni af hentugu vatni til bleikjueldis. Í íslenskri rannsókn var sýnt fram á að hægt væri að minnka vatnsnotkun niður að 0,05 L/kg fisk/mín í tilraunareiningu, án lífhreinsis til að fjarlægja ammoníak úr vatninu, án þess það hefði marktæk áhrif á vöxt fiskisins í samanburði við gegnumstreymiskerfi. Sett var upp einfalt hringrásarkerfi þar sem vatnið var endurnotað í tveimur 2 m<sup>2</sup> körum. Vatnið var tekið út um hlið karanna og dælt í loftara. Hluti vatnsins og grugg fór út um frárennsli í botni karsins (Theodór Kristjánsson 2004).

Í samkeppnislöndunum er víða takmarkað aðgengi að grunnvatni og orka dýr og því hefur verið farin sú leið að byggja upp flókin og dýr hringrásarkerfi. Í N-Ameríku eru þær stöðvar sem eru best búnar með fullkomin hringrásarkerfi með grófhreinsun, loftun, súrefnisbætingu, gerileyðingu, lífhreinsi til að fjarlægja ammoníak ásamt möguleika á að hita og kæla vatnið (mynd 5.8). Í sumum stöðvanna er þörf á að kæla vatnið á sumrin og hita upp á veturna (Summerfelt o.fl. 2004). Stærð stöðvanna takmarkast yfirleitt við grunnvatn sem er á svæðinu og er mest um 250 l/sek í bleikjueldisstöðvum í Kanada (Rogers og Davidson 2001; Summerfelt o.fl. 2004). Stöðvarnar eru því litlar og var áætlað að ein bleikjueldisstöð með 190 l/sek hefði framleiðslugetu upp að 200 tonnum með því að endurnota vatnið (Summerfelt o.fl. 2004). Hringrásarkerfi í bleikjueldi eru einnig í fleiri löndum eins og t.d. Noregi (Lekang 2000; Sæther o.fl. 2004.). Vegna takmarkaðs aðgengis að grunnvatni og dýrri orku þurfa samkeppnisaðilar að byggja flóknari og dýrari hringrásarkerfi en þörf er á hér á landi til að geta skapað kjöraðstæður fyrir bleikjueldi.

Nýlega var verkefni sett af stað hér á landi sem hefur m.a. það að markmiði að sýna fram á kosti þaulnotkunar vatns í landeldi til að spara vatn og orku. Verkefnið er unnið í samvinnu við tvær bleikjueldisstöðvar. Setja á upp búnað til þaulnotkunar á vatni við starfandi landeldisstöð. Kerfið verður tengt mælíbúnaði sem símælir súrefnisstyrk og styrk kolsýru í vatninu og eins verða gerðar reglubundnar

mælingar á styrk ammoníaks og gruggs (Ragnar Jóhannsson 2005).

## 6. Slátrun, vinnsla og gæðamál

### 6.1 Gæðastjórnun

Fljótlega eftir að bleikjueldi hófst hér á landi var farið að vinna að gæðamálum. Á árinu 1991 var Fagråd bleikjuframleiðenda stofnað (Hermann Ottósson 1991). Eitt af megin viðfangsefnum var að vinna að gæðamálum. Útbúnir voru staðlar fyrir gæðaflokkun og reglur um meðferð á bleikju við slátrun og pökkun. Einnig voru útbúnar starfsreglur Fagráðs bleikjuframleiðenda í gæðamálum og útbúnar leiðbeiningar fyrir gæðastjóra í pökkunarstöðvum (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998).

#### Áhrif fódurs á efnainnihald

Hægt er að hafa veruleg áhrif á efnainnihald og eðliseiginleika holds laxfiska með fódun (Rasmussen 2001). Í íslensku rannsóknaverkefni, með þátttöku fimm bleikjueldisstöðva, mældist fita í holdi á 500-1200 g bleikju frá rúmlega 7% upp í 15%. Fituinnehaldið fór vaxandi með aukinni fiskstærð eins og þekkt er fyrir lax. Það kom einnig fram að bleikjan var feitust þar sem notað var orkuríkasta fóðrið (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998).

#### Dreifing og eiginleikar fitu í bleikjuholdi

Í villtri bleikju (300-800 g) sem nýlega er genginn úr sjó er um 50% af fituinnehaldi fiskisins að finna í stoðgrind, roði og haus, 35-40% af fitunni er í vöðvum og 3-4% í meltingarvegi og lifur. Í kynþroska hrygnu er um 23% fitunnar í hrognum (Jørgensen o.fl. 1997; Jobling o.fl. 1998b). Fitan í holdi virðist vera meira eða minna fljótandi inn í vefnum og sést því ekki að öðru leyti en sem fitulag sem liggur undir roði og kemur fram sem fiturönd á flökum. Mat á þykkt fitu í þessari rönd virðist þó ekki gefa nógu gott mat á fituinnehaldi. Í skynmati kom fram að feit bleikja er safaríkari, stinnari og einnig með meira fitu- eða olíubragði en af magurri bleikju (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998, 1999).

### Áhrif umhverfisþátta á holdgæði

Umhverfisþættir eins og eldishi geta haft áhrif á efna- og eðliseiginleika holdsins. Meiri fita safnast fyrir í holdi bleikju sem er alin við hærra hitastig (Wandsvik og Jobling 1982). Þó dregur úr fitusöfnun með auknum straumhraða í karinu (Christiansen o.fl. 1989).

Í íslenskri rannsókn þar sem tveir bleikjustofnar voru aldir við 10°C og 15°C kom fram munur á holdlit á milli stofna og var bleikja upprunnin úr Grenlæk rauðari á holdið en þó aðeins þegar eldshitinn var 10°C. Jafnframt var þéttni í soðnu holdi meiri í bleikju sem var alin við 15°C (Ginés o.fl. 2004).

### Áhrif kynþroska á gæði

Fjöldi rannsókna sýna að kynþroski hefur neikvæð áhrif á gæði laxfiska. Fitu- og próteininnihald lækkar, holdið verður vatnskennt og gróft, bragðgæðin minnka og lyktin af fiskholdinu breytist (Adams og Huntingford 1997; Johnston 2002). Rauður litur holdsins dofna og litarefnin flytjast yfir í roð hænga og hrogn hrygna. Í rannsókn á bleikju minnkaði holdlitur um 50% við kynþroska, hlutfall fitu um 30% og próteins um 5%. Hlutfall vatns jókst hinsvegar um 5% (Halten o.fl. 1998). Bleikja sem sýnir einhver kynþroskaeinkenni að marki getur því ekki talist fyrsta flokks vara.

Í íslenskri rannsókn kom fram að væri að ná hrygnum, sem urðu kynþroska, í markaðshæft ástand á 3-4 mánuðum eftir kreistingu. Mikil vinna er við að kreista hrygnum (Puríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1994a) og kostnaður mikill, enda er þessi aðferð ekki notuð í íslensku bleikjueldi í dag. Hængar náðu hins vegar hvorki holdum né holdlit fyrir en í apríl-maí eða eftir 5-6 mánuði eftir hrygningu (Puríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1994a).

## 6.2 Slátrun og pökkun

Aðgengi að fiski í sláturstærð er mjög mismunandi eftir eldisaðferðum. Við kvíaeldi í vötnum getur veður og lagnaðaris hamlað því að hægt sé að ná fiski til slátrunar (Johnston 2002). Þó má auðveldlega aðgegni að fiskinum verulega með því að tengja landgöngubrú við kvíarnar. Í kvíum er einnig hætt á að vatnið verði of heitt á sumrin og of kalt á veturna, en hvortveggja getur sett ákveðnar skorður við meðhöndlun á fiskinum. Vinnuáætlaðir eru jafnan mun betri við eldi í körum og þar er yfirleitt auðveldara að stjórna umhverfisþáttum eins og t.d. hitastigi.

Í gæðareglum Fagráðs bleikjuframleiðenda kemur fram að bleikja skal sveltt fyrir slátrun að lágmarki 7-14 daga, háð eldishi. Í þessum reglum eru jafnframt aðrar leiðbeiningar s.s. um deyfingu, blóðgun, kælingu, aðgerð og pökkun (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998). Til nánari skýringa er einnig bent á greinina „Slátrun og gæði bleikju“ eftir Ólaf I. Sigurgeirsson (1996b).

### Aðgerð

Ekki er vitað til að rannsóknir hafi verið gerðar á hvernig best er að standa að slátrun bleikju. Hingað til hefur verið stuðst við aðferðir sem þróaðar hafa verið fyrir slátrun á laxi. Þó að margt sé líkt með bleikju og laxi við slátrun eru nokkur atriði frábrugðin. Erfiðara er að halda bleikjunni við



Mynd 6.1. Mikilvægt er að hafa réttan roðlit á bleikju (Ljósmynd: Guðbergur Rúnarsson).



Mynd 6.2. Slátrunar- og pökkunaraðstaða í lítilli bleikjueldistöð (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

blóðgun því bæði eru hún sleipari og sporðurinn mjórri. Sláturstærð bleikju er alla jafna smærri en á laxi og því er öll vinna við hana seinlegri. Kostnaður við slátrun á bleikju verður því hærri en við slátrun á laxi. Því er mikilvægt að vélvæða vinnsluferlið til að draga úr kostnaði. Slægingarvélar eru algengar við aðgerð á laxi og regnbogasilungi en hafa lítið verið notaðar við slátrun á bleikju.

Í einni íslenskri rannsókn mældist slægingartap um 8% hjá 350-650 g bleikju (Ólafur I. Sigurgeirsson 1996a). Gera má ráð fyrir hærra slægingartapi á bleikju sem er byrjuð að þroska kynkirtla. Í Eldisbóndanum (2004) er gefið upp að við slægingu tapist 6-10% og 3-5% við blóðgun. Heildarþyngdartap við slátrun er því 9-15% sem verður að taka tillit til þegar slátra á ákveðnu magni tiltekinna afurða fyrir kaupanda.

### Slímmyndun á roði

Eitt af megin vandamálum við markaðssetningu á bleikju er slímmyndun á roði (Ólafur I. Sigurgeirsson 1996b, Johnston 2002). Slímmyndunin er oft það mikið að slímið lekur í taumum af fiskinum þegar hann er tekinn upp úr kössunum (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998). Ýmsar kenningar eru um ástæður mikillar slímmyndunar og hugsanlega getur verið um samspil margra þátta að ræða. Í því sambandi hefur m.a. streita við slátrun verið nefnd, of lítil kæling og að fiskurinn liggji of lengi í vatni fyrir pökkun (Ólafur I. Sigurgeirsson 1996b). Í rannsóknum hefur



komið fram að slímmyndun hjá lifandi bleikju er meiri hjá hryngnum en hængum og einnig er hún ólík á milli stofna (Witkowski o.fl. 2004). Ýmslegt hefur verið reynt til að halda slímmyndun í lágmarki. Eina þekkt aðferðin sem virkar, en er bæði seinleg og dýr, er að geyma bleikjuna í ís yfir nótt og síðan bursta með mjúkum bursta og þvo slímið af fyrir pökkun. Þangað til betri lausn fæst á þessu er best að uppfræða neytendur um að mikil slímmyndun á roði sé eðlileg hjá bleikju og hafi engin áhrif á gæði afurðarinnar (Johnston 2002).

### 6.3 Gæðaflokkun og gæðastaðlar

Í byrjun síðasta áratugar útbjóg Fagråd bleikjuframleiðenda gæðastaðal þar sem fiskgæðum var skipt í þrjá flokka; fyrsta flokk (*superior*), annan flokk (*ordinary*) og þriðja flokk (*production*). Framleiðendum var aðeins heimilt að merkja bleikju í fyrsta gæðaflokki með gæðamerki Fagråds bleikjuframleiðenda. Við matið er tekið tillit til lögunar, litar og útlits bleikjunnar og eru talin upp fjölmörg atriði í gæðastaðlinum sem ber að taka tillit til við matið (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998).

Á árinu 1996 hófst verkefnið „*Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings*“. Markmið verkefnisins var að setja gæðastaðla og koma á stöðluðum aðferðum við gæðamat á bleikju til útflutnings. Sýni voru tekin hjá fimm bleikjueldisstöðvum með mismunandi eldisaðstæður (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998). Notuð var svokölluð gæðastuðulsaðferð (Emilía Marteinsdóttir 1995) og gæðapættir fyrir skynmat á bleikju voru hannaðir af þátttakendum verkefnisins. Stuðst var við gæðareglur Fagråds bleikjuframleiðenda. Gæðastuðulsaðferðin felur í sér að hver gæðapáttur (t.d. kynþroskaeinkenni) er skráður sérstaklega og gefin einkunn. Skynmat hér á landi og skynmat kaupandans Aquanor í Bandaríkjunum var borið saman. Á heildina litið virtust matsmenn beggja aðila vera sammála um matið á ferskleika, stinnleika holds og litarbreytingum á roði. Matsmenn Aquanor voru strangari í mati sínu á kynþroska en þeir gera engar athugasemdir við slímmyndun, lögun fiska og ugga og frágangi við pökkun í þessari tilteknu tilraun (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998, 1999). Niðurstöður þessarar vinnu lofuðu góðu en ekki er vitað til að gæðastuðulsaðferðin sé notuð við mat á bleikju í dag. Nú er ekki skylta að nota gæðareglur sem Fagråd bleikjuframleiðenda gaf út en framleiðendur hafa þær a.m.k. að einhverju leyti til viðmiðunar við gæðaflokkun á bleikju.

Ófullnægjandi holdlitur hefur oft verið vandamál við markasetningu á bleikju (Johnston 2002). Í íslenskrri rannsókn mældist töluverður munur á holdlit bleikju úr sama eldishópi. Í sýnum frá fimm bleikjueldisstöðvum mældist þó ekkert flak of ljóst til að fara í fyrsta flokk á árinu 1996. Aftur á móti náðu rúmlega 10% flakanna ekki fyrsta gæðaflokki á árinu 1997 (Pyri Valdimarsdóttir o.fl. 1998). Með kynbótum á síðustu árum hefur litur holdsins orðið rauðari (kafli 2.1) og er ljós holdlitur hverfandi vandamál í íslensku bleikjueldi.



Mynd 6.3. Aðgerð á bleikju í lítilli pökkunarstöð (Ljósmynd:



Mynd 6.4. Handflökun á bleikju í lítilli pökkunarstöð (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 6.5. Flak af bleikju tilbúið til snyrtingar (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

### 6.4 Vinnsla

Lægra fituinnihald og finni vöðvaþræðir er að finna í holdi bleikju en hjá laxi sem gerir það að verkum að hún hentar vel til sambærilegrar vinnslu og tíðkast fyrir lax og regnbogasilung (Johnston 2002). Vel hefur tekist til við framleiðslu á flökum, flakahlutum, steikum, sneiðum, reyktum, söltuðum og þækluðum afurðum ásamt grafinni bleikju. Heitreykt og grafin bleikja er vinsæl í Svíþjóð. Á austurströnd Norður-Ameríku er kaldreykt bleikja vinsæl

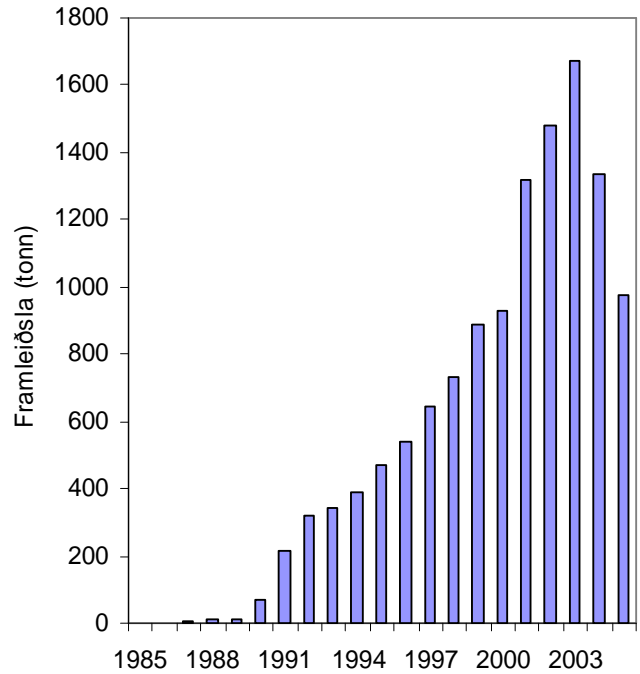
(Heggberget o.fl. 1994; Johnston 2002). Í byrjun síðasta áratugar voru ýmsar virðisaukavörur úr íslenskri bleikju kynntar á erlendum mörkuðum af Fagráði bleikjuframleiðenda og má þar nefna, bleikjuflök marineruð í hunangi, í koníaki og hvítvíni og hvortveggja pakkað í loftæmdar umbúðir. Einnig fersk bleikjuflök í loftæmdum umbúðum og fryst bleikjuflök í sérstökum neytendapakkingum (Fagráð bleikjuframleiðenda 1992). Núna er tiltölulega lítil vinnsla á bleikju sem fer til útflutnings, mest er um fersk og frosin bleikjuflök (kafli 8.3). Á innanlandsmarkaði er algengt að finna reykt og grafna bleikju í verslunarmiðstöðvum.

Bleikja er að öllu jöfnu mun smærri fiskur til vinnslu en lax og því mikilvægt að auka tækjavæðingu að lækka kostnað. Á undanförunum árum hefur hlutfall flakavinnslu aukist (kafli 8.3). Nú er á nokkrum stöðum notuð vélin Pisces VKM sem slægir, hausar og flakar bleikju á heppilegu stærðarbili. Bleikja er holdmikill fiskur og er flakanýting um 60% miðað við óslægðan fisk (Johnston 2002). Gera má ráð fyrir töluverðum breytileika í flakanýtingu þar sem holdafarið er breytilegt og jafnvel munur milli stofna. Kaupendur gera mismunandi kröfur um snyrtingu og beinhreinsun flakanna.

## 7. Þróun og staða bleikjueldis í einstökum löndum

### 7.1 Ísland

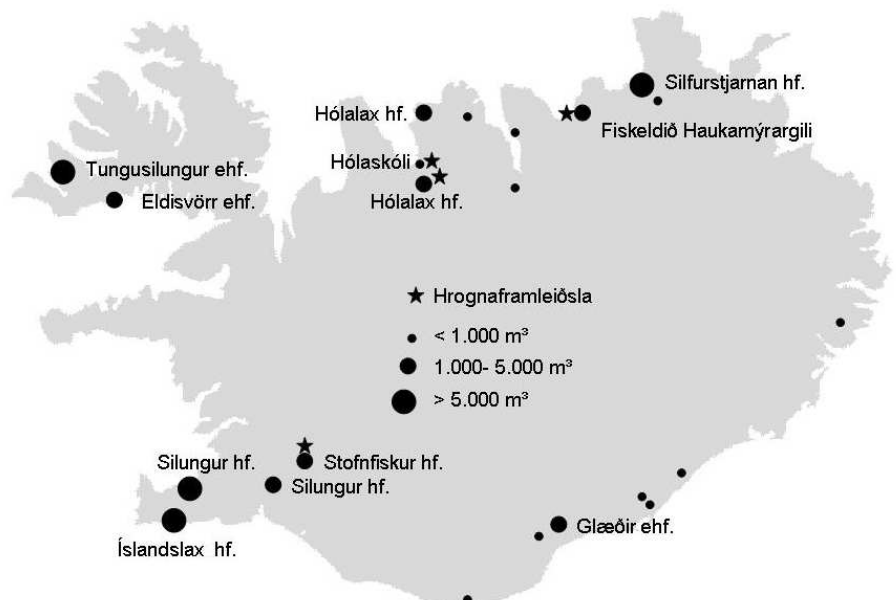
Klak á bleikjuhrognum til fiskræktar hófst við Mývatn á árinu 1910 (Bjarni Sæmundsson 1919). Á þriðja áratugnum voru starfandi mörg klakhús, sem framleiddu kviðpokaseiði til sleppingar í ár og vötn (Þórður Flóventsson 1929). Á árinu 1961 hófst framleiðsla á bleikjuseiðum í Laxeldisstöð ríkisins í Kollafirði og allt til ársins 1980 var stundað matfiskeldi á bleikju í stöðinni. Framleiðslan var í smáum stíl og var mest selt af matfiski á árinu 1974 eða 1,3 tonn (Valdimar Ingí Gunnarsson og Guðni Guðbergsson 1988). Á tímabilinu 1973-1975 var



Mynd 7.1. Framleiðsla á bleikju á Íslandi á árunum 1985 til 2004 (heimild: Veiðimálastofnun, veiðimálastjóri og Landsamband fiskeldisstöðva).

einnig stundað matfiskeldi á bleikju hjá fyrirtækinu Tungulaxi í Landbroti og að Öxnalæk í Ölfusi (Rannsóknaráð ríkisins 1986). Það var ekki fyrr en 1987 þegar eldisstöðin Smári hf. í Þorlákshöfn hóf bleikjueldi í strandeldisstöð sinni, að matfiskeldi jókst að einhverju marki (Valdimar Ingí Gunnarsson og Guðni Guðbergsson 1988). Framleiðendum fjölgaði ört og árið 1992 voru um 38 stöðvar með bleikjueldi (Stefán Eiríkur Stefánsson 1993). Nú á seinni árum hefur bleikjueldisstöðvum fækkað en jafnframt hafa þær stækkað. Mikil aukning varð á bleikjuframleiðslu upp úr 1990 og náði hún hámarki, um 1.700 tonnum, á árinu 2003 (mynd 7.1).

Mynd 7.2. Helstu fyrirtæki með hrognafarmeiðslu, seiðaeldi og matfiskeldi á bleikju á árinu 2004. Þau fyrirtæki sem eru með umtalsverða hrognafarmeiðslu eru merkt með stjörnu. Skipting stöðva eftir stærð í rúmmetrum þarf ekki endilega að vera lýsandi fyrir framleiðslu þar sem hluti af eldisrýminu getur verið nýttur undir eldi á öðrum tegundum. Nöfn minni fiskeldisstöðva (< 1.000 m<sup>3</sup>) sem ekki eru tilgreind á myndinni ásamt nánari upplýsingum um allar stöðvarnar er að finna í viðauka 9 í Valdimar Ingí Gunnarsson (2004).



Framleiðslan dróst síðan saman á árinu 2004 og 2005 vegna dreifingabanns á hrognum og seiðum hjá annarri tveggja kynbótastöðva landsins (kaflí 3.5).

Í upphafi bleikjueldis á Íslandi var að finna fjölda lítilla eldisstöðva með mismunandi aðgengi að heitu og köldu vatni. Í athugun á áhrifum vatnshita á hagkvæmni kom fram að stöðvar sem eingöngu höfðu lindarvatn og/eða yfirborðsvatn (meðalhiti 3,8°C) voru reknar með tapi en stöðvar sem höfðu aðgengi að jarðhita (meðalhiti 9°C) náðu hagnaði af rekstrinum (Jón Örn Pálsson 1995c). Reynslan hefur einnig verið sú að rekstur smárra bleikjueldisstöðva sem eru án jarðhita hefur almennt verið hætt.

Bleikjuhrogn eru framleidd í kynbótastöðvum Stofnfisks og Hólaskóla og einnig hjá Fiskeldinu Haukamýrargili og Hólalaxi (mynd 7.2). Önnur fyrirtæki kaupa hrogn og/eða seiði af mismunandi stærð en sum eru með óverulega hrognaframleiðslu. Stærsti bleikjuframleiðandinn til margra ára, Silungur hf. keypti um eins gramma seiði til eldis í seiðaeldisstöð á Öxnalæk við Hveragerði. Fiskurinn er alinn við 10-11°C í súrefnisbættu vatni þar til seiðin eru komin í tæp 100 g. Þá eru þau flutt í strandeldisstöð fyrirtækisins á Vatnsleysu á Reykjanesi. Minni fyrirtækin kaupa yfirleitt 3-8 g seiði og ala þau í landeldisstöðvum (mynd 7.3).

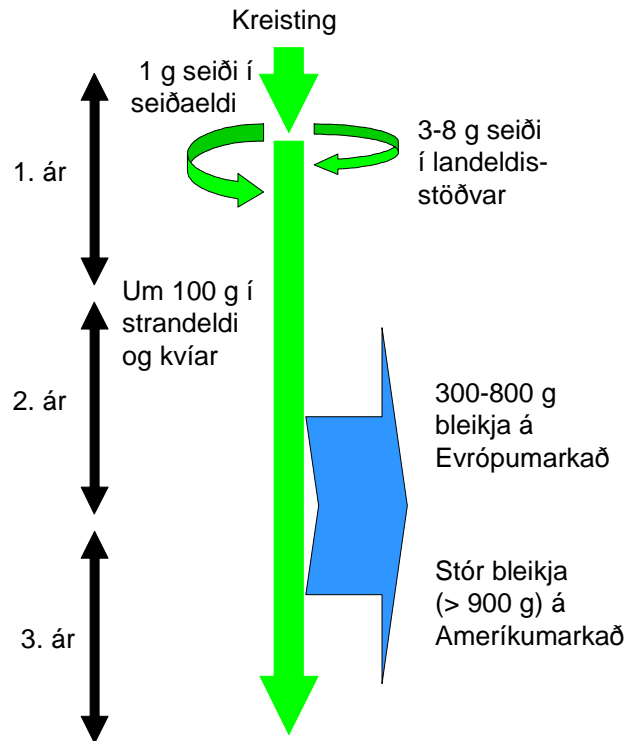
Á árinu 2004 var matfiskeldi á bleikju stundað á að minnsta kosti 15 stöðum. Flestar þessara stöðva eru litlar og aðeins fjórar þeirra með yfir 100 tonna ársframleiðslu en það eru Silungur., Íslandslax, Hólalax og Fiskeldið Haukamýrargili. Silungur er með stærstu bleikjueldisstöð í heimi og er með um 50% af ársframleiðslunni hér á landi (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004).

Flestar minni stöðvanna eru með landeldi oft með sjálfrennandi ferskvatni eins og Hólalax og Fiskeldið Haukamýrargili. Strandeldisstöðvarnar eins og Silungur og Íslandslax ala bleikjuna í ísóltu vatni. Eldi á bleikju í kvíum er nú stundað hjá Rifósi í Kelduhverfi.

Eldistíminn er mjög breytilegur á milli fyrirtækja tengt aðstæðum á hverjum stað. Í strandeldisstöð Silungs er fiskurinn alinn við 6-7°C og seltan er um 23%. Í kórinn eru sett tæplega 100 g seiði og eftir 5 mánaða eldi er bleikjan flokkuð og stærsti fiskurinn um 800-900 g tekinn í slátrun. Á næstu 3 mánuðum er síðan öllum hópnum slátrað og öllum fisknum því slátrað eftir 8 mánuði í strandeldisstöðinni. Ef miðað er við framleiðsluferli allt frá hrogni tekur 15-18 mánuði að ala bleikjuna upp í markaðsstærð. Sambærilegar niðurstöður hafa einnig fengist hjá öðrum framleiðendum sem hafa góðar aðstæður til bleikjueldis.

Það er misjafnt eftir fyrirtækjum hve bleikjan er stór við slátrun. Hjá Silungi og Silfurstjörnunni hefur verið lögð áhersla á að framleiða stóra bleikju (900-1500g) fyrir Ameríkumarkað. Fyrirtæki eins og Hólalax og Fiskeldið Haukamýrargili leggja áherslu á að framleiða minni bleikju fyrir Evrópumarkað (300-800 g).

Á undanförunum árum hefur Silungur hf. verið með umfangsmestan rekstur í bleikjueldi hér á landi. Fyrirtækið hefur nú hætt rekstri og Samherji hf. tekið við rekstri í gegnum dótturfélag sitt Oddeyri ehf. Samkvæmt fréttatilkynningu fyrirtækisins frá 18. apríl 2006 stefnir það á umfangsmikið bleikjueldi. Matfiskeldi verður á



Mynd 7.3. Einfölduð mynd af eldisferli bleikju hér á landi.

þremur stöðum á landinu: Í Öxarfirði, á Stað í Grindavík og á Vatnsleysu á Reykjanesi. Seiði verða alin í fjórum seiðaeldisstöðvum og vinnsla fyrir ferskar og frystar bleikjuafurðir verður í Grindavík.

## 7.2 Svíþjóð

Í byrjun níunda áratugarins fór bleikjueldi að þróast í Svíþjóð. Áður hafði framleiðslan miðast við framleiðslu seiða til sleppinga í ár og vötn (Eriksson o.fl. 1993). Framleiðslan jókst fyrst mjög hægt og var um og undir 100 tonnum á ári fram að árinu 1997, en þá varð mikil aukning í framleiðslunni sem náði tæplega 800 tonna hámarki á árinu 2001 (mynd 7.5). Hár vatnshiti sumarið 2001 og 2002 varð þess valdandi að miklu var slátrað þau ár til að bjarga verðmætum (Fiskeriverket 2006). Síðan hefur framleiðslan dregst saman og var aðeins rúm 300 tonn árin 2003 og 2004 (mynd 7.5). Ástæður þess eru eflaust margar og nefnt hefur verið að erfiðlega hefur gengið að framleiða nægilega mikið af hrognum úr kynbættum efnivið til eldisins (Fiskeriverket 2005a) og að



Mynd 7.4. Strandeldisstöð Oddeyrar ehf. á Vatnsleysu, Reykjanesi (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

víða sé vatnshitastig of hátt (Anon 2005b; Fiskeriverket 2006). Hluti af stærri bleikju sem framleidd er í Svíþjóð er seld til sportveiðimanna og er hún aðgreind frá bleikju sem fer beint til manneldis. Á árinu 2004 nam framleiðslan 136 tonnum (Anon 2005a) og á árinu 2002 voru framleidd 206 tonn af bleikju fyrir sportveiðimenn (Anon 2003b). Í Svíþjóð er aðallega framleidd bleikja (*Salvelinus alpinus*) en jafnframt er að finna lítilsháttar eldi af öðrum innfluttum bleikjutegundum s.s. lindableikju (*Salvelinus fontinalis*) (Larsson og Sjöstedt 2000, Anon 2005b).

Á árunum 2002-2004 fengu sænskir bleikjuframleiðendur rúmar 40 SEK/kg (um 320 kr/kg). Verðmæti bleikju sem seld var til neyslu nam rúmum 100 milljónum íslenskra króna á árinu 2004 og verðmæti bleikju sem seld var til sportveiði nam tæpum 60 milljónum íslenskra króna (Anon 2005a).

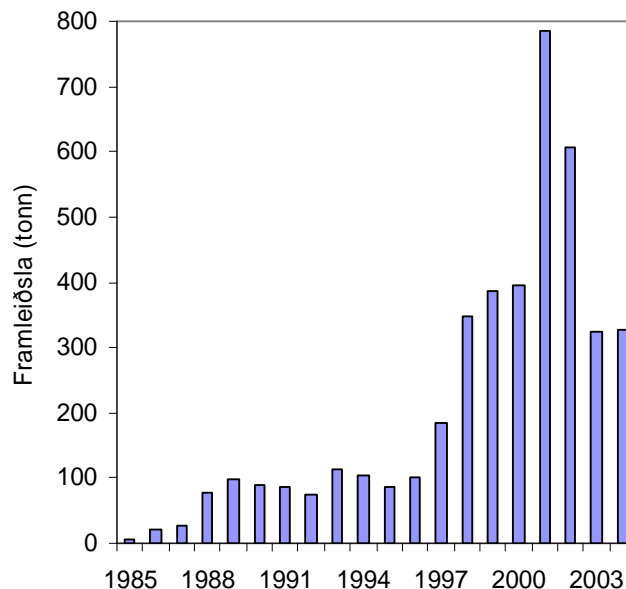
Á árinu 2004 var bleikja alin í 15 matfiskeldisstöðvum í Svíþjóð. Á tímabilinu 1996-2004 voru matfiskeldisstöðvarnar flestar á árinu 1998, samtals 25 (Anon 2005a). Bleikjueldisstöðvarnar eru aðallega staðsettar í Norður-Svíþjóð og bleikjan að mestu alin í kvíum í uppistöðulónum sem hafa verið búin til vegna virkjanaframkvæmda. Bleikja er í minna mæli alin í landeldi í litlum stöðvum (um og undir 100 tonn) sem nota grunnvatn með stöðugt hitastig og vatnið gjarnan endurnotað. Talið er að framleiðslugeta uppistöðulóna/stöðuvatna í Svíþjóð sé um 70.000 tonn af bleikju á ári, en aðrir þættir eru þó taldir meira takmarkandi og þá sérstaklega sala á afurðum (Larsson og Sjöstedt 2000; Anon 2005b). Útreikningarnir á framleiðslugetu miðast við burðagetu uppistöðulónanna m.t.t. mengunar frá eldinu (Erikson 2000)

Algeng sláturstærð bleikju í Svíþjóð er 400-800 g (Larsson og Sjöstedt 2000, Anon 2005b). Þegar 30 g seiði eru sett í kvíar að vori ná þau 200-300 g stærð eftir fyrsta sumarið og 700-800 g stærð eftir annað sumarið á svæðum sem eru íslaus í um 6 mánuði á ári (Eriksson og Wilklund 1989). Eflaust næst betri árangur núna vegna framgangs í vexti sem hefur orðið vegna kynbóta.

### 7.3 Noregur

Í byrjun níunda áratugarins var bleikjuframleiðsla í Noregi aðeins 1-2 tonn á ári og var það einkum lindableikja. Í lok níunda áratugarins hófst umtalsverð framleiðsla á bleikju og voru framleidd 7 tonn árið 1988 og 160 tonn árið 1990 (Jamtøy 1991). Á síðustu 10 árum hefur framleiðsla á bleikju í Noregi verið milli 200 og 500 tonn á ári (mynd 7.7).

Í Noregi eru tvö fyrirtæki sem framleiða megnið af bleikjunni. Það eru Sigerford Fisk og Sjöblink, bæði staðsett í Norður-Noregi. Áður voru fleiri aðilar sem stunduðu bleikjueldi, oft laxaframleiðendur sem höfðu bleikju sem hliðarbúgrein. Flestir þessara aðila eru hættir bleikjueldi vegna lélegra afkomu. Ennþá er afkoma bleikjueldis lök og innanlandsmarkaðurinn viðkvæmur fyrir auknu framboði (Falch 2005). Gera má ráð fyrir framleiðsluaukningu á næstu árum vegna aukins lífmassa í eldi. Í lok ársins 2002 voru um ein milljón bleikjur í eldi en fjöldinn var kominn upp í rúma 1,6 milljón í lok ársins 2004 (Fiskeridirektoratet 2005).



Mynd 7.5. Framleiðsla á bleikju í Svíþjóð á árunum 1985 til 2004 (Anon 2005a).



Mynd 7.6. Kvíaeldisstöð í Norður-Svíþjóð. Myndin er tekin um sumarið 1991 (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Í Noregi er hitastig straumvatna við 0°C í 4-6 mánuði á árinu og vöxtur bleikju því lítil sem enginn yfir langt tímabil. Aftur á móti er sjávarhiti í Norður-Noregi þar sem bleikjueldi er stundað tiltölulega hár (3-5°C) yfir vetrarmánuðina en þar sem seltuþol bleikju er lítið setur það verulegar takmarkanir á nýtingu sjávar til bleikjueldis (Heggberget o.fl. 1994). Bleikjueldi er að mestu bundið við Norður-Noreg þar sem full heitt er á sumrin fyrir matfiskeldi á bleikju sunnar í landinu. Nokkrar aðferðir eru notaðar við eldi á bleikju: a) eldi í ferskvatni í körum á landi, b) eldi í sjókvíum á sumrin og í ferskvatni í körum á landi á veturna, c) eldi í ísöllu vatni í körum d) eldi í sjókvíum þar sem efsti hlutinn er klæddur dúk og fersku vatni dælt ofan í kvína.

Kosturinn við að nýta tiltölulega hlýjan sjó við bleikjueldi er að hægt er að hækka hitastig eldisvatnsins yfir vetrarmánuðina og einnig nýta betur takmarkað magn ferskvatns (Mortensen og Arnesen 1999). Til að spara vatn og nýta orku betur er byrjað að endurnota vatn í hringrásarkerfum í norsku bleikjueldi (Lekang 2000;

Sæther o.fl. 2004.).

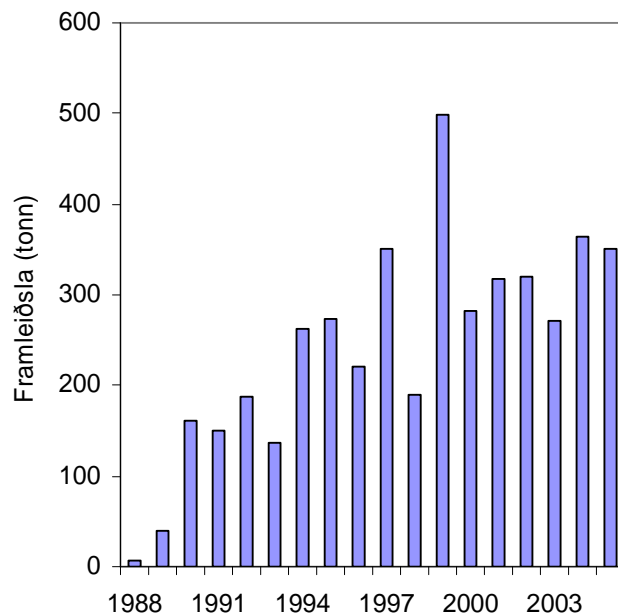
Norðmenn hafa ekki stundað markvissar kynbætur og eftir u.p.b. 25 ár í bleikjueldi er ótímabær kynþroski, ófullnægjandi litarupptaka í holdi ásamt takmörkuðu seltuþoli þeir líffræðilegu þættir sem helst stuðla að háum framleiðslukostnaði og þarf að leysa til að tryggja betur framgang bleikjueldis í Noregi (Rosten o.fl. 2005).

#### 7.4 Kanada

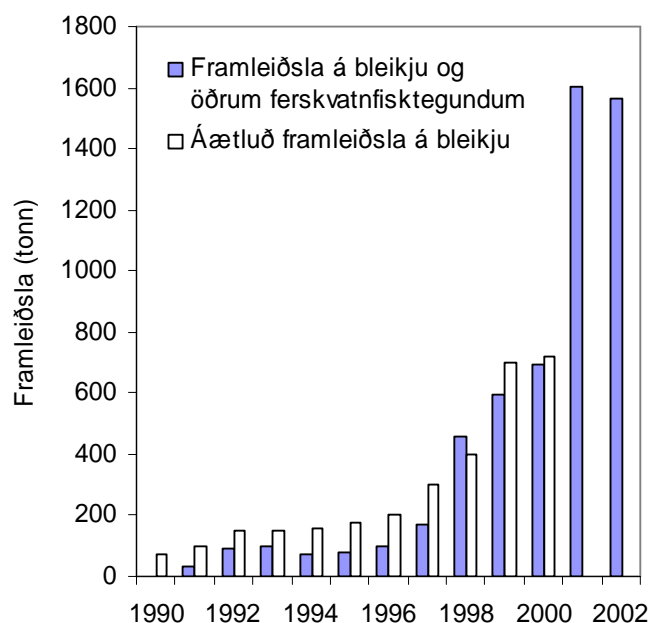
Í upphafi síðasta áratugar var mikill áhugi á bleikjueldi í Kanada. Á ráðstefnu sem var haldin árið 1992 var gefið yfirlit yfir stöðu bleikjueldis í þeim fylkjum þar sem eldi var stundað. Sem dæmi má nefna að sjö eldisstöðvar voru með bleikjueldi í New Brunswick (McGeachy 1993), tíu með tilraunareldi í Québec (Dubé 1993) og sex í Yukon (Illingworth 1993a).

Í opinberum kanadískum framleiðslutölum er bleikja ekki aðgreind frá öðrum ferskvatnfisktegundum (Anon 2005c). Sami háttur er hafður á framleiðslutölum frá FAO (*freshwater fish nei*) en samræmi er ekki alltaf við opinberar tölur frá Kanada. Eins og kemur fram á mynd 7.8 fór framleiðsla í bleikjueldi í Kanada að aukast markvert seinnihluta síðasta áratugar og var komin í um 700 tonn í lok áratugarins. Áætluð framleiðsla á bleikju (Johnston 2002) er meiri flest árin en opinberar tölur um framleiðslu á bleikju og annarra ferskvatnfisktegunda gefa til kynna. Í opinberum tölum yfir aðrar ferskvatnfisktegundir er aðeins tekið fram að um bleikju sé að ræða en aðrar ferskvatnfisktegundir eru ekki tilgreindar. Til viðbótar við bleikju eru nokkrar aðrar bleikjutegundir í eldi í Kanada s.s. lindableikja (*Salvelinus fontinalis*) (Dubé og Mason 1996; Pelletier o.fl. 2005) og einnig blendingar s.s. afkvæmi bleikju og lindableikju (Summerfelt o.fl. 2004).

Í úttekt á bleikjueldi í Kanada árið 2000 var áætlað að 960 tonn af bleikju hefði verið framleidd það ár (Rogers og Davidson 2001). Samkvæmt opinberum tölum var framleiðslan um 700 tonn (mynd 7.8). Höfundar skýrslunnar heimsóttu fjölda fiskeldisstöðva með bleikjueldi og áætluðu að mest væri framleitt í fylkjunum á austursströnd Kanada (Nova Scotia/New Brunswick/Prince Edward Island), um 400 tonn og 200 tonn í Quebec, en minna var framleitt í öðrum fylkjum (Rogers og Davidson 2001). Samkvæmt opinberum tölum í Kanada fer framleiðsla bleikju og annarra ferskvatnfiska yfir 1500 tonn árin 2001 og 2002 (mynd 7.8) og í 5.000-7.000 tonn árin 2003-2004 (Anon 2005d). Ekki liggja fyrir upplýsingar um hve stór hluti þessarar framleiðslu er bleikja. Hvort og þá hve mikið framleiðslan hefur aukist í Kanada á þessum áratug er erfitt að fullyrða þar sem gagnaöflun er ábótavant. Þó er vitað um aukninguna í Manitoba fylki en þar jókst bleikjuframleiðslan úr 4 tonnum árið 1999 upp í 47 tonn árið 2002 (Anon 2004b). Nokkrar bleikjueldisstöðvar með hringrásarkerfum hafa verið teknar í notkun eftir 2000 (Summerfelt o.fl. 2004). Árið 2005 var ein ný bleikjueldisstöð með hringrásarkerfi tekin í notkun þar sem gert er ráð fyrir að framleiða um 50 tonn af bleikju og 10 tonn af lindableikju á ári (Northern Aquaculture 2005). Á móti kemur að starfsemi hefur verið hætt í öðrum stöðvum, t.d. á Nýfundnalandi (Summerfelt o.fl. 2004). Hér er áætlað að árleg framleiðsla í bleikjueldi í Kanada sé um 750 tonn frá árinu 2000 en haft skal í



Mynd 7.7. Framleiðsla á bleikju í Noregi á árunum 1988 til 2005 (heimild: Jamtøy 1991 og Fiskeridirektoratet).



Mynd 7.8. Áætluð framleiðsla á bleikju í Kanada skv. gögnum frá Federation of European Aquaculture Producers (Johnston 2002) og framleiðsla á bleikju og öðrum ferskvatnfisktegundum skv. opinberum tölum í Kanada á árunum 1990-2002 (Anon 2005c).

huga að þessi spá byggir á veikum grunni.

Í upphafi síðasta áratugar voru gerðar margar tilraunir til að þróa bleikjueldisaðferðir fyrir í Kanada. Möguleikar á eldi í stöðuvötnum eru takmarkaðir vegna of mikils hita á sumrin (Delabbio 1996). Snemma var notkun á grunnvatni í körum algeng aðferð og í sumum tilvikum voru hringrásarkerfi notuð til að nýta vatn og orku betur (Constantine 1993; Dubé 1993; MacGeachy 1993; Mason

1993). Nú er eldi á bleikju í landeldisstöðvum með endurnotkun á vatni algengasta eldisform í Norður Ameríku (Summerfelt o.fl. 2004). Stærð stöðvanna takmarkast við magn grunnvatns á svæðinu sem mest er tæpir 250 l/sek (Rogers og Davidson 2001; Summerfelt o.fl. 2004). Bleikjueldisstöðvar í Kanada eru því litlar og var áætlað að bleikjueldisstöð með 190 l/sek hefði framleiðslugetu upp að 200 tonnum með því að endurnota vatnið (Summerfelt o.fl. 2004). Dæmi um bleikjueldisstöðvar með landeldi í Kanada eru t.d. Agassiz Aqua Farm ([www.agassizaquafarms.com](http://www.agassizaquafarms.com)) og Icy water ([www.icywaters.com](http://www.icywaters.com)) sem framleiðir árlega um 150 tonn af bleikju (National Research Council Canada 2005). Þróun bleikjueldis í Kanada takmarkast af því að lítið er um svæði sem henta fyrir matfiskeldi (Rogers og Davidson 2001).

Í úttekt sem var gerð á bleikjueldi í byrjun þessa áratugar (Rogers og Davidson 2001) voru gefnar tölur um hlutdeild einstakra kostnaðarpátta í framleiðslukostnaði án þess þó að fram kæmi kostnaðarhlutdeild hjá einstökum fyrirtækjum. Hlutfall launa var gefið upp allt frá 15% upp í 58% af framleiðslukostnaði, sem endurspeglar litlar og óhagkvæmar einingar. Einnig kom fram að kostnaður vegna súrefnisbætingar og rafmagns var hátt hlutfall rekstrarkostnaðar enda eru landeldisstöðvar með hringrásarkerfum algengasta eldisaðferðin í Kanada.

Framan af voru öflugar rannsóknir á bleikjueldi stundaðar í Kanada (Johnston 2002). Nú hefur dregið verulega úr þeim og í nýlegu yfirliti yfir fiskeldisrannsóknir í Kanada var aðeins ein rannsókn á bleikju. Aftur á móti voru nokkur R&P verkefni tengd lindableikju þ.m.t. kynbótaverkefni (Anon 2005d).

## 7.5 Önnur lönd

### Danmörk

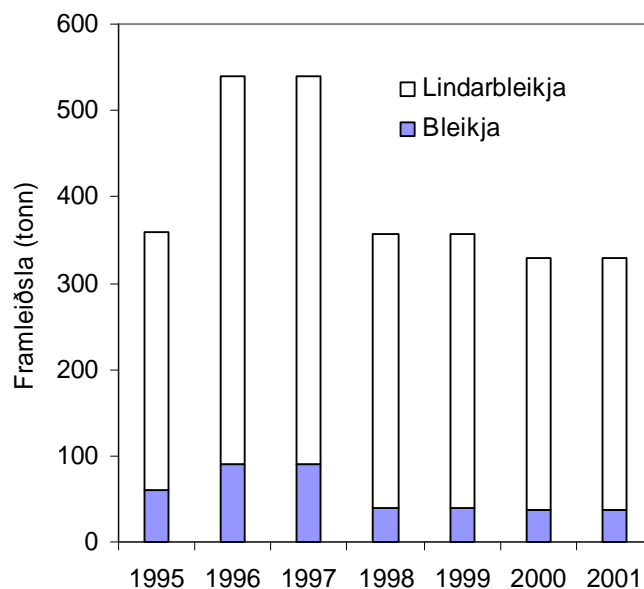
Gagnaöflun fyrir eldi ferskvatnsfisktegunda í Danmörku var ekki nægilega nákvæmt til að hægt væri að aðgreina framleiðslu einstakra ferskvatnsfisktegunda fram að árinu 2002. Eina árið sem gögn eru um umtalsverða framleiðslu á bleikju í Danmörku er 2002 en þá voru framleidd 43 tonn af bleikju og 10 tonn af lindableikju. Eftir þann tíma er engin skráð bleikjuframleiðsla en framleidd voru 226 tonn af lindableikju árið 2003 og 373 tonn árið 2004. Væntanlega er hér um smábleikju að ræða þar sem skilaverð var aðeins um 25 DKK/kg (um 250 Íkr/kg) (Anon 2005e).

### Finnland

Í Finnlandi er framleiðsla á bleikju flokkuð undir aðrar ferskvatnsfisktegundir (*freshwater fish nei*). Frá árinu 1998 hefur árleg framleiðsla ferskvatnsfisktegunda verið undir 50 tonnum skv. gögnum frá FAO. A.m.k. ein eldisstöð framleiðir bleikju og er hún staðsett í austurhluta Finnlands. Í eldisstöðinni er endurnýtingarkerfi og er stofninn sem notaður er í eldið úr Saimaa vatni, stærsta stöðuvatni Finnlands (Eurofish 2005).

### Frakkland

Eins og í Danmörku er mest framleitt af lindableikju í Frakklandi (mynd 7.9) en þar er einnig eldi á blendingi af



Mynd 7.9. Framleiðsla á bleikju og lindableikju í Frakklandi á árunum 1995-2001 (gögn frá FAO).

bleikju og lindableikju (Recobart 2003). Árin 1995 til 2001 var ársframleiðslan 40-90 tonn en á sama tíma var árleg framleiðsla á lindableikju 300-450 tonn. Árin 2002 til 2004 er framleiðsla á bleikju blandað saman við aðrar ferskvatnsfisktegundir í framleiðslutölum FAO, en þau ár virðist framleiðslan vera um 500-600 tonn á ári. Í Frakklandi eru eldisstöðvarnar litlar og stærsti hluti bleikjuframleiðslunnar er í austurhluta landsins (Recobart 2003).

### Írland

Á Írlandi voru árlega framleidd 50-60 tonn af bleikju árin 1998-2000, en hefur síðan dregist saman og var engin framleiðsla skráð árið 2004 skv. gögnum frá FAO.

### Bretland

Aðstæður til bleikjueldis í Bretlandi eru erfiðar og takmarkast við svæði þar sem hitastig er lágt eða þar sem nægilegt magn er af grunnvatni (Berill og McCarthy 2004). Framleiðslan hefur verið lítil, mest 10 tonn árið 2004. Einnig er lítil framleiðsla á lindableikju. Hluti framleiðslunnar er fyrir sportveiðimenn og er hún ekki inni í þessum tölum. Bleikjueldisstöðvar eru litlar og eru 5 fyrirtæki sem framleiða bleikju á 8 stöðum í Skotlandi (Smith o.fl. 2005). Styrkur frá Evrópusambandinu hefur nýlega fengist til að kanna möguleika á notkun bleikjustofna í Wales til eldis (Berill og McCarthy 2004).

### Austurríki

Í Austurríki hefur framleiðsla á bleikju aðeins numið nokkrum tonnum á ári, en fór í 10 tonn árið 2004 (mynd 7.10). Mun meira af lindableikju hefur verið framleitt eða 160-230 tonn árlega á tímabilinu 1997-2004 skv. gögnum frá FAO.

### Bandaríkin

Byrjað var að skrá framleiðslu á bleikju í Bandaríkjunum í framleiðslutölum FAO árið 2000. Framleiðslan náði 75 tonna hámarki árið 2001 en síðan hefur dregið úr henni.

Eins og í Kanada er eldi á bleikju í landeldisstöðvum með endurnotkun á vatni í hringrásarkerfi algengast eldisformið (Summerfelt o.fl. 2004).

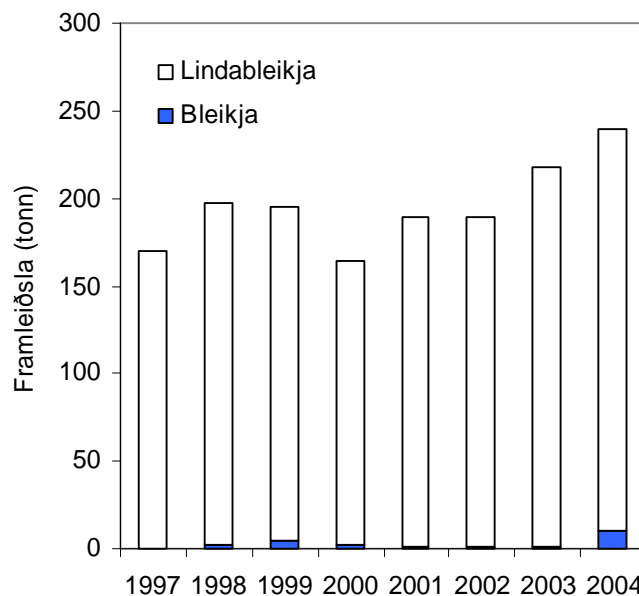
## 8. Markaðsmál

### 8.1 Framboð af bleikju

Síðasta áratug var stöðug aukning í heimsframleiðslu á bleikju og nam ársframleiðslan rúmum 2000 tonnum í lok áratugarins (mynd 8.1). Árið 2001 fór heimsframleiðsla á bleikju yfir 3000 tonn en hefur síðan dregist saman, fyrst vegna samdráttar í framleiðslu í Svíþjóð (2002-2003) og síðan vegna minni framleiðslu á Íslandi árið 2004. Af einstökum löndum er mest framleitt á Íslandi þar sem framleiðslan náði hámarki árið 2003 og nam tæpum 1.700 tonnum eða um helmingi heimsframleiðslunnar. Umtalsverð framleiðsla í öðrum löndum árin 2003-2004 er einkum í Kanada, um 750 tonn á ári (kafli 7.4) um 300 tonn í Svíþjóð og í Noregi. Önnur lönd (mynd 8.1) sem getið er um bleikjueldi í framleiðslutölum hjá FAO eru Austurríki, Danmörk, Frakkland, Írland, Bretland og Bandaríkin. Vitað er um bleikjueldi í Finnlandi, Ítalíu, Þýskaland og að í Kína hafa verið gerðar tilraunir með bleikjueldi (Johnston 2002). Í Rússlandi eru einnig stundaðar tilraunir með bleikjueldi og eflaust í fleiri löndum þar sem bleikja hefur náttúrulega útbreiðslu. Engar upplýsingar eru um framleiðslu þessara landa þar sem bleikjuframleiðslan er ekki aðgreind frá öðrum ferskvatnsfisktegundum í gögnum FAO, en að öllum líkindum er hún lítil. Margt bendir til að árleg heimsframleiðsla á bleikju síðustu fjögur árin sé um og yfir 3.000 tonn.

Í mörgum þeirra landa þar sem eldi á bleikju fer fram er tölvuverð veiði á villtri bleikju. Maitland (1995) áætlað að ársafllinn geti numið um 3.000 tonnum. Þessar tölur eru í engu samræmi við gögn frá FAO hvorki um heildarveiði né veiði í einstökum löndum. Hjá FAO er skráð um 100 tonna bleikjuveiði á undanförunum árum. Þær tölur eru greinilega of lágar þar sem tölur vantar frá mörgum löndum þar sem umtalsverð bleikjuveiði er stunduð. Hugsanlega er bleikjuveiðin í þeim löndum skráð með afla annarra ferskvatnsfisktegunda. Eins er aflaskráningu víða ábótavant eins og t.d. á Íslandi (Guðni Guðbergsson 2005). Líklegt er talið að heildarafli villtrar bleikju sé töluvert undir 3.000 tonnum á ári.

Umtalsvert magn er framleitt af öðrum bleikjutegundum, mest af lindableikju, en þar hefur framleiðslan aukist seinni árin og var kominn yfir 1300 tonn árið 2003 (mynd 8.3). Skv. gögnum FAO er lindableikja nær eingöngu framleidd í Evrópulöndum, en líklegt er að hún sé framleidd víðar og skráð undir aðrar ferskvatnsfisktegundir í framleiðslutölum. Í yfirlitsgrein um ferskvatnsfiskeldi í Kanada var áætlað að framleiðsla á lindableikju næmi um 1.200 tonnum á árinu 2002 (Gilbert 2006). Í Kanada (Quebec) er aukinn áhugi fyrir framleiðslu á lindableikju. Hingað til hefur megnið af framleiðslunni farið til sleppingar í ár og vötn. Sú lindableikja verður snemma kynþroska. Nú er unnið að því að velja fisk fyrir matfiskeldið sem verður seint kynþroska og hentar betur til markaðsetningar beint til manneldis (Pelletier o.fl. 2005).

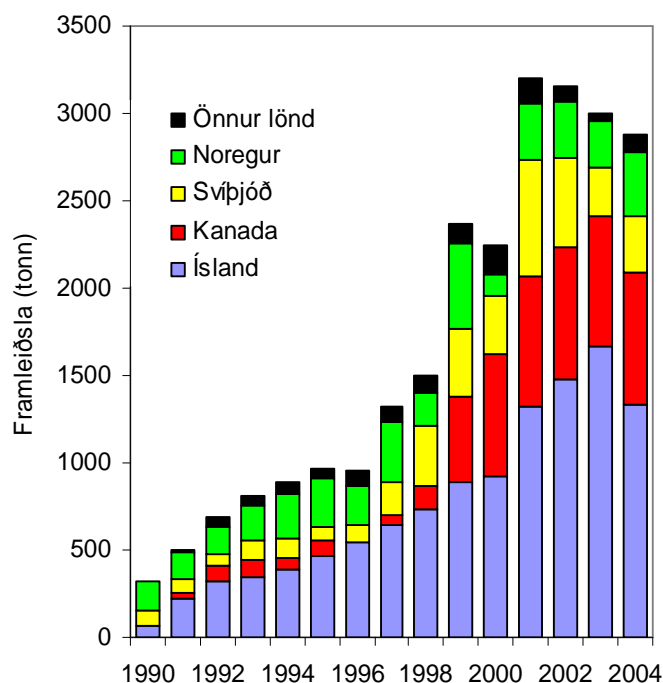


Mynd 7.10. Framleiðsla á bleikju og lindableikju í Austurríki á árunum 1997 til 2003 (gögn frá FAO).

### 8.2 Innanlandsmarkaðir

#### Ísland

Árin 1996-2000 var innanlandssala silungs (bleikju, regnbogasilungi og sjóbirtingi) á bilinu 50-100 tonn á ári en úr því varð mikil söluaukning. Mest var selt árið 2002, rúm 750 tonn, að áætluðu verðmæti um 330 milljónir króna (mynd 8.3). Árið 2004 er áætlað að innanlandssala hafi numið um 40% framleiðslunnar. Til að finna magnið sem selt var á innanlandsmarkaði voru allar útflutnings-



Mynd 8.1. Heimsframleiðsla á bleikju á árunum 1990 til 2004 byggt á gögnum frá FAO. Framleiðslutölur fyrir Kanada eru áætlaðar fyrir árin 2001 til 2004.

tölur umreiknaðar í óslægðan fisk og dregnar frá heildarframleiðslu. Við útreikning á verðmæti innanlandssölu var stuðst við útflutningsverð (kr/kg) á ferskum heilum silungi. Hafa skal í huga að viss ónákvæmni er í þessum útreikningum s.s. að hluti útfluttrar bleikju kann að vera skráður á rangt tollskránum Einnig er hugsanlegt að framleiðsla einstakra ára hafi verið ofátluð. Mikil söluaukning silungs á innanlandsmarkaði er samhliða sölusamdrætti á laxi, sérstaklega árið 2002 (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004).

Skráður afli á villtri bleikju var rúm 30 tonn árið 2004 sem er svipað magn og undanfarin ár. Þrátt fyrir bættu skráningu silungsveiði er enn talsvert í land. (Guðni Guðbergsson 2005). Þó um vanskráningu á villtri bleikju sé að ræða er hún tiltölulega lítill hluti af heildarframboði bleikju á innanlandsmarkaði.

### Kanada

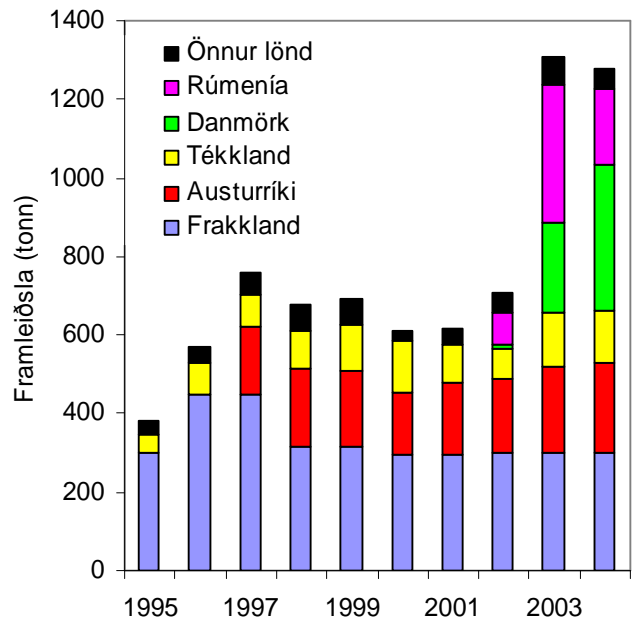
Í Kanada er mest eftirspurn eftir 4-6 punda (1,8-2,7 kg) bleikju. Markaður fyrir bleikju undir 2 pundum er lítill og neytendur rugla henni oft saman við regnbogasilung af sömu stærð. Fyrir allar stærðir af bleikju kjósa neytendur fisk með rauðum eða appelsínurauðum flökum. Smár fiskur hefur ljósari flök en stærri fiskur sem styrkir trú neytenda að um flök af regnbogasilungi sé að ræða (Johnston 2002). Í byrjun síðasta áratugar var markaðsett eldisbleikja í Kanada yfirleitt undir einu kíló (McGeachy 1993; Mason 1993), þrátt fyrir að kaupendur vildu frekar stærri fisk og að herra verð væri greitt fyrir hana (Toever 1993a,b; Kim 1993). Með aukinni áherslu á eldi seinkynprosa bleikju (Johnston 2002) er líklegt að nú sé markaðsettur stærri fiskur í meira mæli. Í byrjun þessa áratugar var bleikja seld í stærðaflokkunum allt frá 1-2 pundum upp í 6-8 pund (Rogers og Davidson 2001). Ekki liggja fyrir upplýsingar um hlutfall einstakra stærðarflokka.

Takmarkaðar upplýsingar eru um innanlandsmarkað í Kanada en líklegt er að mest af framleiðslunni sé dreift innanlands. Eitthvað mun einnig vera um útflutning til Bandaríkjanna og Evrópu (Rogers og Davidson 2001; Johnston 2002). Í Kanada og Bandaríkjunum er 75-80% bleikju seld á dýrari veitingarstöðum. Þrátt fyrir að bleikja sér vinsæl í opinberum veislum og á matseðli fínna veitingarstaða í Kanada hefur ekki verið gerð samrænd markaðsetning til að tryggja eða efla stöðu hennar á kanadískum markaði (Johnston 2002).

### Svíþjóð

Í Svíþjóð er líklegt að framleiðslan á bleikju sé seld á innanlandsmarkaði að miklu leyti. Eins og fyrir aðrar afurðir eru verð háð framboði og eftirspurn og skyndileg aukning í framleiðslu árið 2000 úr um 400 tonnum í um 800 tonn olli því að verð lækkaði úr tæpum 39 Skr/kg (tæpar 310 ÍKR/kg) í um 26 SEK/kg (um 210 ÍKR/kg) árið 2001 (mynd 8.4). Síðan hefur dregið úr framboði og skilaverð var rúmar 40 SEK/kg (rúmar 320 ÍKR/kg) árin 2002-2004. Algeng sláturstærð hjá sænskum bleikjuframleiðendum er 400-800 g (Larsson og Sjöstedt 2000, Anon 2005b).

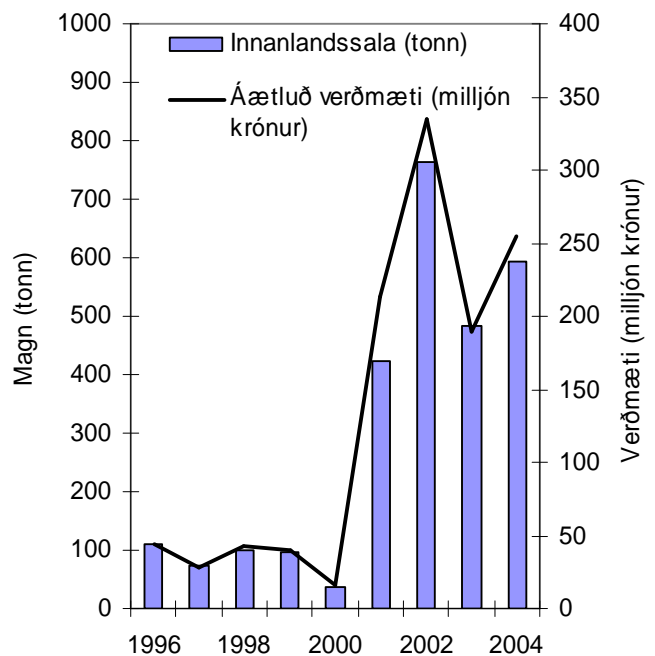
Á vegum Menju ehf. er flutt út heil bleikja 300-1.000 g og flök í stærðarflokknum 150-250 g á markað í Svíþjóð.



Mynd 8.2. Framleiðsla á lindableikju árin 1995 til 2004. Á myndinni er lindableikja sett með öðrum ferskfisktegundum í Frakklandi og er framleiðslan átluð fyrir árin 2002-2004 (Gögn frá FAO).

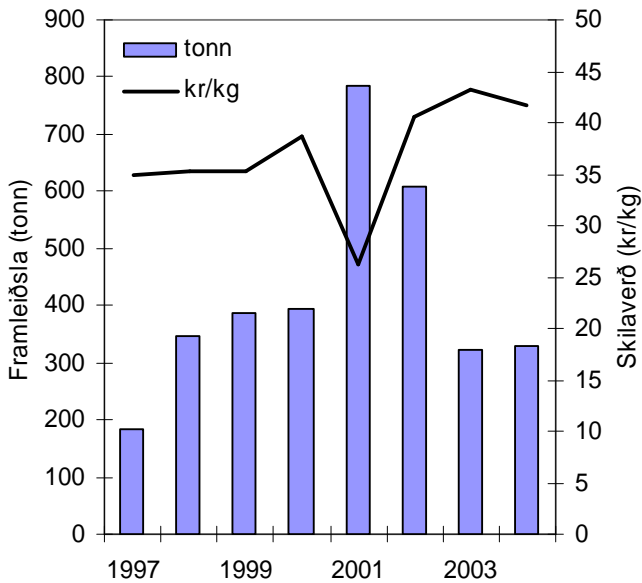
### Noregur

Í Noregi hefur stærsti hluti framleiðslunnar verið seldur á innanlandsmarkað. Árið 2004 fengu bleikjuframleiðendur 47-48 NOK/kg (um 450 ÍKR/kg). Innanlandsmarkaðurinn er lítill í Noregi og viðkvæmur fyrir auknu framboði (Falch 2005). Algeng stærð á bleikju við sölu er 300-800 g, meðalþyngd 400-600 g (Olsen og Hamnvik 2001).



Mynd 8.3. Innanlandssala á silungi (bleikju, regnbogasilungi og sjóbirtingi) í tonnum og milljónum króna fyrir árin 1996-2004.





Mynd 8.4. Skilaverð á eldisbleikju í sænskum krónum á hvert kíló til sænskra bleikjuframleiðenda á árunum 1997-2004. Verð eru á verðlagi hvers árs (Anon 2005a).

### Önnur lönd

Í öðrum löndum er framleiðslan það lítil að líklegast er allur eða stærsti hluti framleiðslunnar seldur á innanlandsmarkaði.

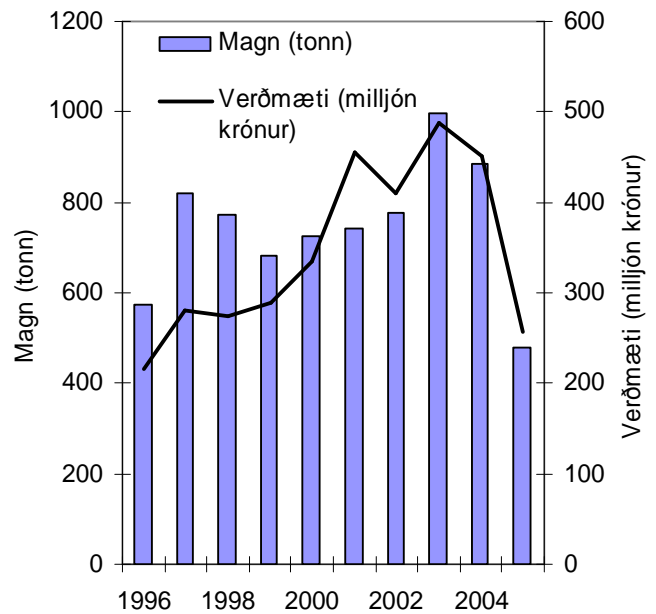
## 8.3 Útflutningur

### Ísland

Árin 1996-2002 nam útflutningur silungs 600-800 tonnum á ári og fór í 1.000 tonn árið 2003 að verðmæti um 500 milljónir króna (mynd 8.5). Þar sem útflutningur á silungi samanstendur af bleikju, regnbogasilungi og sjóbirtingi er ekki vitað nákvæmlega um magn og verðmæti á útfluttri bleikju. Töluverð regnbogasilungsframleiðsla var á árunum 1996-1998 og má gera ráð fyrir að útflutningur silungs þau árin sé að stórum hluta regnbogasilungur (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004). Nú seinni árin samanstendur útflutningur á silungi að mestu leyti af bleikju enda hefur útflutningsverðmætið aukist mikið þó útflutt magn hafi lítið breyst. Aukin verðmæti má að stórum hluta rekja til að hlutfall flaka hefur verið að aukast á síðustu árum (mynd 8.6).

Til að fá rétt hlutfall á milli afurðaflokka hafa útflutnings-tölur fyrir árin 1996 til 2004 verið umreiknaðar í óslægða þyngd (mynd 8.6). Framan af var mest flutt út af ferskum og frosnum heilum silungi en hlutfall flaka eykst verulega frá árinu 2000. Umreiknað í heilan óslægðan fisk voru tæplega 50% útfluttra afurða fersk silungsflök á árunum 2003 og 2004.

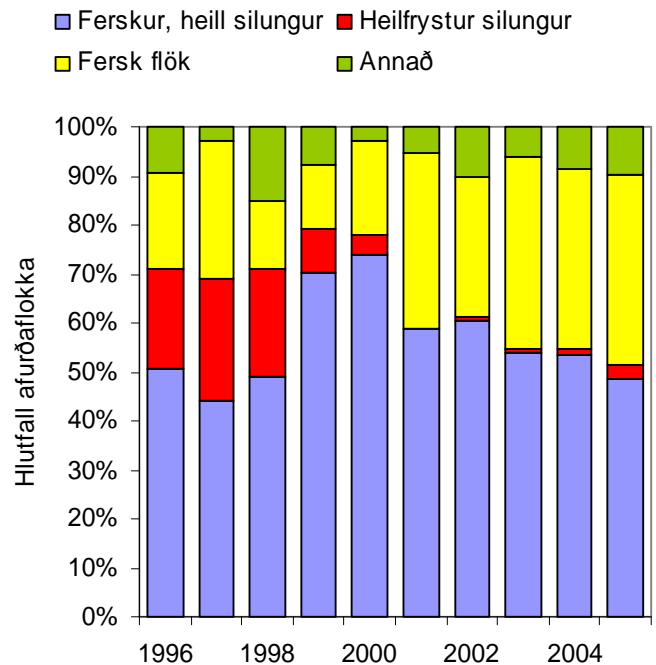
Hærra verð hefur fengist fyrir bleikju en regnbogasilung sem eflaust skýrir lágt flakaverð árin 1996-1997 en þá var mikið flutt út af regnbogasilungi (mynd 8.7). Frá árinu 1998 hefur verð á ferskum flökum verið yfir 600 kr/kg og hæst árið 2001 um 840 kr/kg. Verð á heilum ferskum fiski hefur verið tiltölulega stöðugt eða um 400 kr/kg (391-433 kr/kg) nema árið 2001 þegar það fór upp í



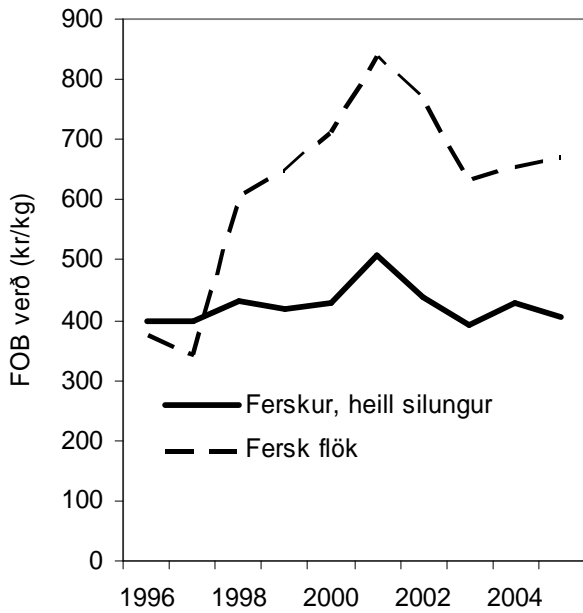
Mynd 8.5. Heildarútflutningur silungs í tonnum og verðmæti í milljónum króna árin 1996 til 2005. Allar tölur eru á verðlagi hvers árs (heimild: Utanríkisverslun Hagstofu Íslands).

rúmar 500 kr/kg.

Stærsti markaðurinn fyrir heila ferska bleikju frá Íslandi er Bandaríkjamarkaður og fór u.þ.b. 40-60% útflutningsins á þann markað (mynd 8.8). Aðrir markaðir eru litlir en útflutningur til Finnlands jókst mikið á árunum 2003-

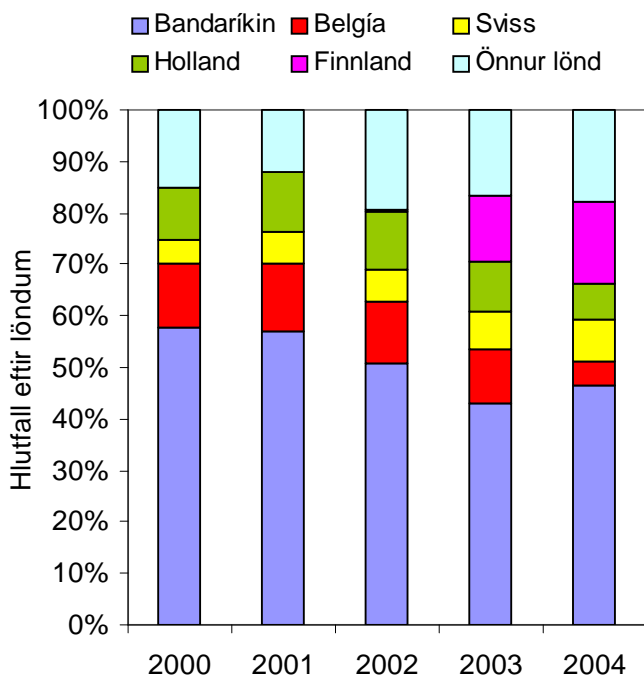


Mynd 8.6. Hlutfall einstakra afurðaflokka af heildarútflutningi silungs á árunum 1996-2005. Allar tölur eru umreiknaðar í óslægðan lifandi fisk til að fá rétt hlutfall á milli afurðaflokka. Fyrir heilan slægðan fisk var notaður margföldunarstuðullinn 1,19 og 1,67 fyrir flök (útreikningar byggðir á gögnum Utanríkisverslunar Hagstofu Íslands og veiðimálastjóra).

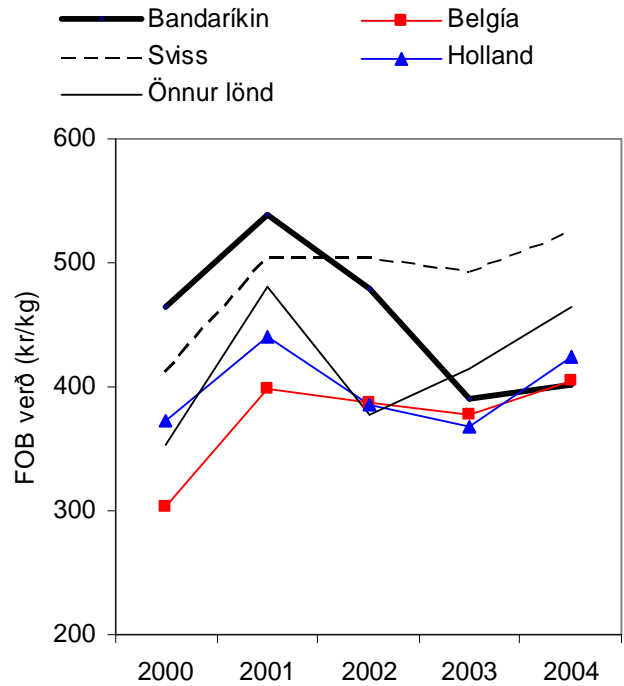


Mynd 8.7. Þróun afurðaverðs (FOB verð) á heilum ferskum silungi og ferskum silungsflökum frá 1996 til 2005. Allar tölur eru á verðlagi hvers árs (heimild: Utanríkisverslun Hagstofu Íslands).

2004. Bandaríkjamarkaður tekur aðallega stóra bleikju (> 900 g) en Evrópumarkaðurinn minni bleikjuna (300-800 g). Árin 2000-2001 var verð á ferskum heilum silungi hæst í Bandaríkjunum en síðan hefur verðið til íslenskra framleiðenda lækkað og á árunum 2002-2005 var hæsta markaðsverðið í Sviss (mynd 8.9). Eins og fyrir heila ferska bleikju er stærsti markaðurinn fyrir fersk flök í Bandaríkjunum og fór nálæga helmingur útflutningsins þangað (mynd 8.10). Aðrir markaðir er tiltölulega litlir



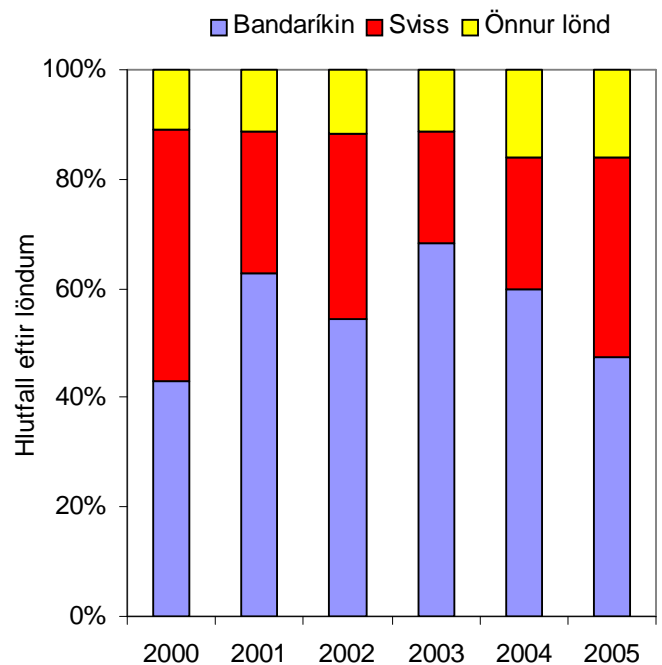
Mynd 8.8. Hlutfall af útfluttum heilum silungi eftir löndum á árunum 2000 til 2005 (heimild: Utanríkisverslun Hagstofu Íslands).



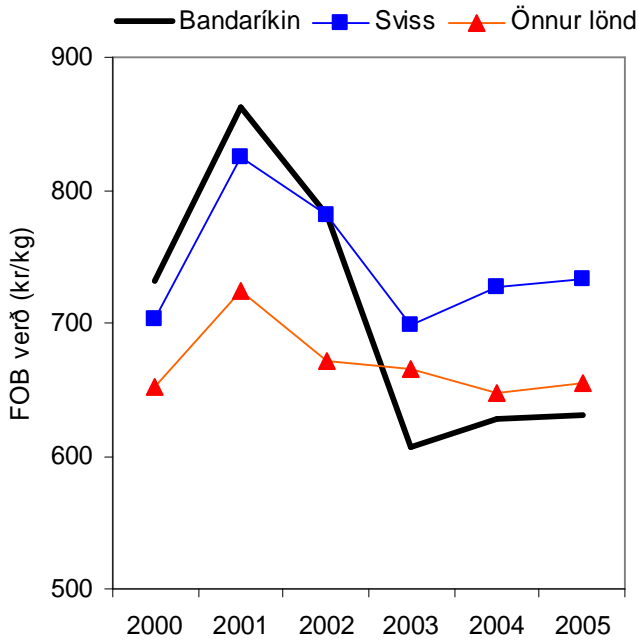
Mynd 8.9. Þróun afurðaverðs (FOB verð) á heilum ferskum silungi eftir löndum frá 2000 til 2005 (heimild: Utanríkisverslun Hagstofu Íslands).

nema svissneski markaðurinn. Á síðustu árum hefur markaðsverð á ferskum bleikjuflökum verið hæst í Sviss (mynd 8.11).

Framan af var mikið um að bleikja af lökum gæðum væri boðin til sölu. Bleikjuframleiðendum hefur fækkað mikið á síðustu árum en þeir sem eftir eru hafa stækkað. Núverandi framleiðendur hafa flestir náð mun betri tókum



Mynd 8.10. Hlutfall af útfluttum ferskum silungsflökum eftir löndum á árunum 2000 til 2005 (heimild: Utanríkisverslun Hagstofu Íslands).



Mynd 8.11. Þróun afurðaverðs (FOB verð) á ferskum silungslökum eftir löndum frá 2000 til 2005 (heimild: Utanríkisverslun Hagstofu Íslands).

á eldinu og gæði bleikjunnar jafnframt orðin meiri. Nokkrir stórir aðilar flytja nú út stærstan hluta af bleikjunni undir sínu merki og viðskiptavinir geta tengt afurðirnar við ákveðna framleiðendur. Stöðuleiki er nú í framboði bleikju frá Íslandi og á tímabilum næst ekki að anna eftirspurn, en stórtækar fjárfestingar nýrra aðila á næstu árum gætu raskað þessu jafnvægi.

Kaupendur hafa verið tilbúnir til að greiða hátt verð fyrir stóra bleikju (2 kg) á Bandaríkjamarkaði en framleiðendur hafa ekki sýnt því áhuga vegna meiri framleiðslukostnaðar en á minni fiski. Þegar komið er upp í þessa stærð er einnig hugsanlegt að bleikja fá sömu ímynd og laxinn og markaðsverð lækki.

#### Noregur

Af útflutningi Norðmanna hefur mest verið selt innan norðurlanda (tafla 8.1). Á árunum 2003-2004 voru aðeins flutt út um 100 tonn á ári og þar af um 65% til Svíþjóðar. Norðmenn flytja að mestu út heila bleikju og er FOB verð um 50 NOK/kg. Hærra FOB verð í Noregi en á Íslandi má

að einhverju leyti sjá í samhengi við að flutningskostnaður er minni hjá Norðmönnum og einnig kann hluti af útfluttri bleikju að vera í formi flaka sem hækkar meðalverðið. Norðmenn flytja t.d. bleikjuflök í lofttæmdum umbúðum til viðskiptavina í París (Falch 2005). Hlutfall af bleikju sem fer í flök hefur aukist vegna aukinnar eftirspurnar á síðustu árum (Berg 2005).

#### Önnur lönd

Í öðrum löndum er útflutningur að öllum líkindum mjög lítill. Frakkar flytja út bleikju til nágrennalandanna (Recobart 2003), en útflutt magn er lítið enda framleiðslan ekki mikil. Í Svíþjóð er bleikja ekki aðgreind í útflutningstölum frá öðrum tegundum laxfiska (Fiskeriverket 2005b) og er því ekki vitað hve hátt hlutfall af framleiðslunni fer í útflutning. Útflutningur á bleikju er einnig frá Kanada til Bandaríkjanna og Evrópu (Rogers og Davidson 2001; Johnston 2002) en lítið er vitað um magn og verð.

## 8.4 Flutningur

### Flutningur með flugi til Evrópu

Flutningskostnaður er mjög breytilegur eftir löndum og á það bæði við um innanlandsflutninga og útflutning til fjarlæggra landa. Ísland hefur þá sérstöðu að stærst hluti framleiðslunnar er fluttur út. Í Svíþjóð er bleikjueldið að stærstum hluta stundað í norðurhluta landsins (Larsson og Sjöstedt 2000). Þar sem útflutningur er að öllum líkindum lítill er flutningurinn einkum frá Norður-Svíþjóð til markaðssvæða í suðurhluta landsins. Í Noregi er megnið af bleikjunni seld á innanlandsmarkaði en einnig flutt til nágrennalandanna, Svíþjóðar og Finnlands. Aðeins eru örfáir tugir tonna fluttir til meginlands Evrópu (Falch 2005). Flutningskostnaður með bíl frá Nordland fylki í Norður-Noregi til Norður-Frakklands er 2,05 NOK/kg (19 ÍKR/kg) og 2,75 NOK/kg (26 ÍKR/kg) til Madrid á Spáni og er þá miðað við að bíllinn sé fullhlaðinn af fiski (Larsen 2003). Í þetta dæmi vantar kostnað s.s. við umlestun og flutning til endanlegs kaupanda. Samkvæmt upplýsingum frá íslenskum útflytjendum kostar 1,7-1,8 Evrur/kg (um 130 ÍKR/kg) að flytja ferskan fisk með flugi til flugvalla í Vestur-Evrópu. Það kostar síðan 0,5-1 Evru/kg (37-75 ÍKR/kg) að koma afurðinni til endanlegs kaupanda. Flutningur frá þökkunarstöð getur síðan numið allt að 10-20 kr/kg og má því gera ráð fyrir að heildarkostnaður geti verið um 200 kr/kg (169-224 kr/kg) (tafla 8.2).

Það er því margt sem bendir til að umframkostnaður vegna fjarlægðar Íslands frá helstu mörkuðum í Evrópu sé rúmum 100 kr/kg hærra en hjá samkeppnislöndum í Norður-Evrópu þegar flutt er með flugi. Síðastliðin ár hefur hlutfall flaka í útflutningi aukist verulega (kafli 8.3). Við flakaútflutning minnkar útflutt magn en verðmætin aukast

Tafla 8.1. Útflutningur á bleikju frá Noregi á árunum 2003 og 2004. Verðmæti miðast við FOB-verð (Gögn frá norska útflutningsráðinu fyrir fisk í Falch 2005).

Útflutningsland	2003		2004	
	Magn í tonnum	Verðmæti þús. NOK	Magn í tonnum	Verðmæti þús. NOK
Svíþjóð	54	2.825	69	3.405
Finnland	6	300	13	627
Frakkland	8	391	12	603
Ítalía	10	511	9	502
Sviss	6	315	3	156
Hong Kong	1	42	1	56
Þýskaland	1	27	0	11
Samtals	90	4.443	108	5.388

Tafla 8.2. Flutningskostnaður frá þökkunarstöð með bíl og flugi til kaupanda í Vestur-Evrópu.

	Kr/kg	Evrur/kg
Með bíl til Keflavíkur	5-15	
Flug frá Keflavík til V-Evrópu	127-134	1,7-1,8
Með bíl frá flugvelli til kaupanda	37-75	0,5-1
<b>Samtals</b>	<b>169-224</b>	

í samanburð við heilan fisk. Flök eru u.þ.b. 60% af fiskþyngdinni og með því að flytja eingöngu út flök er hægt að lækka flutningskostnaðinn um tæplega helming. Útflutningur á flökum getur því verulega styrkt samkeppnishæfni íslenskra bleikjuframleiðenda.

### Flutningur með flugi til Bandaríkjanna

Við útflutning á bleikju til Bandaríkjanna eru Íslendingar í samkeppni við Kanadamenn. Í Kanada er bleikjueldi að finna í flestum fylkjum landsins (Rogers og Davidson 2001). Líklega er framleiðslan seld að hluta eða hugsanlega að öllu leyti í framleiðslufylkinu. Flutningskostnaður á bleikju virðist því almennt vera lítil hjá framleiðendum í Kanada. Til samanburðar kostar það 1,7-1,8 USD/kg (um 110 ÍKR/kg) að flytja fisk með flugi frá Keflavík til austurstrandar Bandaríkjanna. Til viðbótar þessum kostnaði bætist við flutningur til Keflavíkurflugvallar og frá flugvelli í Bandaríkjunum til kaupanda. Líklegt er að kostnaður vegna flutnings í bílum á þessari leið sé svipaður og heildarflutningskostnaður kanadískra bleikjuframleiðenda við flutning á bleikju frá framleiðenda til kaupanda í Bandaríkjunum. Það munar því rúmum 100 kr/kg sem íslenskir bleikjuframleiðendur þurfa að hagræða á öðrum stöðum í rekstrinum til að geta verið samkeppnishæfir við Kanadamenn á Bandaríkjamarkaði.

### Flutningur með skipum til Vestur-Evrópu

Hugsanlega má lækka flutningskostnað umtalsvert með flutningi með skipum eða ferjum til þeirra landa sem eru næst okkur. Á síðustu árum hefur orðið mikil aukning á flutningi á ferskum fiskflökum með flutningsskipum, sérstaklega til Bretlands. Heildarútflutningur á ferskum fiskflökum með vöruflutningaskipum var um 2.500 tonn árið 2004 og fóru þar af um 75% til Bretlands. Fiskurinn er fluttur í kæligámum sem stilltir eru á 0 til +2°C (Njáll Trausti Friðbertsson 2005). Kostnaður við flutning til Austfjarðahafna er 10-15 kr/kg og um 50 kr/kg með skipi til Vestur-Evrópu. Með þessari leið væri því hægt að lækka flutningskostnaðinn niður í um 120 kr/kg eða um 80 kr/kg.

Ókostur við flutning á ferskum fiski með skipum er að tíðni siglinga er ekki nægjanleg til að koma að fullu til móts við þarfir markaðsins. Til Bretlands er hægt að flytja fisk með skipum og ferjum. Skip frá Samskipum fer frá Reyðarfirði á miðvikudegi og er komið til Immingham í Skotlandi á laugardegi (tafla 8.3). Annar möguleiki er að flytja fiskinn með Norrænu frá Seyðisfirði á miðvikudegi/fimmtudegi til Leirvíkur á Hjaltlandseyjum en þangað kemur ferjan á föstudegi. Síðan þyrfti að flytja fiskinn með ferju til Skotlands og þaðan með bíl til kaupanda. Þriðji möguleikinn er að flytja fiskinn með Eimskipi frá Eskifirði á föstudegi og er það komið til Immingham á sunnudegi. Með þessum flutningsleiðum berst fiskurinn til Skotlands

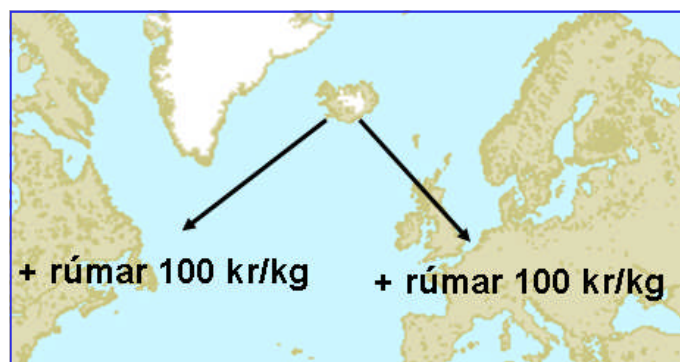


Mynd 8.12. Heil bleikja og flök kynnt á sýningu í Brussel maí 2006 (Ljósmynd: Guðbergur Rúnarsson).

um helgi og er væntanlega kominn til kaupanda á mánudegi. Hér er hagstæðast að flytja með Eimskipi um Eskifjörð á föstudegi. Þá er fiskur sem unnin er á miðvikudegi og fimmtudegi kominn til kaupanda á Bretlandi á mánudegi og þriðjudegi, 4-6 sólahringum eftir pökkun.

Til meginlands Evrópu er hægt að flytja fisk með Eimskipi og Samskipi til Rotterdam í Hollandi en þangað er fiskurinn kominn á mánudegi. Einnig er hægt að fara með Norrænu frá Seyðisfirði á miðvikudegi/fimmtudegi og er ferjan komin til Hanstholm í Danmörku á laugardegi. Með þessum móti væri hægt að koma afurð til kaupanda á um 5-7 dögum frá pökkun.

Ókostir við flutning með þesum áætlunarskipum er að afurð berst að mestu leyti til kaupanda á mánudegi og þriðjudegi. Til að tryggja jafn framboð af ferskri afurð þyrfti því væntanlega að flytja fisk með flugi þegar líða fer á vikuna. Annar ókostur við að flytja fiskinn með bíl og skipi frá Íslandi til Vestur-Evrópu er að flutningstíminn er langur eða u.þ.b. 4-6 dagar. Aftur á móti tekur það 1-2 daga að koma afurð með flugi til Vestur-Evrópu. Ferskleiki afurðanna og líftími í verslunum mun því ávalt verða styttri þegar bleikja er flutt með skipi til Vestur-Evrópu. Því er hætta á að ávinningurinn sem næst við lægri flutningskostnað tapist að einhverju leyti vegna minni ferskleika og lægra verðs á afurð.



Mynd 8.13. Vegna landfræðilegrar legu landsins þurfa Íslendingar að greiða meira en 100 kr/kg í flutningskostnað umfram samkeppnislönd ef fiskur er fluttur með flugi.

Tafla 8.3. Brottfaratímar skipa frá austfjarðarhöfnum og komutímar til hafna í Vestur-Evrópu.

Skipafélag	Frá	dags.	Til	dags.
Samskip	Reyðarfjörður	miðvikud.	Immingham	laugard.
			Rotterdam	mánudag
Norræna	Seyðisfjörður	miðv./fim.	Leirvík	föstud.
			Hanstholm	laugard.
Eimskip	Eskifjörður	föstudag	Immingham	sunnudag
			Rotterdam	mánudag

## 8.5 Skipulag útflutnings og markaðskannanir

### Ísland

Skipulag útflutnings hefur tekið verulegum breytingum frá því að fyrst var farið að flytja bleikju frá Íslandi. Talið er að á árinu 1988 hafi útflutningur á eldisbleikju hafist hér á landi (Valdimar Ingi Gunnarsson og Guðni Guðbergsson 1988). Á undanförunum tveimur áratugum hafa verið gerðar nokkrar markaðskannanir, sú fyrsta á vegum Byggingastofnunar, til að kanna möguleika útflutnings á vatnabileikju (Sigmar B. Hauksson 1988). Síðan var gerð markaðskönnun á íslenskrri eldisbleikju á vegum Útflutningsráðs Íslands, Markaðsnefndar landbúnaðarins og Búnaðarfélags Íslands (Hermann Ottósson 1990; Óskar Ísfeld Sigurðsson og Hermann Ottósson 1990).

Snemma komu upp hugmyndir um stofnum sölusamtaka sem hefði það hlutverk að vera samstarfsvettvangur bleikjuframleiðenda og sjá um kynningar- og markaðsstarf (Hermann Ottósson 1990; Þorvaldur Gardarsson 1990). Árið 1991 var Fagråd bleikjuframleiðenda stofnað en það voru samtök allra bleikjuframleiðenda þess tíma auk aðildar Búnaðarfélags Íslands og Útflutningsráðs Íslands (Hermann Ottósson 1991, 1992). Hlutverk Fagráðsins er lýtur að markaðmálum er eftirfarandi (Fagråd bleikjuframleiðenda 1991):

*„Að vera samstarfsvettvangur aðila sem stunda bleikjueldi og þeirra félaga og stofnanna er vinna að framgangi þess, í málum er lúta að markaðssetningu á íslenskrri bleikju“.*

*„Að vinna skipulega að vörupróun, markaðs-, gæða- og sölumálum, svo og kynningu á íslenskrri bleikju sem sérstakri gæðavöru heima og á útflutningsmörkuðum“.*

Fagråd bleikjuframleiðenda lét útbúa kynningarefni fyrir bleikju á erlendum mörkuðum. Við gerð þess var haft að leiðarljósi að draga fram sérstöðu fisksins. Kynningarefnið var gefið út á ensku, frönsku og þýsku (Hermann Ottósson 1991, 1992). Farið var á vörusýningar og bleikja og afurðir úr bleikju kynntar (Fagråd bleikjuframleiðenda 1992; Hermann Ottósson 1993). Eftir tveggja ára starfstíma má segja að markaðs- og kynningarstarfið á erlendum mörkuðum hafi gengið eftir. Aftur á móti tókst Fagráðinu ekki nógu vel að vera málsvari bleikjuframleiðenda (Jón Örn Pálsson 1993a). Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkti verkefnið með 46 milljón króna framlagi á árunum 1991-1994 (á verðlagi júlí 2006). Deilur voru meðal bleikjuframleiðenda og taldi Framleiðnisjóður landbúnaðarins 1994). Vegna ágreinings voru samtökin fljótlega lögð niður og nokkrir bleikjuframleiðendur stofnuðu sín eigin sölusamtök (Birgir Þórisson 1999).

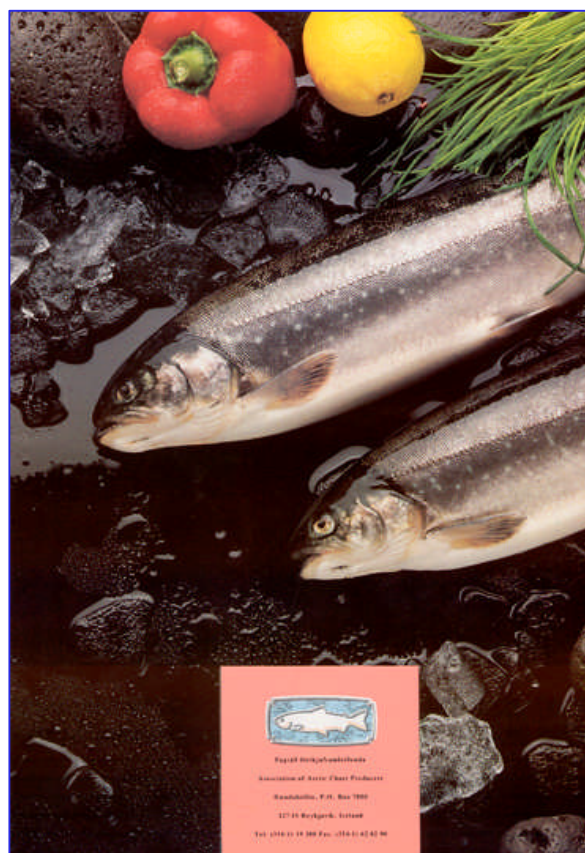
Allt frá byrjun síðasta áratugar hefur Aquanor Marketing verið leiðandi fyrirtæki við markaðsetningu íslenskrar bleikju á Bandaríkjamarkaði og markaðssett undir sínu vörumerki Aquanor Brand (Keiser 1999). Á árunum 1999-2002 styrkti Framleiðnisjóður landbúnaðarins markaðsetningu á bleikju (tafla 8.4). Hér var um beina markaðsetningu að ræða (direct marketing) þar sem bleikja var kynnt beint til væntanlegra kaupenda. Gerð var markaðsgreining á franska markaðnum á vegum Menju m.t.t. bleikjuútflutnings (Recobart 2003). Í þessari greiningu kom m.a. fram að dreifileiðin er löng með fjölda milliliða og að mjög litlu magni sé dreift til einstakra kaupenda. Einnig er bent á möguleika að þróa



Mynd 8.14. Kynning á bleikju á sýningu í Brussel í maí 2006 (Ljósmynd: Guðbergur Rúnarsson).

**Tafla 8.4. Yfirlit yfir íslensk rannsókn- og þróunarverkefni innan markaðsmála á bleikju (viðauki 1).**

Tímabil	Heiti á verkefni	Styrktaraðilar
1991-1994	Fagråd bleikjuframleiðenda	Framleiðnisjóði landbúnaðarins
1999	Markaðsáætlanir v. sölu á bleikjuflökum	Framleiðnisjóði landbúnaðarins
2000	Markaðssetning bleikju	Framleiðnisjóði landbúnaðarins
2001	Sölu- og markaðsfærsla á bleikju	Framleiðnisjóði landbúnaðarins
2002	Sala og markaðsetning á bleikju	Framleiðnisjóði landbúnaðarins



Mynd 8.15. Einn af bæklingsum sem gefinn var út af Fagráði bleikjuframleiðenda.

markað fyrir stóra bleikju (> 600 g) en þá stærð er erfitt að finna á frönskum markaði.

### Noregur

Í markaðskönnun á innanlandsmarkaði í Noregi sem gerð var á árunum 1998 til 2000 kom fram að bleikja var mest borðuð á dýrari hótelum og þá notuð sem nýtt og spennandi hráefni fyrir viðskiptavinina. Almennt var bleikja lítið þekkt á veitingastöðum í Noregi og aðeins á einu hótellanna í könnunni var bleikja algeng á matsaðlinum. Í könnuninni kom fram að lítil bleikjuneysla í Noregi orsakaðist af því að dreifingu og markaðsetningu var ábótavant. Bent var á að hægt væri að auka neyslu á bleikju í Noregi m.a. með að auka þekkingu viðskiptavina á bleikju og dreifa uppskriftum. Jafnframt þyrfti að aðgreina bleikju vel frá laxi og urriða og tryggja jafnara framboði og betri dreifingu. Það kom einnig fram að mikilvægt væri að markaðssetja meira af bleikjuflökum til að auka eftirspurn á dýrari veitingarstöðum (Olsen og Hamnvik 2001). Í framhaldi af þessari markaðskönnun vann Norska útflutningsráðið fyrir fisk að kynningu á bleikju á innanlandsmarkaði m.a. með útgáfu á kynningarefni og uppskriftum á árunum 2001-2003. Kynningarefnið hefur einnig verið þýtt yfir á önnur tungumál þar sem norsk bleikja er markaðsett undir heitinu "Norwegian Arctic Charr" á ensku og "L'Omble Arctique de Norvège" á frönsku. Á vegum norska útflutningsráðsins fyrir fisk hefur einnig verið framkvæmd markaðsrannsókn á bleikjumörkuðum í Þýskalandi og að hluta til í Svíþjóð (Anon 2002, 2003, 2004a).

Sala á bleikju í Noregi hefur ekki alltaf gegnið samkvæmt væntingum. Eftir að norska útflutningsfyrirtækið Lerøy Seafood Group eignaðist

nýlega um 90% í Sigfjord Fisk, sem er stærsti einstaki bleikjuframleiðandi í Noregi, hefur gengið betur með sölu á bleikju (Falch 2005).

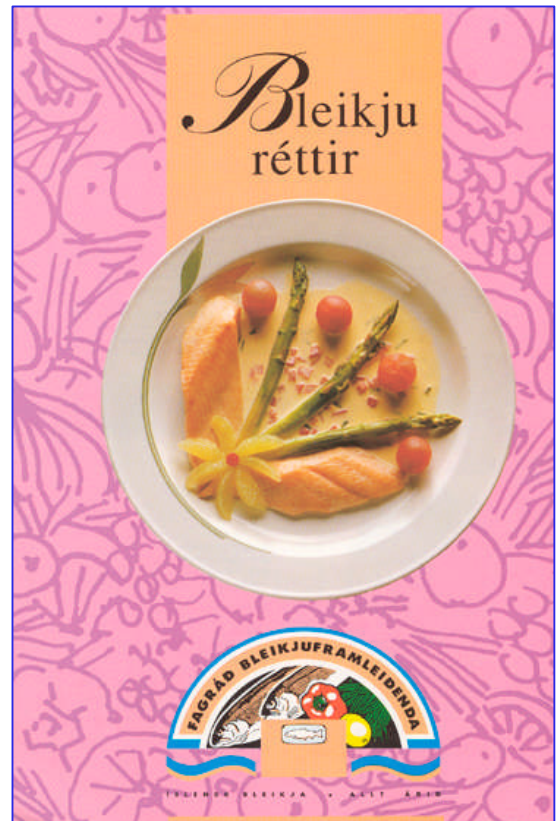
## 9. Umræður og tillögur

### 9.1 Eldisstofnar, kynbætur og erfðatækni

Til að aðlaga eldisbleikjuna enn betur að eldisaðstæðum og til lækkunar á framleiðslukostnaði er mikilvægt að kynbætur verði áfram styrktar með framlagi úr ríkissjóði. Kynbætur eru eilífðarverkefni og ein mikilvægasta forsenda þess að íslenskt bleikjueldi geti orðið samkeppnishæft í framtíðinni. Landbúnaðarráðuneytið gerði sérstakan samning við Hólaskóla um fjármögnun og stjórnunarlega umgjörð bleikjukynbóta árið 1998. Þessi samningur rennur fljótlega út og í fréttatilkynningu landbúnaðar-, sjávarútvegs- og iðnaðarráðuneytis frá 18. apríl 2006, um aðgerðir til að styrkja fiskeldi, kom m.a. fram: „Jafnframt lýsir landbúnaðarráðherra því yfir að hann muni beita sér fyrir áframhaldandi stuðningi við bleikjukynbótaverkefnið á Hólum í Hjaltadal“.

Svíar fullyrða að þeir séu komnir lengra í kynbótastarfinu en Norðmenn og Íslendingar (Fiskeriverket 2005a). Þessi fullyrðing byggir ekki á rannsóknnum við staðlaðar aðstæður þar sem gerður er samanburður á stofnum frá þessum löndum. Þó skal haft í huga að Svíar hafa stundað kynbætur í lengri tíma en Íslendingar og kann fullyrðingin því hugsanlega að vera rétt (kafli 2.2).

Kanadamenn leiða líkum að því að bleikjustofn úr Nauyuk vatnakerfinu hafi yfirburði yfir aðra eldistofna á Íslandi, Svíþjóð, Noregi og Kanada m.t.t. kynþroskaaldurs, holdlitar og hrognastærðar. Eiginleikar stofnsins að verða seint



Mynd 8.16. Bæklingur útbúinn af Fagráði bleikjuframleiðenda til að kynna matreiðslu á bleikju.

kynþroska er mikilvægur þegar framleiða á stóran fisk fyrir Ameríkumarkað (Johnston 2002). Líkt og í Svíþjóð hófust kynbætur fyrr í Kanada en á Íslandi. Hinsvegar virðast kynbætur í Kanada ekki hafa verið nægilega samfelldar, að erfðabreytileiki eldisstofnanna er ábótavant vegna of fárra foreldrafiska og ekki hafi verið staðið rétt að vali á fiski til undaneldis í upphafi (kafli 2.3). Þrátt fyrir að Nauyuk stofninn sé, frá náttúrunnar hendi, heppilegur til undaneldis er ekki sjálfgefið að hann sé betri en íslenskir eldisstofnar um þessar mundir.

Kynslóðarbilið í kynbótum á bleikju í Svíþjóð hefur verið 5-6 ár (Brännäs o.fl. 2005) og svipað í Kanada (Johnston 2002; Lundrigan o.fl. 2005). Hér á landi hefur kynslóðarbilið verið 3 ár (Einar Svavarsson 2004) en er að lengjast vegna vals á einstaklingum í kynbótaverkefninu sem verða seint kynþroska. Upphaflega var vel staðið að söfnun á efniviði til kynbóta á Íslandi (kafli 2.1) og ef rétt er staðið að málum getum við hugsanlega náð forskoti í framtíðinni vegna styttra kynslóðarbils hjá íslenskum bleikjustofnum. Það skal haft í huga að stutt kynslóðarbil er meðal annars vegna þess að fiskurinn er alinn við því sem næst kjörhitastig hér á landi. Þessa leið geta þó samkeppnisáðilar einnig valið þar sem aðgengi er á grunnvatni og með endurnotkun í hringrásarkerfum er hægt að skapa kjöraðstæður fyrir klakfiskinn (kafli 5.5). Bent hefur verið á þann möguleika að stytta kynslóðarbilið niður í tvö ár en tæknileg vandkvæði eru á því þar sem afföll hrogn og seiða í frumföðrun undan tveggja ára hrygnum eru yfirleitt mikil (Einar Svavarsson 1999). Þá yrði jafnframt valið fyrir auknum kynþroska á öðru ári og þyrfti því að gelda þann efnivið sem notaður væri í eldinu.

Aðferðir við kynbætur hafa verið í stöðugri þróun og á síðustu árum hefur verið leitað að erfðavísimum sem tengjast mikilvægum eiginleikum s.s. vexti (Tao og Boulding 2003). Með vali einstaklinga sem hafa viðkomandi erfðavísa er hægt að hraða framförum í kynbótum. Ennþá er þessi tækni í þróun fyrir fiskeldi en miklar væntingar eru um notkun hennar í kynbótum (Liu og Cordes 2004). Byrjað er að nota erfðavísa til að flýta kynbótaframförum á beitafiski ([www.genomar.no](http://www.genomar.no)). Kanadamenn eru komnir lengst í þróunarstarfi við notkun erfðavísa í kynbótum á bleikju (kafli 2.3) og áhugi er fyrir því að hefja notkun erfðavísa í kynbótastarfinu í Svíþjóð (Fiskeriverket 2005a). Íslendingar hafa verið í samstarfi við Kanadamenn í leit að einstökum erfðavísimum sem hafa afgerandi áhrif á vaxtarhraða og kynþroskaaldur (kafli 2.1).

Finnskir vísindamenn hafa stundað rannsóknir á erfðabreyttri bleikju og jafnframt bent á að með hjálp erfðataekni mætti flýta kynbótaframförum í bleikjueldi sambærilega við kynbætur annarra laxfiska, sem staðið hafa í áratugi (kafli 2.5). Yfir 20 fisktegundum hefur verið erfðabreytt í rannsóknarskyni (Beardmore og Porte 2003). Með þessari tækni hefur verið hægt að auka vöxt, efnaskiptahraða, og frost- og sjúkdómaþol fisksins (Zbikowska 2003) svo nokkuð sé nefnt. Ekki hefur ennþá verið gefin heimild á notkun erfðabreyttra fiska í fiskeldi í neinu landi. Aftur á móti er notkun á erfðabreyttum plöntum orðin algeng í landbúnaði (Logar og Pollock 2005).

Töluverðum fjármunum og vinnu hefur verið varið í kynbætur hér á landi, fyrst með vali á hentugum stofnum til eldisins og síðan með markvissum kynbótum. Í upphafi verkefnisins voru niðurstöður birtar reglulega en á síðustu árum hafa litlar upplýsingar verið aðgengilegar þrátt fyrir mikla gagnaöflun (viðauki 2).

#### Tillaga:

- *Gerð verði nákvæm samantekt yfir það sem hefur verið gert í kynbótaverkefninu, lagt mat á framkvæmd þess og afrakstur og koma með tillögu um úrbætur.*

## 9.2 Bleikja sem eldisfiskur

Þó kynbætur séu eflaust mikilvægasta verkefnið við þróun bleikjueldis hér á landi er fjöldi annarra mikilvægra rannsókna- og þróunarverkefna sem tengjast m.a. líffræði og lífeðlisfræði bleikju. Í upphafi bleikjueldis var fljótlega byrjað á rannsóknum á hrogna- og seiðastiginu og voru Norðmenn þar fremstir flokki. Ásamt þeirri þekkingu sem stuðst var við úr seiðaeldi annara laxfiska hafa bleikjueldismenn almennt náð ágætis tókum á þessum hluta eldisferilsins (kafla 4). Sýnt hefur verið fram á að hægt er að láta bleikju hrygna yfir stóran hluta ársins en þrátt fyrir það hefur því lítið verið sinnt. Með frumfóðrun bleikjuseiða nokkrum sinnum á ári má bæta nýtingu stöðvanna og auka öryggi í framboði á hrognum.

Í þeim hluta eldisferilsins sem fellur undir matfiskeldi er margt hægt að bæta með frekari rannsókna- og þróunarvinnu. Þrátt fyrir að verulegar framfarir hafi náðst í að draga úr kynþroska með kynbótum á síðustu árum getur kynþroski þó valdið tjóni þegar verið er að framleiða stóran fisk og þá sérstaklega þar sem vöxtur er hægur.



Mynd 9.1. Sjőbleikja af Litluárstofni (Ljósmynd: Valdimar Ingí Gunnarsson).

Góður árangur hefur náðst í laxeldi við að halda kynþroska niðri með lýsingu á ákveðnum árstímum (kafli 5.2). Þeirri aðferð er eflaust hægt að beita í bleikjueldi en þá þarf jafnframt að aðlaga hana að bleikju með rannsókna- og þróunarvinnu á næstu árum.

Fóðurkostnaður er stærsti kostnaðarliðurinn í bleikjueldi og með að þróa ódýrara fóður er hægt að lækka framleiðslukostnaðinn. Framleiðsla á bleikju er lítil og því takmarkaður áhugi fóðurfyrirtækja til að setja verulega fjármuni í þróun á bleikjufóðri. Hér getur framlag úr opinberum sjóðum vegið þungt til að tryggja að unnið sé áfram við þróun bleikjufóðurs á meðan umfang greinarinnar er lítið.

Bleikja er almennt alin í tiltölulega dýru eldisrými í land- og strandeldisstöðvum. Til að sem best nýting fái á eldisrýminu er mikilvægt að ná sem mestri framleiðslu á hvern rúmmetra. Bleikja þrífst best við mikinn þéttleika (kafli 3.3), en þær rannsóknir sem hafa verið gerðar eru yfirleitt framkvæmdar á tiltölulega smáum fiski í litlum kórum. Í matfiskeldi á Íslandi eru víða notuð tiltölulega stór kór og því erfiðara að hafa mikinn þéttleika í þeim og tryggja fiskinum nægilega góð vatnsgæði. Rannsaka þarf samband straumhraða, vatnsgæða og þéttleika í stórum kórum með það að markmiði að hámarka framleiðslu á hvern rúmmetra.

Töluverðar framfarir hafa átt sér stað í vaxtarhraða hjá bleikju með kynbótum. Kjörhitastig bleikju m.t.t. vaxtar í seiðaeldi er 15-17°C en minna er vitað um kjörhitastig í matfiskeldi. Kjörhitastig m.t.t. fóðurnýtingar er þó nokkrum gráðum lægra (kafli 3.1). Það er þekkt að hæfileg yfirmettun súrefnis í vatni hefur jákvæð áhrif á vöxt t.d. regnbogasilungs (Dabrowski o.fl. 2004). Líklegt er að yfirmettun hafi jákvæð áhrif á vöxt bleikju sérstaklega við hátt hitastig. Selta getur einnig haft áhrif á afkomu eldisins og almennt er vöxtur og fóðurnýting best í millisöltu vatni (Boef og Payan 2001). Vöxtur og fóðurnýting er bæði háð hitastigi og seltu og flóknu samspili á milli þessa tveggja þátta (Imsland o.fl. 2001). Kortleggja þarf hagkvæmasta hitastig, seltu og súrefnisinnihald vatns hjá bleikju í matfiskeldi með tilliti til þess að fá fram sem bestan vöxt, fóðurnýtingu og aðra mikilvæga þætti sem hafa áhrif á afkomu eldisins. Í strandeldisstöðvum þar sem auðvelt er að stjórna seltu, hita og súrefnisinnihaldi vatns má eflaust bæta reksturinn

með að besta þessa umhverfisþætti.

Bleikja er harðgerð tegund og tiltölulega lítið hefur orðið vart við sjúkdóma. Því hafa fisksjúkdómarannsóknir ekki verið framkvæmdar á Íslandi sérstaklega fyrir bleikju (kafli 3.5). Gera má ráð fyrir fjölgun sjúkdómstilfella með auknu umfangi eldisins og er þá mikilvægt að koma í framkvæmd sjúkdómarannsóknum sem fyrst til að lágmark tjón.

#### Tillögur:

- Áframhaldandi þróun á fódri fyrir bleikju með það markmiðið er að lækka fódurkostnað.
- Þróa aðferðir við lýsingu með það að markmiði að draga úr kynþroska á stórum fiski.
- Rannsaka þarf samband straumhraða, vatnsgæða og þéttleika í stórum körum með það að markmiði að hámarka framleiðslu á hvern rúmmetra.
- Rannsóknir á umhverfisþáttum (hita, seltu og súrefnismettun) til að hámarka vöxt bleikju og fódurnýtingu í matfiskeldi.

### 9.3 Aðstæður til bleikjueldis og eldistækni

Möguleikar til bleikjueldis ráðast einkum af lífeðlisfræði bleikjunnar og landfræðilegum aðstæðum. Þeir umhverfisþættir sem eru mest ráðandi eru:

1. Hitastig, en bleikja (> 500 g) í matfiskeldi þolir illa hita yfir 10°C.
2. Seltuinnihald, en bleikja þolir illa seltu yfir 25‰.

Tiltölulega lágt kjörhitastig í matfiskeldi setur ákveðnar takmarkanir varðandi staðarval fyrir eldið, en er jafnframt helsta ástæða þess að bleikja er álitleg eldistegund á Íslandi. Talsverðar hitasveiflur eru í yfirborðsvatni hjá bleikjuframleiðendum í Norður-Atlantshafi hvort sem um er að ræða stöðuvötn eða straumvötn. Yfir nokkra mánaða tímabil á veturna er hitastigið við 0°C og vöxtur fisks því lítil eða enginn. Hinsvegar getur vöxturinn orðið mjög hraður yfir sumarmánuðina en hætta er fyrir hendi ef hitinn fer upp í 15-20°C því þá stöðvast vöxtur og afföll aukast. Í landeldi hefur þróunin verið sú að bleikjueldisstöðvar eru staðsettar þar sem aðgengi er að grunnvatni. Til að nýta betur vatn og orku er vatnið endurnotað (kafli 5.4). Ekkert af samkeppnislöndum í Norður Atlantshafi hefur þá gnótt grunnvatns sem er til staðar á Íslandi. Í Óxarfirði og Suður- og Suðvesturlandi er t.d. að finna svæði þar sem finna má mikið magn af lindarvatni (Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson 1988). Víða á þessum svæðum er einnig að finna jarðhita til að hita upp lindarvatnið (Freysteinn Sigurðsson 1988). Þó margt bendi til að við höfum yfirburðaraðstæður til eldis í fersku vatni er ekki víst að svo verði í nánustu framtíð. Það er ekki hægt að útiloka að samkeppnislöndum takist að þróa bleikjustofn sem þolir hátt hitastig yfir sumarmánuðina t.d. með hjálp erfðatækninnar. Í Kanada hefur t.d. verið leitað af erfðavísnum sem tengjast þoli fyrir háu hitastigi (Somorjai o.fl. 2003). Ef það tekst myndi það breyta samkeppnisstöðu bleikjueldis s.s. í Kanada, Noregi og Svíþjóð og gera þeim betur kleift að vera með kvíeldi í stöðuvötnum og nýta yfirborðsvatn í meira mæli til eldis í körum.



Mynd 9.2. Á Íslandi er mikið af lindarvatni og þar sem er einnig að finna jarðhita eru kjöraðstæður fyrir bleikjueldi (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Bleikja hefur takmarkað seltuþol sem nær yfir stutt tímabil á sumrin og er þess vegna ekki hægt að stunda heilsárseldi á bleikju í sjókvíum við fulla seltu. Reynt hefur verið að kynbæta fyrir auknu seltuþoli án árangurs (kafli 5.5). Til að aðlaga beitarfisk betur að ísöltu vatni og sjó er hafin leit að erfðavísnum fyrir auknu seltuþoli ([www.genomar.no/text.cfm?SID=8&ID=61](http://www.genomar.no/text.cfm?SID=8&ID=61)). Það er ekki líklegt að hægt verði að beita þessari aðferð til að þróa heilsárseldi í sjó fyrir bleikju þar sem takmarkað seltuþol yfir sumarmánuðina er bundið lífeðlisfræðilegum eiginleikum hennar. Væntanlega þyrfti að framleiða erfðabreytta bleikju með flutning á erfðaeftum sem stjórnar seltuþoli fiska. Ef það tækist að framleiða bleikju sem þyldi fullsaltan sjó allt árið myndu opnast miklir möguleikar á sjókvíaeldi á norðlægum svæðum þar sem sjávarhitinn er ekki of hár fyrir bleikju. Það gæti veitt eldi á bleikju í land- og strandeldi verðuga samkeppni.

Möguleikar eru til jarðsjávarstöðu í stórum stíl hér á landi, mestir á Reykjanesskaga frá Þorlákshöfn til Reykjavíkur. Einnig koma staðir við Suðurland, Óxarfjörð og á utanverðu Snæfellsnesi til greina (Freysteinn Sigurðsson 1988). Á þessum svæðum flýtur ferskvatn víða ofan á saltara vatni og hægt að blanda því við jarðsjó og fá hæfilega seltu. Á Reykjarnesi eru tvær af stærstu strandeldisstöðvunum sem nýta þessar aðstæður. Þær hafa aðgang að miklu magni af fersku vatni og jarðsjó og við blöndun er hitastigið u.þ.b. 7°C. Í samkeppnislöndunum eru slíkar aðstæður ekki til staðar því hér er meiri lekt jarðalaga á jarðsögulega yngri svæðum.

Það hefur ekki tekist að þróa kvíaeldi á bleikju í ísöltu vatni í fjörðum eða lönunum í samkeppnislöndum (kafli 5.5) og eru eflaust margar ástæður fyrir því. Þar má nefna of miklar hitasveiflur, of heitt á sumrin og að mikið streymi er af fersku vatni niður við 0°C á veturna sem kælar sjóinn, eykur líkur á lagnaðarís og að rekís valdi tjóni á búnaði. Hér á landi má finna hagstæðar aðstæður fyrir kvíaeldi í ísöltu vatni. Þar má nefna Lón í Kelduhverfi sem er ísalt með ferskt yfirborðslag og helst tiltölulega heitt yfir vetarmánuðina vegna mikils flæðis af volgu vatni í lónið (Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannesson 1983). Frá árinu 2004 hefur verið stundað eldi á bleikju í lóninu á vegum Rifós hf.

Í Kanada, Banadíkjunum og Noregi þar sem takmarkað



grunnvatn er til ráðstöfunar hefur verið farin sú leið að endurnota vatnið í hringrásarkerfum. Í Kanada, Bandaríkjunum (Summerfelt o.fl. 2004) og Noregi (Sæther o.fl. 2004) hafa verið þróunarverkefni í endurnotum vatns allt frá einföldum kerfum upp í flókin kerfi með lífhreinsi. Í bleikjueldisstöðvum hér á landi eru dæmi um þaulnot á vatni þar, með súrefnisbætingu og kalkmjólk blandað í vatnið til að stjórna sýrustiginu. Einnig er um endurnot að ræða þar sem grugg er hreinsað úr vatninu og það loftað milli eldiseininga. (kafli 5.5). Þetta eru einfaldari og ódýrari kerfi en algengt er að notuð séu hjá samkeppnislöndum. Fjöldi rannsókna hafa verið gerðar á Íslandi þar sem markmiðið hefur verið að bæta nýtingu á vatni og varma til fiskeldis m.a. með styrk frá Rannsóknamiðstöð Íslands (Erlendur Jónsson 2003). Sammerkt þessum rannsóknum er að niðurstöður eru yfirleitt ekki aðgengilegar. Því er full ástæða að taka sama á einn stað niðurstöður allra þessara rannsókna og skoða hver staða þekkingar er og meta í framhaldi af því mikilvæg R&P verkefni.

Á Íslandi virðast vera betri aðstæður til bleikjueldis í samanburði við samkeppnislöndin við Norður-Atlantshafi. Hér hefur ekki verið lagt mat á möguleika til bleikjueldis á öðrum svæðum eða heimsálfum. Það kann að vera, að hægt sé að finna sambærilegar eða betri aðstæður í öðrum heimsálfum. Það er vel þekkt að eldi getur verið langt út fyrir náttúrulega útbreiðslu tegundarinnar og í því sambandi má nefna laxeldi. Atlantshafslax er t.d. alinn í Chile þar sem aðstæður til sjókvíaeldis eru betri en í Noregi og framleiðslukostnaður lægri (Anderson 2003).

#### Tillögur:

- Taka saman niðurstöður fyrri rannsóknarverkefna á þaul- og endurnotkun vatns hér á landi og meta þörf á nýjum R&P verkefnum með það að markmiði að auka samkeppnishæfni bleikjueldis á Íslandi.

## 9.4 Gæði, vinnsla og markaðsmál

Íslendingar eru ráðandi aðili í útflutning á bleikju þar sem framleiðsla í öðrum löndum fer að mestu á innanlandsmarkað. Margt bendir til að við munum áfram verða leiðandi í bleikjueldi á næstu árum. Framboð af eldisbleikju kemur til með að aukast jafnt og þétt og aukningin mun að stærstum hluta koma frá Íslandi. Í skýrslu Fiskeldisnefndar er því spáð að framleiðsla á bleikju á Íslandi verði komin í um 4.500 tonn árið 2009 (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004).

Fram að þessu hafa núverandi framleiðendur getað tryggt tiltölulega jafnt framboð af bleikju og fengið hátt verð fyrir afurðirnar. Þetta jafnvægi getur þó riðlast með þátttöku nýrra framleiðenda og leitt til ójafnvægis í framborði og eftirspurn. Stjórnun framboðs á helstu útflutningsmörkuðum mun að mestu leyti vera í höndum íslenskra framleiðenda og útflytjenda. Með einum sölusamtökum væri hægt að stjórna útflutningi á bleikju frá Íslandi og tryggja þannig jafnt framboð og hátt verð. Litlar líkur eru á að sú leið verði farin og er því mikilvægt að ákveðin samvinna verði á meðal framleiðenda og útflytjanda til að koma í veg fyrir offramboð og verðlækkun. Sú samvinna getur t.d. verið fólgin í að árlega verði gerð spá um framleiðslu næstu ára út frá birgðastöðu í lok hvers árs og áætlunum einstakra fyrirtækja. Flest fyrirtæki sem eru með umtalsverða bleikjuframleiðslu eru í Landsambandi



Mynd 9.3. Kynning á bleikju á Brussel sýningunni 2006 (Ljósmynd: Guðbergur Rúnarsson).

fiskeldisstöðva og getur því verið hlutverk samtakanna að sjá um þessa vinnu. Samhliða yrði gerð spá um þróun í eftirspurn á einstökum mörkuðum og markaðsaðgerðum komið í framkvæmd til að tryggja að hægt verði að selja væntanlega framleiðsluaukningu.

Á síðustu árum hefur verið stunduð bein markaðsetning á bleikju, það er að, bleikja hefur verið kynnt beint til væntanlegra kaupenda (kafli 8.5). Þessi vinna hefur skilað árangri og er mikilvægt að henni verði haldið áfram. Bleikja er ekki vel þekkt á meðal aðila sem versla með sjávarfang og til að auka þekkingu og áhuga þeirra er hægt að vera með kynningu á bleikju í erlendum fagttimaritum um markaðsmál. Einnig að vera með kynningar á vörusýningum og fá öflugra heildsala/dreifingarfyrtæki til að gera markaðsátak á sínu markaðssvæði. Til að tryggja áframhaldandi hátt verð er mikilvægt að marksetja bleikjuna sem hágæða afurð og forðast samlíkingu við smáan ódýran fisk eins og regnbogasilung. Við markaðsetningu á stórra bleikju er einnig hætta á samlíkingu við lax sem er með lægra markaðsverð en bleikja. Því er líklegast til árangurs að selja millistærð af bleikju sem reyndar hefur verið gert í mestum mæli á síðustu árum.

Í öllum samkeppnislöndunum eru sterkir heimamarkaðir og þurfa framleiðendur því ekki nema í litlum mæli að stunda útflutning við afsetningu sinnar vöru. Flutningskostnaður er því tiltölulega lítill. Megnið af framleiðslunni á Íslandi er flutt út með flugi til Bandaríkjanna og Evrópu. Kostnaður við að koma afurðinni til viðskiptavina er því verulegur hjá íslenskum bleikjuframleiðendum (kafli 8.4). Þróun síðustu ára hefur verið sú að herra hlutfall bleikjuframleiðslunnar hefur verið flökuð en það krefst mikillar vinnu og kostnaður er mikill. Til að lækka vinnslukostnaðinn er mikilvægt að vélvæða vinnsluna. Með því að flytja eingöngu út flök er hægt að lækka flutningskostnað um tæplega helming í samanburði við heilan fisk (kafli 8.4). Mikilvægt er að unnið verði enn frekar að því að lækka flutningskostnað til að bæta samkeppnisstöðu íslenskra bleikjuframleiðenda.

Í upphafi síðasta áratugar gaf Fagråd bleikjuframleiðenda út leiðbeiningar um gæðaflokkun og þökkun á bleikju (kafli 6.3). Bleikjuframleiðendum er ekki skylt að fara eftir

Þessum reglum, en sumir hafa haft þær til viðmiðunar við gæðaflokkun og þökkun á bleikju. Til að tryggja sem best samræmi við gæðaflokkun á bleikju til útflutnings er mikilvægt að unnið verði áfram í gæðamálum á bleikju. Mælt er með að útbúnaður verði myndrænar leiðbeiningar fyrir gæðaflokkun á bleikju skv. kröfum kaupenda.

Í fréttatilkynningu landbúnaðar-, sjávarútvegs- og iðnaðarráðuneytis frá 18. apríl 2006 um aðgerðir til að styrkja fiskeldi var bent á að veruleg þörf er á markaðsókni fyrir bleikju. Þar kom fram að „Veitt verður sérstöku 10 milljón króna framlagi næstu þrjú ár til markaðs- og sölustarfs í bleikju. Þessum fjármunum verði úthlutað í gegnum AVS-sjóðinn í samráði við Fiskeldishóp AVS.“

#### Tillögur:

- Árlega verði gerð spá um framleiðsluaukningu á næstu árum út frá birgðum og áætlunum einstakra fyrirtækja.
- Árlega verði gerð spá um þróun eftirspurnar á einstökum mörkuðum og komið í framkvæmd markaðsaðgerðum til að tryggja að hægt verði að selja væntanlega framleiðslu.
- Mælt er með að mikil áhersla verði lögð á markaðsetningu og þróun nýrra markaða fyrir bleikju.
- Efla og treysta samstarf við matvælaráðstefnur og kynningar.
- Leiðbeiningar um gæðaflokkun og þökkun á bleikju verði endurbættar.

## 9.5 Samkeppnishæfni

Ekki liggja fyrir upplýsingar um afkomutölur bleikjueldis í samkeppnislöndum. Þegar tekið er tillit til þess að framleiðsluaukning virðist ekki vera mikil á síðustu árum bendir margt til að afkoma fyrirtækjanna hafi almennt ekki verið nægilega góð til að fjárfestar hafi sýnt greininni áhuga. Við samanburð á samkeppnishæfni á milli landa veða landfræðilegar aðstæður mest. Eftirfarandi rök má færa fyrir því að framleiðslukostnaður geti verið lægri í bleikjueldi á Íslandi en hjá samkeppnislöndum í norðurhluta Ameríku og Evrópu:

- **Betri landfræðilegar aðstæður:** Ekkert af samkeppnislöndum hefur þá gnótt af lindarvatni, jarðhita og jarðsjó sem er að finna hér á landi þar sem hægt er að skapa kjöraðstæður fyrir bleikjuna m.t.t. hita og seltu. Í samkeppnislöndum er takmarkað aðgengi að grunnvatni og vandamál með of heitt yfirborðsvatn á sumrin.
- **Hagkvæmari eldistækni:** Eldi á bleikju í land- og strandeldi hefur gengið einna best. Vegna takmarkaðs grunnvatns og dýrrar orku þurfa samkeppnisaðilar að nota dýr hringrásarkerfi til að endurnýta vatn. Hér á landi hafa verið notuð einfaldari og ódýrari kerfi við þaul- og endurnot á vatni, þar sem orkan er ódýrari (jarðhiti) á Íslandi og meira magn er af grunnvatni. Stofnkostnaður í kvíaelði er lægri en í land- eða strandeldi en erfiðlega hefur gengið að ala bleikju í kvíum og umfang þessarar eldisaðferðar því takmörkuð.



Mynd 9.4. Jónatan Þórðarson, Silungí hf. sem rak lengi stærstu bleikjueldisstöð í heimi (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

- **Stærri og hagkvæmari stöðvar:** Aðstæður hér á landi bjóða upp á að byggja mjög stórar stöðvar og ná þannig stærðarhagkvæmni. Hjá samkeppnisaðilum er aðeins hægt að vera með litlar stöðvar í stöðuvötnum og takmarkað magn af grunnvatni gefur ekki möguleika á að byggja stórar stöðvar.
- **Jafnari framleiðsla:** Í kvíaelði í stöðuvötnum er hitastig lágt yfir vetramánuðina og vöxtur því lítil eða enginn. Á sumrin getur vöxtur orðið mikill en hætta er á afföllum ef hiti verður of hár. Í land- og strandeldisstöðvum hér á landi sem yfirleitt hafa aðgang að lindarvatni eða jarðsjó ásamt jarðhita er hægt að tryggja jafnan hita og jafna framleiðslu allt árið. Það er einnig hægt í litlum landeldisstöðvum samkeppnislöndum sem endurnota vatnið í hringrásarkerfum.
- **Kynbætur:** Í upphafi virðist betur hafa verið staðið að söfnun á efniviði til kynbóta á Íslandi en í samkeppnislöndum. Aftur á móti hafa kynbætur verið stundaðar lengur í samkeppnislöndum og hugsanlegt er að þau séu komnir lengra í kynbótastarfinu. Ef rétt er staðið að kynbótum á Íslandi getum við e.t.v. náð forskoti í framtíðinni með styttra kynslóðarbil á íslenskum bleikjustofnum en er hjá samkeppnislöndunum.

Til að skýra betur samkeppnishæfni bleikjueldis á Íslandi er hér beitt SVÓT-greiningu sem stendur fyrir styrkleikar, veikleikar, ógnanir og tækifæri (tafla 9.1). Greiningin felst í því að kortleggja hverjir eru helstu styrkleikarnir, veikleikarnir, hvaða ógnanir steðja að og hver eru sóknarfærin. Í sinni einföldustu mynd felst greiningin í því að búa til lista með þessum fjórum þáttum. Þessi SVÓT – greining byggir á þeim gögnum sem er að finna í köflum hér að framan.

## 9.6 Rannsókn- og þróunarstarf

Umtalsverðir fjármunir hafa verið lagðir í rannsókn- og þróunarstarf í bleikjueldi á Íslandi. Niðurstöður margra

**Tafla 9.1. SVÖT-greining til að greina styrkleika, veikleika, ógnanir og tækifæri í íslensku bleikjueldi.**

Styrkleikar	Veikleikar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Góður matfiskur sem hentar vel fyrir dýra og kröfuharða markaði</li> <li>- Harðgerður fiskur sem hentar vel í eldi og þolir mikinn þéttleika</li> <li>- Bleikja hefur lágt kjörhitastig og hentar því vel fyrir íslenskar aðstæður</li> <li>- Upphaflega var betur staðið að söfnun á efniviði til kynbóta á Íslandi en í samkeppnislöndum</li> <li>- Aðgegni að miklu magni af hentugu köldu vatni til bleikjueldis er mun betra hér á landi en hjá samkeppnislöndum</li> <li>- Möguleikar til jarðsjávarstöðu eru í stórum stíl hér á landi og með blöndun við grunnvatn er hægt að skapa kjöraðstærður m.t.t. seltu og hita. Ekkert af samkeppnislöndum hefur þessar aðstæður sem skýrist af meiri lekt jarðalaga hér á landi.</li> <li>- Orkukostnaður er lægri á Íslandi vegna jarðhita</li> <li>- Hægt er að vera með stærri og hagkvæmari eldiseiningar á Íslandi en í samkeppnislöndum</li> <li>- Til staðar er mikil þekking og færni á rekstri bleikjueldisstöðva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostnaður við flutning á bleikju frá Íslandi á helstu markaðssvæði er meiri en hjá samkeppnislöndum</li> <li>- Eldi í land- og strandeldi er dýrari en kvía og tjarneldi</li> <li>- Bleikja er lítið þekkt á meðal neytenda og markaðir fyrir hana smáir</li> <li>- Takmörkuð samvinna í markaðsetningu á bleikju frá Íslandi</li> <li>- Takmarkaður áhugi fjárfesta á bleikjueldi</li> <li>- Bleikjukynbætur hafa verið stundaðar í tiltölulega stuttan tíma í samanburði við lax og regnbogasilung.</li> </ul>
Tækifæri	Ógnanir
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auka hlutfall flaka, flakbita og annarra unninna afurða til að lækka flutningskostnað á erlenda markaði</li> <li>- Efla markaðsetningu og samstarf við sölu á bleikju</li> <li>- Taka í notkun erfðavísa til að flýta framþróun í kynbótastarfinu</li> <li>- Auka framleiðsluna til að tryggja áframhaldandi yfirburðastöðu á helstu útflutningsmörkuðum</li> <li>- Draga úr vatns- og orkukostnaði með þaul- og endurnýtingu á vatni</li> <li>- Þróa ódýrt fóður sem hentar þörfum bleikju</li> <li>- Kynna fjárfestum betur þá möguleika sem eru í bleikjueldi á Íslandi</li> <li>- Aukið fjármagn til R&amp;D með það að markmiði að stuðla að arðbærara bleikjueldi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lítil viðkvæmur markaður fyrir bleikju og hætta á að ekki takist að byggja upp nýja markaði í takt við framleiðsluaukningu</li> <li>- Lítið samstarf í markaðsetningu og hætta á að nýir aðilar á markaði raski því jafnvægi sem hefur verið undanfarnin ár</li> <li>- Að ekki takist að aðgreina bleikju frá öðrum laxfiskum sem sérstaka hágæðaafurð</li> <li>- Ef það tekst að þróa bleikjustofn sem hefur gott seltuþol og/eða hitaþol t.d. með hjálp erfðartækni mun samkeppnishæfni breytast okkur í óhag</li> </ul>

Þessara rannsóknaverkefna hafa verið birtar í vísindaritum og öðrum ritum (viðauki 2). Það vekur athygli hve fáar birtingar eru í erlendum ritryndum vísindaritum. Þetta kemur vel fram í samantekt Johnston (2002) en þar er aðeins vitnað í þrjár íslenskar vísindagreinar um bleikju, en hér er að vísu eingöngu um vistfræðirannsóknir á bleikju að ræða. Yfirgnæfandi fjöldi þeirra vísindagreina sem vitnað er til í samantekt Johnston (2002) eru frá norskum, sænskum og kanadískum vísindamönnum. Margar ástæður geta verið fyrir því að fáar íslenskar bleikjurannsóknarniðurstöður eru birtar í vísindaritum. Í því sambandi má benda á að í sumum tilvikum eiga niðurstöður ekki heima í vísindariti eða að gæði rannsókna gefa ekki tilefni til birtingar. Með birtingu fæst faglegt mat sérfræðinga á rannsókninni, sem líta má á sem ákveðið gæðaeftirlit áður en niðurstöður er teknar til almennrar notkunar í greininni. Einnig er tryggt að sú þekking sem aflað hefur verið með rannsókninni verði aðgengileg í framtíðinni. Í stærri rannsóknum eru skrif og birting í vísindaritum tiltölulega lítil hluti af heildarkostnaði verkefnisins og eðlilegur endir á rannsóknaverkefni.

Þegar yfirliti yfir rannsókn- og þróunarverkefni í viðauka 1 er skoðað, kemur í ljós að í sumum tilvikum hafa

rannsóknarniðurstöður ekki verið birtar, sérstaklega seinni hluta níunda áratugarins. Það er því viss hætta að sú þekking sem aflað hefur verið með styrk úr opinberum sjóðum glatist. Það kann að vera að í sumum tilvikum hafi styrkþegi gert samning við rannsóknasjóð um að hafa niðurstöður lokaðar í ákveðinn tíma og má þá eflaust ganga út frá því að niðurstöður verið birtar þegar þeim tíma lýkur. Í öðrum tilvikum er eðli verkefnisins þannig að ekki eru um að ræða birtingu s.s. þegar styrkur er veittur til að kynna afurð á erlendum markaði.

Fram að þessu hafa erlendir vísindamenn leitt rannsókn- og þróunarstarf í bleikjueldi. Íslenskt bleikjueldi hefur hingað til notið ávaxta þeirrar vinnu. Margt bendir til þess að erfitt verði að þróa umfangsmikið bleikjueldi í samkeppnislöndum og eru því miklar líkur á að vísindamenn hafi takmarkað aðgengi að fjármunum úr opinberum rannsóknasjóðum með þeim afleiðingum að dragi úr rannsókn- og þróunarstarfi. Ef halda á áfram öflugum rannsókn- og þróunarstarfi í bleikjueldi þarf sú vinna að mestum hluta að framkvæmast af íslenskum vísindamönnum. Með auknu bleikjueldi á Íslandi á næstu árum og áratugum er því mikilvægt að haldið sé úti öflugum rannsókn- og þróunarstarfi til að stuðla að

samkeppnishæfu bleikjueldi. Íslenskt bleikjueldi mun í framtíðinni ekki eingöngu keppa við bleikjueldi samkeppnislanda heldur einnig við eldi laxfiska og annarra eldisfiska.

Til að tryggja sem best þróun og samkeppnishæfni bleikjueldis á Íslandi þarf að forgangsraða verkefnum. Þar verði haft að leiðarljósi að styrkja fyrst og fremst verkefni sem hafa mest áhrif á samkeppnishæfni greinarinnar. Lagt er til að eftirfarandi fargangasröðun verði höfð við val á verkefnum sem AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi styrkir á næstu árum:

- i. **Bleikjustofnar:** Mikilvægt er að kynbætur og aðrar rannsóknir sem hafa það að markmiði að bæta eiginleika fisksins til eldis njóti forgangs til að ávallt verði til staðar samkeppnishæfur efniviður í íslensku bleikjueldi.
- ii. **Markaðs- og gæðamál:** Bleikja er almennt ekki þekkt á markaði og er því mikilvægt að setja fjármuni í markaðsstarf til að tryggja sé að hægt verði að selja framleiðslu hvers árs.
- iii. **Fisksjúkdómur:** Tíðni fisksjúkdóma mun eflast aukast með auknu umfangi bleikjueldis á Íslandi og er þá mikilvægt að skilgreina og koma í framkvæmd sem fyrst rannsóknaverkefnum í þeim nýju fisksjúkdómum sem upp kunna að koma til að lágmarka tjón innan greinarinnar.
- iv. **Fóður:** Fóðurstofnaður er stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í bleikjueldi og á meðan bleikjuframleiðsla er lítil og áhugi fóðurfyrirtækja takmarkaður á fóðurrannsóknunum er mikilvægt að styrkja þær til að stuðla að áframhaldandi þróun á bleikjufóðri, til lækkunar á framleiðslukostnaði.
- v. **Önnur verkefni:** Mörg önnur verkefni sem snúa að sjálfru eldinu er forgangsraðað aftar í röðinni. Hér er einnig um að ræða verkefni sem geta stuðlað að aðbærara bleikjueldi.

Til að tryggja gæði þeirra rannsóknaverkefna sem AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi styrkir er mælt með því að krafa verði gerð um birtingu í ritrýnd vísindarit þegar það á við. Ávallt verði þó gerð krafa um að rannsóknaniðurstöður verði birtar á vef AVS rannsóknasjóðs í sjávarútvegi strax að lokinni rannsókn. Þegar samið hefur verið um að styrkaðili eigi niðurstöður skal það aðeins vera til ákveðins fjölda ára og að þeim tíma liðnum verði þær birtar á vef AVS rannsóknasjóðs í sjávarútvegi. Þetta er mjög mikilvægt til að tryggja sé að sú þekking sem hefur aflast með styrk úr sjónum varðveitist og komið sé í veg fyrir endurtekningu í R&P.

## 10. Pakkarorð

AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi styrkti þessa samantekt sem er hluti af stefnumótunarvinnu Fiskeldishóps AVS í bleikjueldi. Guðbergi Rúnarssyni, Landsambandi fiskeldisstöðva, Jóni Árnasyni, Fóðurverksmiðjunni Laxá og Jóni Erni Pálssyni og Ólafi I.



Mynd 1.3. Í Verinu, en hér má sjá hluta af tilraunaraðstöðu Hólaskóla á Sauðakróki. Á myndinni er Ingólfur Arnason sem sér um daglegan rekstur í tilraunaraðstöðunni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Sigurgeirssyni, Hólaskóla sem lásu yfir handrit og bleikjueldismönnum sem gáfu upplýsingar í þessa skýrslu og komu með ábendingar er þakkað þeirra framlag (sjá kafla 1.5).

## 11. Heimildir

- Aasjord, D. 1980. Effekt av eggstørrelse, fôringsregime og temperatur på tidlig vekst og overlevelse hos sjørøya (*Salvelinus alpinus*) gjennom startfôringsperioden. Hovedoppgave i ressursbiologi (akvakultur). Institutt for fiskerifag, Universitetet i Tromsø. 147 bls.
- Adams, C.E. & Huntingford, F.A. 1997. Growth, maturation and reproductive investment in Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 51:750-759.
- Adams, C.E. Huntingford, F.A., Krapal, J., Jobling, M. & Burnett, S.J. 1995. Exercise, agonistic behaviour and food acquisition in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Environmental Biology of Fishes* 43:213-218.
- Alanärä, A. 1990. Utvärdering av rödingens tillväxt i svenska odlingar 1985-88. Sveriges Landbruksuniversitet. Rapport nr. 6. 29 s.
- Alanärä, A. & Brännäs, E. 1996. Dominance in demand feeding behaviour in Arctic charr and rainbow trout: the effect of stocking density. *Journal of Fish Biology*, 48: 242-254.
- Alanärä, A. & Kiessling, A. 1996. Changes in demand feeding behaviour in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.), caused by differences in dietary energy content and reward level. *Aquaculture Research* 27: 479-486.
- Anderson, J.L. 2003. Aquaculture, fisheries and evolution of the market. Í, *The international seafood trade* (ed. J.L.Anderson). Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Anon 2001. New Brunswick arctic charr brood stock development, evaluation and selection program. MG-01-06-030 ([www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/acrdp-pcrda/margulf/MG-01-06-030\\_e.htm](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/acrdp-pcrda/margulf/MG-01-06-030_e.htm)).
- Anon 2002. Ármelding 2001. Eksportutvalget for fisk ([www.seafood.no](http://www.seafood.no)).
- Anon 2003. Ármelding 2002. Eksportutvalget for fisk ([www.seafood.no](http://www.seafood.no)).
- Anon 2003b. Vattenbruk 2002. Fiskeriverket og Statistiska centralbyrån. 17 s. ([www.scb.se/statistik/JO/JO1201/2003M00/JO60SM0301.pdf](http://www.scb.se/statistik/JO/JO1201/2003M00/JO60SM0301.pdf))

- Anon 2004a. Årsmelding 2003. Eksportutvalget for fisk (www.seafood.no).
- Anon 2004b. Guide to intensive aquaculture in Manitoba. Manitoba Water Stewardship, Fisheries Branch. 78 p. (www.gov.mb.ca/conservation/fish/images/aqua.pdf).
- Anon 2005a. Vattenbruk 2004. Fiskeriverket og Statistiska centralbyrån. 17 s. (www.scb.se/Statistik/JO/JO1201/2004A01/JO1201\_2004A01\_SM\_JO60SM0501.pdf)
- Anon 2005b. Rødingodlingar i Sverige. (<http://charrnet.org/charrnet/template/Site.vm/action/SetSite?site=SE>).
- Anon 2005c. Statistical service in Canada - Aquaculture. ([http://www.dfo-mpo.gc.ca/communic/statistics/aqua/index\\_e.htm](http://www.dfo-mpo.gc.ca/communic/statistics/aqua/index_e.htm))
- Anon 2005d. Canadian Aquaculture R&D Review. 39 p. (www.aquacultureassociation.ca/RandD/RD-2005low1.pdf)
- Anon 2005e. Fiskeridirektoratet - Fiskeristatistisk Årbog (1999-2004) (www.fd.dk).
- Arnesen, A.M. & Halvorsen, M. 1990. Oppdrett av røye i sjøvann? Aspekter ved sjøvannstoleranse og vekst. Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt. Rapport U 55. 48 s.
- Arnesen, A. M., Halvorsen, M. & Nilssen, K.J. 1992. Development of hypo-osmoregulatory capacity in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) reared under either continuous light or natural photoperiod. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 229-237.
- Arnesen, A.M., Jørgensen, E.H. & Jobling, M. 1993. Feed intake, growth and osmoregulation in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, transferred from freshwater to saltwater at 8°C during summer and winter. *Fish Physiology and Biochemistry* 12:281-292.
- Arnesen, A.M., Jørgensen, E.H. & Jobling, M. 1994. Feed-growth relationships of Arctic charr transferred from freshwater to seawater at different seasons. *Aquaculture International* 2:114-122.
- Atse, C.B., Audet, C. & Noüe, J. de la, 2002. Effects of temperature and salinity on the reproductive success of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.): egg composition, milt characteristics and fry survival. *Aquaculture Research* 33 (4):299-309.
- Baardvik, B.M. & Jobling, M. 1990. Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture* 90: 11-16.
- Bailey, J. & Alanärä, A. 2000. Optimisation of feeding. In, Charr Farming in the Nordic countries: Research, improvement, future. Aqua-Flow Workshop, march 17-18, 2000, Sundsvall, Sweden, (www.aquaflow.org/home/workshops/20001121.asp?lg=is&now=7.11.2005\_10\_54\_44 )
- Barnung, T.N. & Holm, J.C. 1988. Activity report: 01 Jan-30 Jun 1988 -Arctic char rearing project. Havforskningsinstituttet, report no.8804.
- Barnung, T.N. & Holm, J.Chr., 1991. Røyeoppdret i Sør-Norge. *Norsk fiskeoppdrett* 16(2A):8-9.
- Baroudy, E. & Elliott, J.M. 1994. The critical limits for juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology* 45:1041-1053.
- Beamis, F. W. 1980. Swimming performance and oxygen consumption of the cbarrrs. In: *Charrs, Salmonid Fishes of the Genus Salvelinus* (ed. E.K. Balon). Junk Publishers, The Hague. pp.739-748.
- Beardmore, J.A. & Porte, J.S. 2003. Genetically modified organisms and aquaculture. FAO Fisheries Circular No. 989. 35 p.
- Benhaim D, Skúli Skulason & Hansen B.R. 2003. Behavioural variation in juvenile Arctic charr in relation to body size. *Journal of Fish Biology* 62:1326-1338.
- Berrill, I. & McCarthy, I. 2004. Arctic charr - The aquaculture potential of indigenous Welsh Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Aquaculture news* 31. (www.aquaculture.stir.ac.uk/AquaNews/31P5.pdf)
- Berg, H. 2005. Gjennombrudd for sjørøya etter 25 års tålmodighet. *Fiskeribladet*, Tema: oppdrett, 10. juni, s. 4-5.
- Birgir Kristjánsson & Þórir Harðarson. 1993. Áhrif svæfingar, meðhöndlunar og formalínböðunar á frumfóðrunarseiði bleikju. *Eldisfréttir* 9(1): 21-24.
- Birgir Þórisson 1999. Samskipti og samvinna bleikjuframleiðenda. Í: *Bleikjudagar '99 - Framtíðarsýn og þróun á markaði*. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 4 bls.
- Bjarni Jónsson & Einar Svavarsson 2000. Connection between egg size and early mortality in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Aquaculture* 187:315-317.
- Bjarni A. Kristjánsson, Þórir Harðarson, Skúli Skúlaason & Þórarinn Sveinsson. 1995. Effects on growth of Arctic charr of handling, anaesthesia and repeated formalin bathing shortly after first exogenous feeding. *Journal of Fish Biology* 46: 163-165.
- Björn Björnsson & Agnar Steinarsson 2002. The food-unlimited growth rate of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 494-502.
- Björn Björnsson, Agnar Steinarsson & Mattías Oddgeirsson 2001. Optimal temperature for growth and feed conversion of immature cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Journal og Marine Science* 58: 29-38.
- Boeuf, G. & Payan, P. 2001. Review: How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 130: 411-423.
- Brown, G.E., Brown, J.A. & Srivastava, R.K. 1992. The effect of stocking density on the behaviour of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Journal of Fish Biology* 41: 955-963.
- Brown, G.E., Brown, J.A., & Wilson, W.R. 1996. The effects of kinship on the growth of juvenile Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 48: 313-320.
- Brännäs, E. & Alanärä, A. 1992. Feeding behaviour of the Arctic charr in comparison with the rainbow trout. *Aquaculture* 105 (1): 53-59.
- Brännäs, E. & Wiklund B.-S. 1992. Low temperature growth potential of Arctic charr and rainbow trout. *Nordic Journal of Freshwater Research*. 67: 77-81.
- Brännäs, E. & Alanärä, A. 1994. Effect of reward level on individual variability in demand feeding activity and growth rate in Arctic charr and rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 45: 423-434.
- Brännäs, E. & Linnér, J. 2000. Growth effects in Arctic charr reared in cold water: Feed frequency, access to bottom feeding and stocking density. *Aquaculture International* 8: 381-389.
- Brännäs, E., Linnér, J. & Eriksson, L.-O. 2002. Aggression and growth as an effect of size composition in groups of Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 60:1331-1334.
- Brännäs, E., Chaix, T., Nilsson, J. & Eriksson, L.-O. 2005. Has a 4-generation selection programme affected the social behaviour and growth pattern of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)? *Applied Animal Behaviour Science* 94:165-178.
- Burke, M.G., Kirk, M.R., MacBeth, N.A. & Bevan, D.J. 2005. Influence of photoperiod and feed delivery on growth and survival of first-feeding Arctic char. *North American Journal of Aquaculture* 67:344-350.
- Chapman, G. 1993. Cold water fisheries Inc. - Char culture in Ontario. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 25-26.
- Christiansen, J.S. & Jobling, M. 1990. The behaviour and the relationship between food intake and growth of juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., subjected to sustained exercise. *Can. J. Zool.* 68: 2185-2191.
- Christiansen, J.S., Ringø, E. & Jobling, M. 1989. Effects of sustained exercise on growth and body composition of first-

- feeding fry of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture* 79: 329-335.
- Christiansen, J.S., Jørgensen, E.R., & Jobling, M. 1991. Oxygen consumption in relation to sustained exercise and social stress in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Journal of Experimental Zoology* 260: 149-156.
- Christiansen, J.S., Svendsen, Y.S., & Jobling, M. 1992. The combined effects of stocking density and sustained exercise on the behaviour, food intake and growth of juvenile Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Zoology* 70: 115-122.
- Constantine, J. 1993. Arctic charr culture in Newfoundland. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 9-10.
- Cotton, R. 1993. The S.P.A. Co-op Ltd. Hatchery in Nova Scotia. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 21-23.
- Damsgård, B., Arnesen, A.M., Baadvik, B.M. & Jobling M. 1997. State-dependent feed acquisition among two strains of hatchery-reared Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 50:859-869.
- Damsgård, B., Arnesen, A.M. & Jobling M. 1999. Seasonal patterns of feed intake and growth of Hammerfest and Svalbard Arctic charr maturing at different ages. *Aquaculture* 171:149-160.
- Dabrowski, K., Lee, K-J, Guz, L, Verlhac, V. & Gabaudan, J. 2004. Effects of dietary ascorbic acid on oxygen stress (hypoxia or hyperoxia), growth and tissue vitamin concentrations in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 233: 383-392.
- Davidson, J., Waldrop, T., Summerfelt, S. & Bebak-Williams, J. 2004. Arctic char performance at 13-14°C using recirculating technologies. *World Aquaculture* 35(1):48-50, 72.
- Davíð Gíslason & Skúli Skúlason. 1993. Áhrif hrognastærðar á stærð kviðpokaseiða og nýtingu forðanæringar hjá bleikju. *Eldisfréttir* 9(1): 36-38.
- Delabbio, J. 1993. Potential for saltwater culture of arctic char. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 35-37.
- Delabbio, J. 1996. Arctic charr culture in Atlantic Canada. Í: Cold-water aquaculture in Atlantic Canada. Boghen. A.D. (ed.). The Canadian Institute for Research on Regional Development. pp. 83-106.
- Delabbio, J.L., Glebe, B.D. & Sreedharan, A. 1990. Variation in growth and survival between two anadromous strains of Canadian arctic charr (*Salvelinus alpinus*) during long-tem saltwater rearing. *Aquaculture* 85:259-270.
- de March, B.G.E. 1993. Genetic aspects of Arctic charr culture. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 1: 25-30.
- de March, B.G.E. 1997. Social and genetic determinants of size variation in tanks of Nauyuk, Norwegian, and hybrid Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture Research*, 28: 305-315.
- Ditlecadet, D., Dufresne, F., François, N. R. L. & Blier, P.U. 2006. Applying microsatellites in two commercial strains of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*): Potential for a selective breeding program. *Aquaculture* 257: 37-43.
- Dubé, P. 1993. Arctic charr culture in Québec. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 11-13.
- Dubé, P. & Mason, E. 1996. Trout culture in Atlantic Canada. In, Cold-water aquaculture in Atlantic Canada. Boghen. A.D. (ed.). The Canadian Institute for Research on Regional Development. p. 107-144.
- Duston, J. Astatkie T. & Maclsaac, P.F. 2003. Long-to-short photoperiod in winter halves the incidence of sexual maturity among Arctic charr. *Aquaculture* 221:567-580.
- Duston, J., Murray, S. & Astatkie, T. 2005. Effect of salinity on grow-out performance of a pedigreed stock of Arctic charr. *Aquaculture Canada*<sup>sm</sup> 2005. Navigating forward: New directions for food safety, quality and social diversification. July 3 - 6, 2005 St. John's, Newfoundland, abstract.
- Dutil, J.D. 1984. Energetic cost associated with the production of gonads in the anadromous arctic charr (*Salvelinus alpinus*) of the Nauyuk Lake basin, Canada. In, Biology of the Arctic charr. Johnson, L. & Burns, B.L. (eds.). Proceeding of the International Symposium on Arctic Charr, Winnipeg, Manitoba, may 1981. Univ. Manitoba Press, Winnipeg. p. 263-276.
- Einar Svavarsson 1991. Vangaveltur um bleikjukynbætur. *Eldisfréttir* 7(1): 22-23.
- Einar Svavarsson 1993. Bleikjukynbætur. *Eldisfréttir* 9(1): 39-40.
- Einar Svavarsson 1994. Bleikjukynbætur og gæðafmynd bleikju. *Eldisfréttir* 10(1): 36-39.
- Einar Svavarsson 1999. Arfgengi og fylgni kynproska og þyngdar bleikju (*Salvelinus alpinus*) í eldi. Ráðunautafundur 1999, bls. 107-113.
- Einar Svavarsson 2004. Bleikjubúskapur. Stafnbúi, tímarit nemenda við Auðlindadeild Háskólans á Akureyri 12:6-9.
- Einar Svavarsson, Jónas Jónasson & Emma Eyþórsdóttir 1995. Erfðastuðlar þyngdar og kynproskatiðni bleikju og áætlaðrar erfðaframarfarir. *Eldisfréttir* 11(1):17-21.
- Einar Svavarsson, Guðmundur Björnsson & Ingólfur Arnarson. 1996. Fréttir af bleikjukynbótum. *Eldisfréttir* 12(1): 6-7.
- Einar Svavarsson, Emma Eyþórsdóttir & Jónas Jónasson 2002. Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur. Vísindaleg lokaskýrsla til Tæknisjóðs Rannsóknarráðs Íslands, 15 bls.
- Eldisbóndinn 2004. *Eldisbóndinn - Eldi á bleikju*. Hólaskóli og Iðntæknistofnun (<http://holar.is/~eldisbondi/node1.html>).
- Eldisfréttir 1992. Hólar í Hjaltadal - Miðstöð silungsrannsóknna og bleikjukynbóta. *Eldisfréttir* 8(4):7-12.
- Eliassen, R.E. Johnsen, H.K., Mayer, I. & Jobling, M. 1998. Contrasts in osmoregulatory capacity of two Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), strains from northern Norway. *Aquaculture* 168:255-269.
- Elliot, J.M. & Klements, A. 2002. The upper critical thermal limits for alvelins of Arctic charr from a Norwegian lake north of the Arctic circle. *Journal of Fish Biology* 60:1338-1341.
- Elvingson, P. & Nilsson, J. 1994. Phenotypic and genetic parameters of body and compositional traits in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture and Fisheries Management* 25: 677-685.
- Emilía Marteinsdóttir 1995. Skynmat á fiski. Handbók fiskvinnslunnar. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 31 bls.
- Emma Eyþórsdóttir 1992. Formáli. *Búvisindi* 6:3
- Emma Eyþórsdóttir 1994. Erfðastuðlar fyrir eldiseiginleika bleikju. Skýrsla um starfsemi Rannsóknastofnunar landbúnaðarins 1992-1993. *Fjölrit RALA* nr. 171, bls.12.
- Emma Eyþórsdóttir, Þuríður Pétursdóttir & Einar Svavarsson. 1993a. Samanburður á bleikjustofnum. Ráðunautafundur 1993, bls. 243-260.
- Emma Eyþórsdóttir, Þuríður Pétursdóttir & Einar Svavarsson 1993b. Samanburður á bleikjustofnum. *Lesbók Morgunblaðsins*, 3. júlí, bls.9.
- Eriksson, L-O. 2000. Charr farming in Sweden - a review. Conference; Charr Farming in the Nordic countries : Research, improvement, future, Sundsvall, Sweden, March 17-18, 2000 ([http://www.aquaflow.org/home/workshops/20001121.asp?lg=is&now=7.11.2005\\_10\\_54\\_44](http://www.aquaflow.org/home/workshops/20001121.asp?lg=is&now=7.11.2005_10_54_44) ).
- Eriksson, L-O. & Wiklund, B. 1989. *Culturing of Arctic charr*. Department of Agriculture, Swedish University of Agricultural Science. 20 p.
- Eriksson, L-O., Alanärä, A., Brännäs, E., Nilsson, J., & Kiessling, A. 1993. Arctic charr farming in Sweden. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 1: 18-24.
- Erlendur Jónsson 1993. Strand- og skiptieldi á laxi. Rannsóknarráðs ríkisins, Rit 1993:2, 61 bls.

- Erlendur Jónsson 2003. Skýrsla um styrkveitingar Tæknisjóðs - Fiskveiðar, fiskeldi. Rannsóknarmiðstöð Íslands. 22 bls. ([www.rannis.is/files/{c00c553f-d3fa-45e9-bf55-76a4fab9c068}\\_fiskveiðar,%20fiskeldi%20-%20styrkir%201995%20-%202003.pdf](http://www.rannis.is/files/{c00c553f-d3fa-45e9-bf55-76a4fab9c068}_fiskveiðar,%20fiskeldi%20-%20styrkir%201995%20-%202003.pdf)).
- Eurofish 2005. Arctic char from aquaculture. *Eurofish magazine* 3/2005:32.
- Fagråd bleikjuframleiðenda 1991. Samþykktir Fagráðs bleikjuframleiðenda. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 5 bls.
- Fagråd bleikjuframleiðenda 1992. Fréttir frá Fagráði bleikjuframleiðenda. *Eldisfréttir* 8(4):4-6.
- Falch, K. 2005. Sjørøya siger sakte inn på de gode bord. *Norsk Fiskeoppdrett* 30(1):18-21.
- Finstad, B., Nilsen, K.J. & Arnesen, A.M. 1989. Seasonal changes in sea-water tolerance of arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Journal of Comp. Physiology B* 159:371-378.
- Fiskeldishópur AVS 2004. Stefnunótun - Val á vænlegum eldistegundum fyrir íslenskt fiskeldi. Gefið út af Fiskeldishópi AVS. 10 bls. ([www.fiskeldi.is/pdf/Skyrslur/valteg.pdf](http://www.fiskeldi.is/pdf/Skyrslur/valteg.pdf)).
- Fiskeridirektoratet 2005. Statistikk - Konsesjoner for andre fiskearter enn laks og ørret. ([www.fiskeridir.no/fiskeridir/kystzone\\_og\\_havbruk/statistikk/statistikk\\_for\\_oppdrett](http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/kystzone_og_havbruk/statistikk/statistikk_for_oppdrett))
- Fiskeriverket 2005a. Behov av avlsprogram inom svenskt vattenbruk. Redovisning av ett regeringsuppdrag beträffande behov av avlsprogram inom vattenbruket. Fiskeriverket, Dnr. 121-3490-04. 23 s. ([www.fiskeriverket.se/publikationer/remiss-o-yttranden/PM-Avelsprogram.pdf](http://www.fiskeriverket.se/publikationer/remiss-o-yttranden/PM-Avelsprogram.pdf))
- Fiskeriverket 2005b. Fakta om svensk fiske. Fiskeriverket. 32 s. ([www.fiskeriverket.se/statistik/statistik\\_03-04.pdf](http://www.fiskeriverket.se/statistik/statistik_03-04.pdf)).
- Fiskeriverket 2006. Fakta om fisk, fiske och fiskevård. Röding - Kall klenod i den svenska fiskfaunan. *Fakta* 24: 1-4.
- Fletcher, G.L., Kao, M.H. & Dempson, J.B. 1988. Lethal freezing temperature of Arctic char and other salmonids in the presence of ice. *Aquaculture* 71:369-378.
- Framleiðnisjóður landbúnaðarins 1994. Árskýrsla Framleiðnisjóðs landbúnaðarins 1993. 44 bls.
- Frantzen, M. Arnesen, A.M., Damsgård, B., Tveiten, H. & Johnsen, H.K. 2004. Effects of photoperiod on sex steroids and gonad maturation in Arctic charr. *Aquaculture* 240:561-574.
- Freysteinn Sigurðsson 1988. Öflun fiskeldisvökvá: Ferskvatn, jarðsjór og jarðhiti. Í, Fiskeldi á Íslandi - Faglegar forsendur, aðstæður og reynsla okkar til þessa. Námstefna 27.-28. okt. 1988. Haldin í samvinnu Háskóla Íslands, Endurmenntunarnefnd og Landsambands fiskeldis- og hafbeitarstöðva.
- Freysteinn Sigurðsson & Kristinn Einarsson 1988. Groundwater of Iceland - Availability and demand. *Jökull* no. 38:35-54.
- Ginés, R., Pýri Valdímarsdóttir, Kolbrún Sveinsdóttir & Helgi Thorarensen 2004. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Food Quality and Preference* 15:177-185.
- Gilbert, É. 2006. Freshwater aquaculture in Canada: Status, potential and developmental challenges. *AAC special publication* 11: 14-20.
- Gillet, C. & Breton, B. 1992. Research work on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in France - broodstock management. *Icelandic Agricultural Sciences* 6: 25-45.
- Gillet, C, Vauchez, C. & Haffray, P. 2001. Triploidy induced by pressure stock in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*): growth, survival and maturation until the third year. *Aquatic Living Resources* 14:327-334.
- Gísli Jónsson 2004. Dýralæknir fisksjúkdóma. Tilraunarstöð Háskóla Íslands í meinafræðum að Keldum. Árskýrsla 2003. bls. 107-111.
- Gísli Jónsson 2005a. Skaðlegir sjúkdómar í fiskeldi. Fyrirlestur á aðalfundi Landsambands fiskeldisstöðva. Haldinn í Húsi atvinnulífsins 31. maí 2005.
- Gísli Jónsson 2005b. Dýralæknir fisksjúkdóma. Tilraunarstöð Háskóla Íslands í meinafræðum að Keldum. Árskýrsla 2004. bls. 106-111. ([www.yfirdyralaeknir.is/NYR\\_VEFUR/frettir/2005/mai\\_25\\_arsskyrsla.htm](http://www.yfirdyralaeknir.is/NYR_VEFUR/frettir/2005/mai_25_arsskyrsla.htm)).
- Gísli Jónsson 2006. Ársskýrsla dýralæknir fisksjúkdóma 2005. 11 bls.
- Gjedrem, T. 1975. Survival of Arctic charr in the sea during fall and winter. *Aquaculture* 6:189-190.
- Gjedrem, T. 2000. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquaculture Research* 31:25-33.
- Gjedrem, T. & Gunnes, K. 1978. Comparison of growth rate in Atlantic salmon, pink salmon, Arctic charr, sea trout and rainbow trout under Norwegian farming conditions. *Aquaculture*, 13: 135-141.
- Glebe, B. & Turner, T. 1993. Alternative commercial rearing strategies for Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 1: 2-9.
- Gruber, K. & Wieser, W. 1983. Emergents of development of the Alpine charr (*Salvelinus alpinus*) in relation to temperature and oxygen. *Journal of Comparative Physiology* 149: 485-93.
- Guðni Guðbergsson 2005. Lax og silungsveiði 2004. Veiðimálastofnun VMST-R0511. 29 bls.
- Gulseth, O.A., Steen, K. & Nilssen, K.J. 2001. Seawater tolerance in captive high-Arctic Svalbard charr (*Salvelinus alpinus*): effect of photoperiod and body size. *Polar Biology* 24:276-281.
- Gurure, R.M., Moccia, R.D. & Atkinson, J.L. 1996. Apparent digestibility and amino acid availability of six feed ingredients by Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 96(1): 32-34.
- Haffray, P., Enright, W.J., Driancourt, M.A., Mikolajczyk, T. Rault, P. & Breton, B. 2005. Optimization of breeding of salmonids: Gonazon™, the first officially approved inducer of ovulation in the EU. *World aquaculture* 36(1):52-56.
- Halla Jónsdóttir, Hilmar J. Malmquist, Sigurður S. Snorrason, Guðni Guðbergsson & Sigríður Guðmundsdóttir 1998. Epidemiology of *Renibacterium salmoninarum* in wild Arctic charr and brown trout in Iceland. *Journal of Fish Biology* 53: 322-339.
- Haukur Haraldsson, Skúli Skúlason & Þórarinn Sveinsson 1993a. Effects of LHRHa treatments on timing of ovulation, egg and offspring quality in Arctic charr. *Aquaculture and Fisheries Management* 24: 145-150.
- Haukur Haraldsson, Þórarinn Sveinsson & Skúli Skúlason 1993b. Notkun leysipátta kynhormónakveikju (GnRH) og eftirlíkinga þeirra við kynþroskastjórnun í fiskeldi. *Eldisfréttir* 9(1): 12-15.
- Hatlen, B. Aas, G.H., Jørgensen, E.H., Storebakken, T. & Goswami, U.C. 1995. Pigmentation of 1, 2 and 3 year old Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed two different dietary astaxanthin concentrations. *Aquaculture* 138: 303-312.
- Hatlen, B., Arnesen, A.M., Jobling, M., Siikavupio, S. & Bjerkeng, B. 1997. Carotenoid pigmentation in relation to feed intake, growth and social interactions in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from two anadromous strains. *Aquaculture Nutrition* 3: 189-199.
- Halten, B., Jobling, M. & Bjerkeng, B. 1998. Relationships between carotenoid concentration and colour of fillets of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), fed astaxanthin. *Aquaculture Research* 191-202.
- Heasman, M.S. & Black, K.D. 1998. Mini review: The potential of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), for mariculture. *Aquaculture Research* 29: 67-76.
- Hegggerget, T.G., Grotnes, P., Klemetsen, A., Richardsen, R. & Ugedal, O. 1994. Culture of Arctic char -possibilities in

- Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 435-444.
- Helgi Thorarensen & Ragnar Jóhannsson 1999. Margföldun framleiðni með þaulnýtingu vatns í fiskeldi. *Eldisfréttir* (ónúmerað):13-14 og 18.
- Hermann Ottósson 1990. Markaðsmöguleikar ferskvatnsbleikju. Ráðanaútafundur 1990, bls. 270-79.
- Hermann Ottósson 1991. Fagræð bleikjuframleiðenda tekur til starfa. *Eldisfréttir* 7(3):20-21.
- Hermann Ottósson 1992. Icelandic efforts marketing Arctic charr. *Icelandic Agricultural Sciences* 6: 167-170.
- Hermann Ottósson 1993. Starfsemi Fagræðs bleikjuframleiðenda - Samantekt unnin fyrir stjórn Framleiðnisjóð landbúnaðarins. Fagræð bleikjuframleiðenda - Bændahöllinni við Hagatorg. 9 bls.
- Hjeltnes, B., Rødseth, O.M., Egidus, E. & Holm, J.Chr. 1988. Vaccination of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) against vibriosis. ICES, C.M. 1988/F:13. 9 p.
- Höglund, E., Blam, P.H.M. & Winberg, S. 2002. Behavioral and neuroendocrine effects of environmental colour and social interaction in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *The Journal of Experimental Biology* 205:2535-2543.
- Illingworth, G. 1993a. Charr culture in the Yukon. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 15.
- Illingworth, G. 1993b. Icy Water Ltd. - Charr culture in the Yukon. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 28-29.
- Imslund, A.K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M., FitzGerald, R., Bonga, S.W., van Ham, E., Nævdal, G. & Stefansson, S.O. 2001. The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 198, 353- 367.
- Ingimar Jóhannsson & Björn Jóhannesson 1983. Fiskeldi og fiskrækt í Kelduhverfi. *Ægir* 75(2):58-66.
- Jahnsen, T.L. 1980. Sjørøye som oppdrettsfisk. Utvikling og klekking av sjørøyeegg (*Salvelinus alpinus* L.) ved forskjellige temperaturer. Hovedfagoppgave i ressursbiologi. Institutt for fiskerifag, Universitetet i Tromsø. 74 s.
- Jamtøy, O. 1991. 160 tonn sjørøye i 1990. *Norsk fiskeoppdrett* 16(2A):28.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Saksgård, L. 1989. Temperature requirements in Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from hatching to initial feeding compared with geographic distribution. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 46: 786-789.
- Jobling, M. 1983. Influence of body weight and temperature on growth rates of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Journal of Fish Biology* 22: 471-475.
- Jobling, M. 1987. Growth of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) under conditions of constant light and temperature. *Aquaculture* 60: 243-249.
- Jobling, M. 1990. Fulfilling the impossible dream. *Fish farmer* July/august, p. 46-50.
- Jobling, M. 1995. Feeding of charr in relation to aquaculture. *Nordic Journal of Freshwater Research* 71: 102-112.
- Jobling, M. & Reinsnes, T.G. 1987. Effect of sorting on size-frequency distributions and growth of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture*, 60: 27-31.
- Jobling, M. & Christiansen, J.S. 1989. Mosjonering gir bade økt vekst og bedre fórutnyttelse hos laksefisk. *Norsk fiskeoppdrett* 14(6):39.
- Jobling, M. & Baardvik, B.M. 1991. Patterns of growth of maturing and immature Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), in a hatchery population. *Aquaculture* 94: 343-354.
- Jobling, M. & Miglav, I. 1993. The size of lipid deposits: a factor contributing to the control of food intake in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*?. *Journal of Fish Biology* 43: 487-489.
- Jobling, M. & Baardvik, B.M. 1994. The influence of environmental manipulations on inter- and intra-individual variation in food acquisition and growth performance of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology* 44:1069-1087.
- Jobling, M., Jørgensen, E.H., Christiansen, J.S., Arnesen A.M. & Jón Ö. Pálsson 1992. Investigation of growth requirements and aquaculture potential of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Icelandic Agricultural Sciences* 6:47-62.
- Jobling, M., Jørgensen, E.H. & Siikavuopio, S.I. 1993a. The influence of previous feeding regime on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology* 43: 409-419.
- Jobling, M., Jørgensen, E.H., Arnesen, A. & Ringø, E. 1993b. Feeding, growth and environmental requirements of Arctic charr: a review of aquaculture potential. *Aquaculture International* 1: 20-46.
- Jobling, M., Johnsen, H.K., Pettersen, G.W. and Henderson, R.J. 1995. Effect of temperature on reproductive development in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Thermal Biology* 20: 157-165.
- Jobling, M., H. Tveiten & Hatlen, B. 1998a. Cultivation of Arctic charr: an update. *Aquaculture International* 6:181-196.
- Jobling, M., Johnsen, S.J.S., Foshaug, H., Burkow, I.C. & Jørgensen, E.H. 1998b. Lipid dynamics in anadromous Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.): seasonal variations in lipid storage despos and lipid class composition. *Fish Physiology and Biochemistry* 18:225-240.
- Johnsen, H. K., Eliassen, R., Sæther, B.-S. & Larson, J. S. 2000. Effects of photoperiod manipulation on development of seawater tolerance in Arctic charr. *Aquaculture* 189:177-188.
- Johnson, L. 1980. The Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. In, Charrs: Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus* (ed. E.K. Balon). Junk Publishers, The Hague. pp.15-98.
- Johnston, G. 2002. *Arctic Charr Aquaculture*. Blackwell Publishing. 272 p.
- Jón Árnason 1991. Fóður fyrir bleikju. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 7 bls.
- Jón Örn Pálsson 1990. Daglig fórinntak hos røye (*Salvelinus alpinus*), undersøkt ved hjelp av røntgenmetodikk. Hovedfagoppgave til Fiskerikandidateksamen. Norges Fiskerihøgskole /Universitetet i Tromsø.
- Jón Örn Pálsson 1991. Fóðurbörf og fóðurnýting bleikju. *Eldisfréttir* 7(1):16-19.
- Jón Örn Pálsson 1992a. Áhrif af tímabundnu sveltí á kynþroskaaldur bleikju. *Eldisfréttir* 8(2):22-26.
- Jón Örn Pálsson 1992b. Snemmkynþroski og vöxtur bleikjuseiða. *Eldisfréttir* 8(4):20-23.
- Jón Örn Pálsson 1993a. Stöðulýsing og framþróun bleikjueldis á Íslandi. Veiðimálastofnun, VMST-N/93006.
- Jón Örn Pálsson 1993b. Áhrif kynþroska á vöxt bleikju í eldi. *Eldisfréttir* 9(1):33-35.
- Jón Örn Pálsson 1994. Áhrif geldingar á vöxt bleikju. I. Seiðastig. *Eldisfréttir* 10(1): 20-22.
- Jón Örn Pálsson 1995a. Áhrif geldingar á vöxt bleikju. II. Matfiskeldi. *Eldisfréttir* 11(1):6-9.
- Jón Örn Pálsson 1995b. Samantekt á útluttum bleikjuafurðum árin 1993 og 1994. Veiðimálastofnun, VMST-N/95008. 10 bls.
- Jón Örn Pálsson 1995c. Arðsemi í bleikjueldi - Áhrif vatnshita á hagkvæmni, samanburðarathugun. Veiðimálastofnun, Norðurlandsdeild, 13 bls.
- Jón Örn Pálsson og Sigurður Már Einarsson 1992. Effect of starvation on early maturation of arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. ICES M:17, 11 pp.
- Jón Örn Pálsson, Jobling, M. & Jørgensen, E.H. 1992. Temporal



- changes in daily food intake of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. of different sizes monitored by radiography. *Aquaculture* 106:51-61.
- Jungwirth, M. & Winkler, H. 1984. The temperature dependence of embryonic development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*), Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta fario*). *Aquaculture* 38:315-327.
- Jørgensen, E.H. & Jobling, M. 1990. Feeding modes in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.): the importance of bottom feeding for the maintenance of growth. *Aquaculture* 86: 379-385.
- Jørgensen, E.H., Jobling, M., & Christiansen, J .S. 1991. Metabolic requirements of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.), under hatchery conditions. *Aquaculture & Fisheries Management* 22: 377-378.
- Jørgensen, E.H., Christiansen, J.S., & Jobling, M. 1993. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* 110: 191-204.
- Jørgensen, E.H., Johansen, S.J.S., & Jobling, M. 1997. Seasonal patterns of growth, lipid deposition and lipid depletion in anadromous Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 51: 312-326.
- Larsen, I.K. 2003. Verdiskaping ved fisketransporter. TØI rapport 651, 57 sider ([www.toi.no/attach/a256280r240398/Sam\\_651\\_2003.pdf](http://www.toi.no/attach/a256280r240398/Sam_651_2003.pdf)).
- Larsson, S. 2005. Thermal preference of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta*-implications for their niche segregation. *Environmental Biology of Fishes* 73: 89 - 96
- Larsson, S. & Berglund, I. 1998. Growth and food consumption of 0+ Arctic charr fed pelleted or natural food at six different temperatures. *Journal of Fish Biology* 52:230-242.
- Larsson, S. & Sjöstedt, C.W. 2000. Svenskt vattenbruk – en framtidsnäring. Jurdbruksdepartementet Ds 2000:42, 160 s. ([www.regeringen.se/usb/d/108/a/15030;jsessionid=aWWo2uGIQ5-4](http://www.regeringen.se/usb/d/108/a/15030;jsessionid=aWWo2uGIQ5-4))
- Larsson, S. & Berglund, I. 2005. The effect of temperature on the energetic growth efficiency of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) from four Swedish populations. *Journal of Thermal Biology* 30(1):29-36.
- Larsson, S., Forseth, T., Berglund, I., Jensen, A.J., Näslund, I., Elliott, J.M. & Jonsson, B. 2005. Thermal adaption of Arctic charr: experimental studies of growth in elven charr populations from Sweden, Norway and Britain. *Freshwater Biology* 50:353-368.
- Le François, N.R., Lemieux, H. & Blier, P.U. 2002. Biological and technical evaluation of the potential of marine and anadromous fish species for cold-water mariculture. *Aquaculture Research* 33:95-108.
- Lekang, O.-I., 2000. Charr farming in Norway. In, Charr Farming in the Nordic countries: Research, improvement, future. Aqua-Flow Workshop, 17.-18. march, 2000, Sundsvall, Sweden. ([www.aquaflow.org/home/workshops/20001121.asp?lg=is&now=7.11.2005\\_10\\_54\\_44](http://www.aquaflow.org/home/workshops/20001121.asp?lg=is&now=7.11.2005_10_54_44))
- Lester, I. 1993. Arctic char culture in Maine. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 26-27.
- Linnér, J. & Brännäs, E. 2001. Growth in Arctic charr and rainbow trout fed temporarily concentrated or spaced daily meals. *Aquaculture International* 9:35-44.
- Liu, Z.J. & Cordes, J.F. 2004. Review: DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture* 238:1-37.
- Logar, N. & Pollock, L.K. 2005. Transgenic fish: is a new policy framework necessary for a new technology? *Environmental Science & Policy* 8:17-27.
- Lundrigan, T.A., Reist, J.D. & Ferguson M.M. 2005. Microsatellite genetic variation within and among Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from aquaculture and natural populations in North America. *Aquaculture* 244:63-75.
- Lúðvík S. Georgsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Magnús Ólafsson, Ómar Sigurðsson & Þórólfur H. Hafstað 1989. Skilyrði til fiskeldis í Óxarfirði – Ferskvatn, jarðsjór, harðhiti og rannsóknarboranir. Sérverkefni í fiskeldi 1987 og 1988. Orkustofnun, OS-89041/JHD-08, 61 bls.
- Lyytikäinen, T. & Jobling, M. 1998. The effect of temperature fluctuations on oxygen consumption and ammonia excretion of underyearling Lake Inari Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 52: 1186-1198.
- Lyytikäinen, T., Koskela, J. & Rissanen, I. 1997. Thermal resistance and upper lethal temperature of underyearling Lake Inari Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 51:515-525.
- Keiser, M. 1999. Aquanor Marketing INC. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 5 bls.
- Kim, O. 1993. Marketing arctic char. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 29-31.
- Klementsén, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12:1-59.
- Krasnov A., Ågren, J.J., Pitkänen T.I. & Mölsä, H. 1999. Transfer of growth hormone (GH) transgenes into Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). II. Nutrient partitioning in rapidly growth fish. *Genetic Analysis: Biomolecular Engineering* 15:99-105.
- Kristín Halldórsdóttir 1992. Rannsóknir á meltanleika fódurs hjá bleikju. *Eldisfréttir* 8(4):17-19.
- Kristín Halldórsdóttir & Ólafur Guðmundsson 1993. Meltanleikarannsóknir hjá bleikju. Ráðanautafundur 1993, bls. 284-294.
- Magnús Jóhannsson & Óskar Ísfeld Sigurðsson 1989. Tilraunaeldi á bleikju á Suðurlandi – Áfangaskýrsla 1. Veidimálastofnun og Búnaðarfélag Íslands, 17 bls.
- Magnús Jóhannsson & Óskar Ísfeld Sigurðsson 1991. Eldistilraunir á bleikju á Suðurlandi. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 2 bls.
- Maitland, P.S. 1995. World status and conservation of the Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). *Nordic Journal of Freshwater Research* 67: 113-127.
- Mason, E. 1993. Prince Edward Island char production. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 8-9.
- Miglav, I. & Jobling, M. 1989. Effects of feeding regime on food consumption, growth rates and tissue nucleic acids in juvenile Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), with particular respect to compensatory growth. *Journal of Fish Biology* 34: 947-957.
- McGeachy, S. 1993. Arctic charr production in New Brunswick. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2:6-7.
- McGowan, C., Davidson, E., Lucas, J., Rose, J., Mosher, A., Kwitkowski, C. & Davidson, W.S. 2006. Genetic Investigations On Two Commercially Important Strains Of Arctic Char (*Salvelinus alpinus*), The Tree River And The Nauyuk Lake. Plant & Animal Genomes XIV Conference. January 14-18, 2006. Town & Country Convention Center, San Diego, Canada (abstract). ([www.intl-pag.org/14/abstracts/PAG14\\_P618.html](http://www.intl-pag.org/14/abstracts/PAG14_P618.html))
- Mortensen, A. & Lund, F.R. 1991. Bruk av sjøvann ved oppdrett av røye. *Norsk fiskeoppdrett* 16(2A):10-11, 23.
- Mortensen, A. & Damsgård, B. 1993. Compensatory growth and weight segregation following light and temperature manipulation of juvenile Atlantic salmon (*Salmon salar* L.) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture* 114: 261-272.

- Mortensen, A. og Arnesen, A.M. 1999. Norsk røyeoppdrett – stø kurs, men sakte fart. *Fisken og Havet*, særnr 3:27-29.
- Murphy, J. 1993. An overview of the Arctic char industry in Nova Scotia. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2:7.
- National Research Council Canada 2005. Icy Waters Ltd. Whitehorse, Yukon Territory - Enhancing genetic potential of arctic char (*Salvelinus alpinus*) broodstock ([http://irap-pari.nrc-cnrc.gc.ca/success/icywaters\\_e.html](http://irap-pari.nrc-cnrc.gc.ca/success/icywaters_e.html)).
- Näslund, I. & Hanell, L. 1989. Rödingstammar för matfiskodling – Försöksverksamhet i Jämtlands län 1986 och 1987. Information från Söttvattenslaboratoriet, Drottningholm 1:1-9.
- Näslund, I. & Henricson, J. 1996. Growth of five landlocked Arctic charr stocks under hatchery conditions. *Aquaculture International* 4:105-116.
- Näslund, I., Henricson, J., Anderson, T. & Hanell, L. 1990. Egenskapskartering av rödingstammar – Jämförelse av tillvåt i odling. Information från Söttvattenslaboratoriet, Drottningholm 2:17-35.
- Nilsson, J. 1990. Heritability estimates of growth-related traits in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* 84:211-217.
- Nilsson, J. 1992. Genetic parameters of growth and sexual maturity in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* 106: 9-19.
- Nilsson, J. 1993. Arctic charr strain crosses: effects on growth and sexual maturity. *Journal of Fish Biology* 43: 163-171.
- Nilsson, J. 1994. Genetics of growth of juvenile Arctic charr. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 430-434.
- Njáll Trausti Friðbertsson 2006. Millilandaflug frá Norður- og Austurlandi til Evrópu 2005. Rannsóknastofnun Háskólans á Akureyri. 60 bls. ([www.rha.is/skrar/File/Rannsoknir/2006/Upsetning%20flug%20301105-lokautgafa.pdf](http://www.rha.is/skrar/File/Rannsoknir/2006/Upsetning%20flug%20301105-lokautgafa.pdf))
- Nordeng, H. 1983. Solution to the 'Charr problem' based on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 40: 1372-1387.
- Northern Aquaculture 2005. New charr farm opens in Quebec. *Northern Aquaculture* 11(6):7.
- Olsen, A. & Hamnvik, S. 2001. Det lille røde alternativet. *Norsk Fiskeoppdrett* 26(12):17-19.
- Olsen, R.E. and Mortensen, A. 1997. The influence of dietary astaxanthin and temperature on flesh colour in Arctic charr *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture Research* 28: 51-58.
- Olsen, R.E. & Henderson, R.J. 1997. Muscle fatty acid composition and oxidative stress indices of Arctic charr, *Salvenilus alpinus* (L.), in relation to dietary polyunsaturated fatty acid levels and temperature. *Aquaculture nutrition* 3:277-238.
- Olsen, R.E. & Ringø, E. 1998. The influence of temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility of Arctic charr, *Salvenilius alpinus* L. *Aquaculture Research* 29:695-701.
- Olsén, K.H. & Järvi, T. 1997. Effects of kinship on aggression and RNA content in juvenile Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 51:422-435.
- O'Keefe, R.A. & Benfey, T.J. 1995. The production of triploid and sex-reversed arctic char (*Salvenilus alpinus*). *Aquaculture* 137:157.
- Ólafur Guðmundsson & Kristín Halldórsdóttir 1995. The use of n-alkanes as markers for determination of intake and digestibility of fish feed. *Journal of Applied Ichthyology* 11:354-358.
- Ólafur Guðmundsson & Þuríður Pétursdóttir 1999. Áhrif mismunandi protein- og fituinnihalds fôðurs á meltanleika næringarefna og vöxt bleikju við mismunandi aldur og eldshita. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 7 bls.
- Ólafur Guðmundsson, Soffía Vala Tryggvadóttir, Þuríður Pétursdóttir & Kristín Halldórsdóttir 1995. Measurement of feed intake and excretion in fish using radiography or chemical indicators. *Water Science and Technology* 31:131-136.
- Ólafur I. Sigurgeirsson 1996a. Fóðrun bleikju með fitubættu fôðri. *Eldisfréttir* 12(1):10-14.
- Ólafur I. Sigurgeirsson 1996b. Slátrun og gæði bleikju. *Freyr* 92 (8):308-314.
- Óskar Ísfeld Sigurðsson & Hermann Ottósson 1990. Markaðsathuganir á íslenskri eldisbleikju. Búnaðarfélag Íslands.
- Papst, M.H. & Hopky, G.E. 1984. Development of an Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) brood stock. *Aquaculture* 43: 323-331.
- Papst, M.H., Dick, T.A. Arnason, A.N. & Engel, C.E. 1992. Effect of rearing density on the early growth and variation in growth of juvenile Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture & Fisheries Management* 23:41-47.
- Peterson, R.H. & Harmon, P.R. 2005. Changes in condition factor and gonadosomatic index in maturing and non-maturing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Bay of Fundy sea cages, and the effectiveness of photoperiod manipulation in reducing early maturation. *Aquaculture Research* 36: 882-889.
- Petersen, R.H., Sutterlin, A.M. & Metcalfe, J.L. 1979. Temperature preference of several species of *Salmo* and *Salvelinus* and some of their hybrids. *J.Fish.Res.Board Can.* 36:1137-1140.
- Pelletier, P., Hansen, L.E. & Dumas, A. 2005. Rearing opportunities of a northern strain of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *AAC Special Publications* 9:31-34.
- Pitkänen T.I., Krasnov A., Teerijoki H. & Mölsä, H. 1999. Transfer of growth hormone (GH) transgenes into Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). I. Growth response to various GH constructs. *Genetic Analysis: Biomolecular Engineering* 15:91-98.
- Ragnar Jóhannsson 2005. Aukin nýting vatns og varma í fiskeldi - Framleiðsluaukning með minni vatnsnotum. Fyrirlestur á ráðstefnu um orkunotkun heimila og iðnaðar. Orkusetur, í samvinnu við Orkusstofnun og iðnaðarráðuneytið. Hótel KEA, Akureyri, 24. nóvember 2005 ([www.os.is/page/radstefna\\_orkunotkun](http://www.os.is/page/radstefna_orkunotkun)).
- Rannsóknaráð ríkisins 1986. *Þróun fiskeldis*. Rit 1986:1, 92 bls.
- Rannsóknaráð ríkisins 1989. Bleikjueldi - Úttekt á reynslu - tillaga um rannsóknastefnu. Niðurstaða starfshóps Rannsóknaráðs ríkisins um rannsóknir á bleikjueldi. Óbirt handrit.
- Rannsóknaráð ríkisins 1992. *Fiskeldi og sjávarbúskapur*. Rit 1992:1, 137 bls.
- Rasmussen, R.S. 2001. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics. *Aquaculture Research* 32:767-786.
- Recobart, J. 2003. Arctic charr market in France. Menja, óbirt handrit. 50 bls.
- Reinsnes, T.G. 1984. Sjørøyesprosjektet. *Norsk fiskeoppdrett* 10 (4):27.
- Reinsnes, T.G. & Wallace, J.C. 1988. Sjørøye som oppdrettsfisk. IFF, Universitetet i Tromsø og Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt. 34 bls.
- Richardsen, R. 1992. Marketing of Arctic charr. *Icelandic Agricultural Sciences* 6:155-162.
- Rogers, B. & Davidson, W. 2001. Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) aquaculture review. Prepared for Prince Edward Island Aquaculture Alliance and the Aquaculture Association of Nova Scotia. 22 p.

- Rosten, T., Braaten, B., Olafsen, T., Mejdell, C., Wollfrom, T., Myhr, E. og Rosseland, B.O. 2005. Dyrevelferd i akavatisk dyrehold – herunder fremtidens dyrehold. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR. 130 s.
- Seppä, T., Peuhkuri, N., Hirvonen, H., Laurila, A., Piironen, J. & Ranta, E. 1999. Narrow size regime among individuals favors rapid growth in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) juveniles. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56(10): 1891-1897.
- Seppä, T., Laurila, A., Peuhkuri, N., Piironen, J. & Lower, N. 2001. Early familiarity has fitness consequences for Arctic char (*Salvelinus alpinus*) juveniles. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 1380-1385.
- Sigmar B. Hauksson 1987. *Markaðir fyrir vatnasilung*. Bygðastofnun. 15 bls.
- Siikavuopio, S.I. & Aas, K. 2002. Produksjon av høstsmolt av røye (*Salvelinus alpinus* L.). Fiskeriforskningen, Rapport 25: 9 s.
- Simmons, L., Moccia, R.D., Bureau, D.P., Silvak, J.G. & Herbert, K. 1999. Dietary methionine requirement of juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture Nutrition* 5:93-100.
- Skúli Skúlason 1990. Variation in morphology, life history and behaviour among sympatric morphs of arctic charr: An experimental approach. Doctor of Philosophy. The University of Guelph. 145 p.
- Skúli Skúlason 1994. Rannsóknir á vexti og kynþroska bleikju: Áhrif hrognastærðar. *Eldisfréttir* 10(1): 25-29.
- Skúli Skúlason 1999. Þróun sjálfbærs bleikjueldis. *Eldisfréttir* (ónúmerað):4-5.
- Skúli Skúlason, Noakes, D.L.G. & Sigurður S. Snorrason 1989. Ontogeny of tropic morphology in four sympatric morphs of arctic charr (*Salvenilus alpinus*) in Thingvallavatn, Iceland. *Biological Journal of the Linnean Society* 38:281-301.
- Skúli Skúlason, Ólafur Guðmundsson & Ólafur Guðmundsson. 1993a. Fóður, vöxtur og gæði bleikju. *Eldisfréttir* 9(1):16-20.
- Skúli Skúlason, Sigurður Snorrason, D. Ota & Noakes. D.L.G. 1993b. Genetically based differences in foraging behaviour among sympatric morphs of Arctic charr (Pisces: Salmonidae). *Animal Behaviour* 45: 1179-1192.
- Skúli Skúlason, Davíð Gíslason & Sveinn K. Valdimarsson. 1993c. Áhrif hrognastærðar á stærð og vöxt bleikju. Ráðunautafundur 1993: 279-283.
- Skúli Skúlason, Sigurður S. Snorrason, Noakes D.L.G. & Ferguson, 1996. Genetic basis of variable life histories among sympatric morphs of arctic charr. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 1807 – 1813.
- Smith, R. J., Bland, M.D. & Hasting, T.S. 2005. Scottish Fish Farms - Annual Production Survey 2004. This report was prepared for the Scottish Executive by Fisheries Research Services. ([www.frs-scotland.gov.uk/FRS.Web/Uploads/Documents/survey2004.pdf](http://www.frs-scotland.gov.uk/FRS.Web/Uploads/Documents/survey2004.pdf)).
- Somorjai, I.M. Danzmann, R.G. & Ferguson, M.M. 2003. Distribution of temperature tolerance QTL in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and inferred homologies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Genetics* 165: 1443-1456.
- Summerfelt, S.T., Wilton, G., Roberts, D., Rimmer, T. & Fonkalsrud, K. 2004. Developments in recirculating systems for Arctic char culture in North America. *Aquaculture Engineering* 30:31-71.
- Sutterlin, A. M. and Stevens, E. D. 1992. Thermal behaviour of rainbow trout and Arctic charr in cages moored in stratified water. *Aquaculture* 102(1-2): 65-75.
- Staurnes, M., Sigholt, T., Lysfjord, G. & Gulseth, O.A. 1992. Difference in the seawater tolerance of anadromous and landlocked populations of Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 49: 443-452.
- Staurnes, M., Sigholt, T. & Gulseth, O.A. 1994a. Effects of seasonal changes in water temperature on the parr-smolt transformation of Atlantic salmon and anadromous arctic charr. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 408-415.
- Staurnes, M., Sigholt, T., Gulseth, O.A. & Eliassen, R. 1994b. Effects of maturation on seawater tolerance of anadromous Arctic char. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 402-407.
- Staurnes, M. & Finstad, B. 2000. The effects of dietary NaCl supplement on hypostomulatory ability and sea water performance of Arctic charr (*Salvenilus alpinus* L.) smolts. *Aquaculture Research* 31:737-743.
- Stefán Aðalsteinsson, Þórey Hilmarsdóttir, Einar Svavarsson & Puriður Pétursdóttir 1992. Comparison of 15 strains of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 6:135-142.
- Stefán Eiríkur Stefánsson 1996. Framleiðsla í íslensku fiskeldi árið 1992. Veiðimálastofnun, VMST-R/93006. 9 bls.
- Steiner, V. 1984. Experiments towards improving the culture of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). In, *Biology of the Arctic Char; Proceedings of International Symposium on Arctic Charr* (eds. L. Johnson & B.L. Bums), pp. 509-521. University of Manitoba Press, Winnipeg, Canada.
- Sæther, B.-S., Johnsen, H.K. & Jobling, M. 1996. Seasonal changes in food consumption and growth of Atlantic charr exposed to either simulated natural or a 12 : 12 LD photoperiod at constant water temperature. *Journal of Fish Biology* 48:1113-1122.
- Sæther, B.-S., Siikavuopio, S.I. og Arnesen, A.M. 2004. Røye – liten fisk kan bli "stor" mat. In, Agnalt, A., Ervik, A., Kristiansen, T.S., Oppedal, F. (red.) 2004. Havbruksrapport 2004. *Fisken og havet, særnr. 3-2004*: 34-35.
- Swift, D.R. 1964. Effect of temperature on mortality and rate of development of the eggs of the Willdenere char (*Salvelinus alpinus*). *J. Fish. Res. Bd. Canada* 22(4):913-917.
- Swift, D.R. 1965. The effect of temperature and oxygen on the growth rate of Willdenere char (*Salvelinus alpinus*). *Comparative Biochemistry & Physiology* 12: 179-183.
- Tabachek, J.L. 1986. Influence of dietary protein and lipid levels on growth, body composition and utilization efficiencies of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Journal of Fish Biology* 29: 139-151.
- Tabachek, J.L. 1993. A review of the feeding and nutrition of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.), and 1,- priorities for future research. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 1: 10-17.
- Tao, W. & Boulding, E. G. 2003. Associations between Single Nucleotide Polymorphisms in Candidate genes and Growth rate in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Heredity* 91:60-69.
- Theodór Kristjánsson 2004. Endurnýting á vatni í bleikjueldi. M.S. verkefni við Líffræðiskool Háskóla Íslands.
- Thyrel, M., Berglund, I., Larsson, S. & Näslund, I. 1999. Upper thermal limits for feeding and growth of 0+ Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 55: 199-210.
- Toever, W.V. 1993a. Arctic charr culture experience in Prince Edward Island. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 23-24.
- Toever, W.V. 1993b. An approach to char marketing in Prince Edward Island. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 31-32.
- Tveiten, H. Johnsen, H.K. & Jobling, M. 1996. Influence of maturity status on the annual cycles of feeding and growth in Atlantic charr reared at constant temperature. *Journal of Fish Biology* 48:910-924.
- Ugedal, O. & Heggberget T.G. 1988. Røye som oppdrettsfisk. Nord Trøndelagsforsknings. NTF 7/88. 52 s.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 1991. Bleikjueldi á Íslandi. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 113 bls.

- Valdimar Ingi Gunnarsson 2004. Staða og framtíðaráform í íslensku fiskeldi. Skýrsla fiskeldisnefndar. Landbúnaðarráðuneytið og sjávarútvegsráðuneytið. 82 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Guðni Guðbergsson 1988. Bleikja - Eldisfiskur með framtíð. *Eldisfréttir* 4(7): 5-20.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2004. Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003: Kynþroskahlutfall og endurheimtur. Veðimálastjóri, EV-2004-002. 18 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2005. Kynþroskahlutfall, örmerkingar og endurheimtur á eldislaxi á árinu 2004. Veðimálastjóri, EV-2005-001. 16 bls.
- Valdís Finnsdóttir, Óssur Skarphéðinsson & Sigurður Snorrason 1988. Induced triploidy in sea- trout and sea-charr. Presented at the XIX Congress of the Scandinavian Pharmacological and Physiological Society, Oslo, June 13-15, 1988.
- Valdís Finnsdóttir, Óssur Skarphéðinsson & Sigurður Snorrason 1989. Thermal induction of triploidy in the Arctic, sea-char, *Salvelinus alpinus* L. Óbirt handrit. 9 bls.
- Veterinærinstituttet 2005. Rapport - Utredning om tetthet og fiskevelferd. Til Mattilsynet, Hovedkontoret, seksjon for dyrevern, tilsyn med dyrehelsepersonell og kosmetikk. Veterinærinstituttet. 39 s.
- Þorvaldur Garðarsson 1990. Eldisbleikja er viðkvæm markaðsvara. *Eldisfréttir* 6(5):9-10.
- Þórarinn Sveinsson 1994. Áhrif hormónageldingar á vöxt og kynþroska hjá bleikju. *Eldisfréttir* 10(1): 38-39.
- Þórður Flóventsson 1929. *Lax- og silungsklak á Íslandi*. Skýrslur um ferðir höfundar og framkvæmdir á árunum 1920-1927 ásamt fræslu um lífnaðarháttu laxfiska hjer og erlendis. Fjölritunarstofnun Pjeturs G. Guðmundssonar.
- Þórey Hilmarsdóttir, Einar Svavarsson & Emma Eypórsdóttir, 1995. Samanburður á bleikjustofnum í seiðaeldi. *Fjölrit RALA* nr. 179, 29 bls.
- Puríður Pétursdóttir 2002. Influence of feeding frequency on growth and size dispersion in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture Research* 33:543-546.
- Puríður Pétursdóttir & Jón Hjartason 1991. Tilraun með bleikjueldi við náttúrulegan hita. F.Su. Fiskeldisbrautin á Kirkjubæjarklaustri.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993a. Kynþroski gerir usla í bleikjueldi. *Lesbók Morgunblaðsins*, 5. júní, bls. 9.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993b. Áhrif mismunandi hitastigs á vöxt og kynþroska bleikju. *Eldisfréttir* 9(1): 41-44.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1994a. Getur afturbata bleikja orðið góð markaðsvara? *Eldisfréttir* 10(1): 7-10.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1994b. Áhrif sveltis á kynþroska bleikju. *Eldisfréttir* 10(1): 15-17.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1995. Áhrif 6 vikna sveltis að vetri á kynþroska 1+ bleikju að hausti. *Eldisfréttir* 11(1): 15-16.
- Þyri Valdimarsdóttir, Puríður Pétursdóttir, Óskar Ísfeld Sigurðsson, Ása Þorkelsdóttir & Emilía Marteinsdóttir 1998. Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. *Skýrsla RF* nr. 14-98: 48 bls.
- Þyri Valdimarsdóttir, Puríður Pétursdóttir, Óskar Ísfeld Sigurðsson, Ása Þorkelsdóttir & Emilía Marteinsdóttir 1999. Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings. Í: Bleikjudagar '99 - Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 8 bls.
- Óssur Skarphéðinsson 1988a. Bleikjan - Vænleg eldistegund fyrir bændur. *Bóndinn* 6(3):28-31.
- Wallace, J.C. & Aasjord, D. 1984a. An investigation of the consequences of egg size for the culture of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Journal of Fish Biology*, 24: 427-435.
- Wallace, J.C. & Aasjord D. 1984b. The initial feeding of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) alevins at different temperatures and under different feeding regimes. *Aquaculture* 38: 19-33.
- Wallace, J.C. & Kolbeinshavn, A.G. 1988. The effect of size grading on subsequent growth in fingerling Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture* 73:97-100.
- Wallace, J.C., Kolbeinshavn, A.G., & Reinsnes, T.G. 1988a. The effects of stocking density on early growth in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Aquaculture* 73: 101-110.
- Wallace, J.C., Kolbeinshavn A.G. and Aasjord D., 1988b. Observations on the effect of light intensity on the growth of Arctic Charr fingerlings (*Salvelinus alpinus*) and (*Salmo salar*). *Aquaculture* 72:81-84.
- Wallace, J.C., Kolbeinshavn A.G. and Aasjord D. 1989. Egg-, mouth- and food-particle size, and initial feeding in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). pp. 711-716. Í, A biotechnology in progress. (eds. N.De Pauw, E. Jaspers, H. Achefors & N. Wilkins). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.
- Wandsvik, A. & Jobling, M. 1982. Observations on growth rates of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.), reared at low temperature. *Journal of Fish Biology* 20: 689-699.
- Wilton, G. 1993. Charr production at Daniel's harbour hatchery in Newfoundland. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 2: 16-18.
- Wiklund, B.-S., 1986. Erfarenhet från kassodling av olika rödlingstammer. *Vattenbruk* 1:11-13.
- Witkowski, A., Kaleta, K., Kuryzsko, J. & Kuszierz, J. 2004. Histological structure of the skin of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) from Spitsbergen. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 34(2):241-251.
- Zbikowska, H.M. 2003. Fish can be first - advances in fish transgenesis for commercial applications. *Transgenic Research* 12:379-389.

## Viðauki 1. Helstu R&P verkefni í bleikjueldi á árunum 1989-2005

Við gerð þessa yfirlits yfir helstu rannsóknaverkefni í bleikjueldi á árunum 1989-2005 hefur verið aflað upplýsinga úr eftirtöldum útgefnum gögnum og vefsvæðum:

- Erlendur Jónsson 2003. Skýrsla um styrkveitingar Tæknisjóðs – Fiskveiðar, fiskeldi. Rannsóknarmiðstöð Íslands. 22 bls. ([www.rannis.is/files/{c00c553f-d3fa-45e9-bf55-76a4fab9c068}\\_fiskveiðar,%20fiskeldi%20-%20styrkir%201995%20-%202003.pdf](http://www.rannis.is/files/{c00c553f-d3fa-45e9-bf55-76a4fab9c068}_fiskveiðar,%20fiskeldi%20-%20styrkir%201995%20-%202003.pdf)).
- Björgvin Richards, 1991. Rannsóknasjóður – Fiskeldisrannsóknir. Rannsóknarráð ríkisins. Handrit.
- Vefur Rannsóknarmiðstöðvar Íslands ([www.rannis.is/](http://www.rannis.is/)).
- Upptalningu á fiskeldisrannsóknum Hólaskóla á vef skólans: ([www.holar.is/fieldi.htm](http://www.holar.is/fieldi.htm)).
- Árskýrslur Framleiðnisjóðs Landbúnaðarins ([www.fl.is](http://www.fl.is))
- Eldisfréttir 1992. Hólar í Hjaltadal – Miðstöð silungsrannsókna og bleikjukynbóta. *Eldisfréttir* 8(4):7-12.
- AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi ([www.av.s.is](http://www.av.s.is))
- Rannsóknaverkefni inn á sameinilegu vefsvæði landbúnaðarstofnanna ([www.landbunadur.is](http://www.landbunadur.is)) á slóðinni: ([www.landbunadur.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/ViewResearch/ByCategories](http://www.landbunadur.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/ViewResearch/ByCategories))

### 1. Stofnasamanburður og kynbætur

#### *Samanburður á bleikjustofnum*

**Tímabil:** 1989–1992.

**Styrktaraðilar:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins og Rannsóknarráð Íslands.

**Samstarfsaðilar:** Samstarfsaðilar voru Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Hólalax, Búnaðarfélag Íslands og Veiðimálastofnun.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að bera saman bleikjustofna í eldi allt frá klaki til slátrunar, með tilliti til vaxtargetu, kynþroskaaldurs og ytra útlits. Safnað var hrognum af 13 bleikjustofnum haustið 1989 og þeim klakið á RALA og í fiskeldisstöðinni Hólalaxi. Eiginleikar sem mest voru skoðaðir voru hrognastærð, afföll, þyngd (vöxtur), aldur við kynþroska og roðlitur.

#### *Rannsókn á erfðastuðlum bleikju*

**Tímabil:** 1990–1993.

**Styrktaraðilar:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli og Hólalax.

**Lýsing á verkefni:** Í verkefninu voru metnir erfðastuðlar fyrir þyngd og kynþroskatíðni á mismunandi aldri og aðgreint eftir kynjum. Jafnframt var þetta verkefni skipulagt sem undanfari frekari kynbóta á bleikju.

#### *Úrval fyrir örum vexti, stutt ættliðabil og gelding*

**Tímabil:** 1991-1993.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli og Hólalax.

**Lýsing á verkefni:** Að kanna forsendur fyrir að ná miklum kynbótaframförum í vexti með því að hafa ættliðabil stutt (1-2 ár) og taka ekki tillit til kynþroska við úrvalið, heldur koma í veg fyrir kynþroska í framleiðslufiski með geldingu. Að bera saman vöxt og viðgang tvílitna og þrílitna bleikju í eldi. Í þessa rannsókn eru notaðir 11 alsystkina- hópar, hverjum hópi var skipt í tvennt eftir frjóvgun (haustið 1991) og annar helmingurinn geltur (3n). Hver hópur er alinn við hátt og lágt hitastig og stefnt er að 1 + kynþroska í ógeltum fiski sem er stríðalinn. Þannig gefst kostur á

fjölskyldu- og einstaklingsúrvali fyrir örum vexti með styttra ættliðabili.

#### *Kynbætur á íslenskrí eldisbleikju*

**Tímabil:** Hófst 1992.

**Styrktaraðilar:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins 1992–97 og síðan landbúnaðarráðuneytið frá og með 1998. Árið 1998 var undirritaður sérstakur samningur Hólaskóla við landbúnaðarráðuneytið um kynbætur á bleikju.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli í samstarfi við bleikjueldisstöðvarnar.

**Lýsing á verkefni:** Kynbótamarkmiðið er nú eftirfarandi: Að rækta stofn(-a) sem nær meira en 1,0 kg þyngd á öðru hausti eftir klak, er frjósamur en verður þó ekki kynþroska fyrr en á þriðja hausti eftir klak eða síðar, nýtir fóður vel, hefur gott viðnám gegn sjúkdómum og skilar herra verði en aðrir stofnar bleikju og annarra laxfiska. Auk þeirra gæða sem tíunduð eru hér að ofan er stefnt að eftirfarandi til að viðhalda eða auka gæði: auka litarpptöku og nýtingu litar í fóðri, auka ekki eðlislega fitusöfnun frá því sem nú er, viðhalda lögum sem ekki skerðir ímynd um heilbrigði, auka hlutfall flaks af heildarþyngd svo lengi sem það kemur ekki niður á öðrum markmiðum og viðhalda þeim roðlitarþyngdum sem nú er spurn eftir svo lengi sem það verður”.

#### *Erfðastuðlar fyrir eldiseiginleika bleikju*

**Tímabil:** 1993-1995.

**Styrktaraðili:** Rannsóknarráð ríkisins og Framleiðnisjóður landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Hólaskóli og Veiðimálastofnun.

**Lýsing verkefnis:** Markmið verkefnisins er að meta erfðastuðla fyrir sem flesta eiginleika eldisbleikju, sem hugsanlega skipta máli fyrir hagkvæmni í eldi og gæði framleiðslunnar. Verkefnið er unnið í nánnum tengslum við kynbótaáætlun fyrir bleikju sem unnið er að við Bændaskólann á Hólum og hófst með kreistingu fyrsta árgangs haustið 1992. Safnað er upplýsingum um vöxt og kynþroska bleikjunnar í gegnum allan eldisferilinn. Erfðastuðlar fyrir þunga og kynþroskahlutfall á mismunandi tímum eru metnir og þeir síðan notaðir til að áætla erfðaframfarir. Einnig verða upplýsingar notaðar til að þróa kynbótaeinkunn fyrir bleikju.

#### *Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur*

**Tímabil:** 1996–1998.

**Styrktaraðilar:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins og Rannsóknarráð Íslands.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli, Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Veiðimálastofnun, Stofnfiskur hf. og Búnaðarfélag Íslands.

**Lýsing á verkefni:** Meginmarkmið verkefnisins er að auka skilvirkni þeirra bleikjukynbóta sem nú eru stundaðar til aukinnar arðsemi fyrir atvinnugreinina. Þeir áfangar sem ná á með verkefninu eru að: a) meta erfðastuðla fyrir þá eldiseiginleika sem nú er valið fyrir í kynbótaverkefninu (þyngd, aldur við kynþroska); b) þróa notkun á ljósmælitækni við að mæla litarpptöku bleikju í hold nægilega nákvæmlega til að greina erfðaáhrif og gera þannig kleift að kynbæta fyrir bættri nýtingu á litarefni í fóðri, en það er mjög dýr hluti af fóðrinu; c) meta fituhlutfall í bleikju og arfgengi eiginleikans og erfðafylgni við eiginleika sem valið er fyrir; d) rannsaka erfðir roðlitar hjá bleikju (kviðlitur: rauður, appelsínugulur, gulur; baklitur: svartur, grænn, móleitur) en markaðir fyrir bleikju hafa reynt gera mismunandi kröfur til roðlitar; e) gera nýja kynbótaáætlun á grundvelli kynbótamarkmiða framleiðenda og niðurstaðna úr liðum a-d þar sem miðað verður við að ná sem mestum kynbótaframförum með sem minnstum tilkostnaði til lengri tíma liðið.

**Erfðir á roðlit bleikju** (hluti af verkefninu: Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur)

**Tímabil:** 1996-99.

**Styrktaraðili:** Rannsóknarráð Íslands.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli, Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Stofnfiskur hf.

**Lýsing á verkefni:** Markmiðið með rannsókn á erfðum roðlitar hjá bleikju var að öðlast þekkingu sem gerir kleyft að stýra útliti bleikjunnar með skipulegum ræktunaraðgerðum. Byggt var á tveimur hreinræktuðum stofnum, annar hefur ljóst roð (Ölvesvatnsstofn) en hinn dökkt (Grenlækjarstofn) og blendingum milli þeirra..

#### **Þróun sjálfbærs bleikjueldis**

**Tímabil:** 1996-2000.

**Styrktaraðili:** Evrópusambandið.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli ásamt samstarfsaðilum frá háskólum í Skotlandi, Svíþjóð og Írland, auk Háskóla Íslands og fiskeldisfyrirtækisins Hólalax. Einnig koma RALA og Stofnfiskur að ákveðnum verkhlutum.

**Lýsing á verkefni:** Verkefnið er víðfeðmt og tekur á ýmsum þáttum sem tengjast eldi og kynbótum á bleikju. Í verkefninu voru þróaðar erfðafræðilegar aðferðir til þess að greina í sundur villta bleikjustofna. Þessum aðferðum var m.a. beitt til þess að bera saman bleikjustofna á Íslandi og hafa niðurstöðurnar varpað nýju ljósi á þróun og tegundamyndun fiska. Einnig hefur verið aflað upplýsinga um vöxt bleikju við mismunandi umhverfisaðstæður og erfðastjórnun á vexti bleikju. Niðurstöðurnar eru mikilvægur grundvöllur fyrir mótun kynbótastefnu á bleikju.

#### **Possible major gene effects on economically important traits in Arctic charr (hluti af verkefninu: Þróun sjálfbærs bleikjueldis)**

**Tímabil:** 1996-2001.

**Styrktaraðili:** Evrópusambandið (Fair CT 96-1981).

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Hólaskóli og háskóli í Svíþjóð.

**Lýsing á verkefni:** The objective of the current study was to explore existing data from breeding programs in Iceland and Sweden statistically for the possible presence of major genes that affect the genetic variation of important traits in Arctic charr. The numerical techniques employed to identify major gene effects that show up in intra- and inter-family variances showed no significant effects mainly because the relatively small data sets available from breeding programmes of this species. As the breeding programs for Arctic charr develop further, more data will accumulate which might deserve further inspection in the future. Genes with smaller effects may well be worth pursuing for selection purposes but different approaches, using molecular methods for detection of quantitative trait loci and identification of marker genes, would be more useful in that situation.

#### **Nýir eldisstofnar bleikju**

**Tímabil:** 1998-2000.

**Styrktaraðili:** Evrópusambandið.

**Samstarfsaðilar:** Stofnfiskur, Hólaskóli ásamt erlendum samstarfsaðilum. Verkefnið er samstarf fiskeldismanna og rannsóknastofnana í Skotlandi, Þýskalandi, Austurríki og á Íslandi.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að finna heppilega bleikjustofna til eldis í hverju landi fyrir sig. Á Íslandi er vöxtur bleikju af Mývatnsstofni borinn saman við vöxt þeirra bleikjustofna, sem nú er verið að kynbæta á Íslandi.

#### **Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur**

**Tímabil:** 1999-2002

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins og Rannsóknarráð Íslands.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli, Rannsóknastofnun landbúnaðarins

og Stofnfiskur hf.

**Lýsing á verkefni:** Meginmarkmið verkefnisins er að auka skilvirkni þeirra bleikjukynbóta sem nú eru stundaðar til aukinnar arðsemi fyrir atvinnugreinina. Þetta verkefni er lokaáfangi í verkefni sem unnið hefur verið að undanfarin þrjú ár (samanber heildarverkáætlun til fjögurra ára í upphaflegri umsókn fyrir árið 1996). Í undanfarinum, sem lýkur í lok ársins 1998, er aflað gagna um vöxt, kynþroska, fitu og holdlit bleikju í þrem árgöngum af bleikju sem alin er í kynbótaverkefni og uppsetning gagna og mat á erfðastuðlum í fyrstu tveim árgöngunum. Einnig voru merktir sérstakir afkvæmahópar og þeir aldir í mismunandi litu umhverfi fyrir erfðarannsókn á roðlit og fyrri mælingu verður lokið í undanfarinum. Þá er í gangi mat á verðmæti kynbótaframfara í mikilvægustu eldiseiginleikum bleikju hjá nokkrum framleiðendum. Í lokaáfanganum verða teknir fyrir eftirtaldir þættir: a) Uppsetning gagna og mat á erfðastuðlum í þriðja árgöngunum (árg. 1996). b) Samvinnsla á gögnunum frá öllum þremur árgöngunum þar sem reiknað verður arfgengi, erfðafylgni og svipfarsfylgni þeira eiginleika sem aflað hefur verið gagna um. Spá um kynbótaframfarir. c) Áframhald eldis á hópum í roðlitarannsókn og síðari mæling, úrvinnsla gagna sem miðar að því að skýra erfðir roðlita og áhrif mismunandi umhverfis (dökkt og ljóst) á roðlit bleikju. d) Gerð nýrrar kynbótaáætlunar á grundvelli kynbótamarkmiðs framleiðenda og niðurstaðna úr ofangreindum verkþáttum. e) Greinaskrif. Gildi verkefnisins felst einkum í því að það skapar grundvöll fyrir örari kynbótaframförum í bleikjueldisstofni, sem gerir gæfumuninn fyrir samkeppnishæfni íslensks bleikjueldis.

#### **CRAFT verkefni**

**Tímabil:** 2000-2002.

**Styrktaraðili:** Evrópusambandið.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Í verkefninu var borinn saman vöxtur bleikju af mismunandi stofnum

#### **Áhrif erfða og umhverfis á vöðvaproskun bleikju**

**Tímabil:** 2001-

**Styrktaraðili:** Verkefnið var styrkt af breska Vísindasjóðunum (NERC).

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli í samstarfi við erlenda aðila.

**Lýsing á verkefni:** Rannsóknir á þroskun vöðva bleikju af mismunandi afbrigðum við mismunandi hitastig. Einnig var í verkefninu rannsókuð sérstaklega stjórnun á vexti bleikju.

#### **Magnbundin erfðamörk í bleikju**

**Tímabil:** 2003-

**Styrktaraðili:** Styrkur frá Háskólanum í Guelph borgar laun nemanda

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli í samstarfi við Háskólann í Guelph í Kanada.

**Lýsing á verkefni:** Leitað er að magnbundnum erfðamörkum (QTL) fyrir ýmsum mikilvægum líffsögulegum þáttum hjá bleikju. Um er að ræða samstarfsverkefni með Háskólanum í Guelph í Kanada og er unnið af doktorsnema.

## **2. Kynþroski og vöxtur**

#### **Framleiðsla geld- og einkynja laxastofna í fiskeldi**

**Tímabil:** 1989-1990.

**Styrktaraðili:** Rannsóknarráð ríkisins.

**Samstarfsaðilar:** Háskóli Íslands, Fiskifélag Íslands, Fiskeldisbraut í Kirkjubæjarskóla, Veiðimálastofnun og fiskeldisfyrirtæki.

**Lýsing á verkefni:** Markmiðið var að framleiða þrjú laxfiska með þrjústílosti. Framleiða einkynja stofna með beinni hormónagjöf. Fylgst var með vexti og afkomu á seiðastigi við mismunandi eldisaðstæður og einnig endurheimur laxastofna í

hafbeit.

### **Rannsóknir á áhrifum hrognastærðar á vöxt og viðgang bleikjuseiða**

Tímabil: 1990-1993.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður Landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Rannsóknir hafa sýnt að hrognastærð skiptir e.t.v. meira máli fyrir bleikju m. t.t. stærðar seiða og vaxtar, en aðra laxfiska. En minna er vitað um hvaða áhrif mismunandi stærð seiða við frumföðrun hafi á stærðardreifingu og vöxt síðar. Í mörgum tilfellum byrja seiði að éta áður en forðanæring kviðpoka er upprunninn. Því getur það haft mikil áhrif á vöxt, eftir að seiði fara að éta, hversu mikið er eftir að kviðpokanum.

### **Vaxtarstöðvun hjá bleikju. Áhrif ljóss og hitastigs á vaxtarferil**

Tímabil: 1990-1991.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður Landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Veiðimálastofnun, Búnaðarfélag Íslands, Búnaðarsamtaka Vesturlands og Fiskræktarstöðvar Vesturlands.

**Lýsing á verkefni:** Tilgangur verkefnisins er að kann hvernig hitastig og ljós (árstími) hafi áhrif á vaxtarferil og kynþroska hjá bleikju, og kanna þannig hvort vaxtarveiflur séu árstímabundnar. Tímabundin vaxtarstöðvun hjá bleikju hefur komið fram í allfestum eldisstöðvum og eru ástæður þessa óljósar. Nánari skilningur á eðli og áhrifabáttum fyrir vaxtarveiflum getur haft mikla þýðingu fyrir framkvæmd og skipulag eldisferils fyrir bleikju.

### **Áhrif mismunandi hormóna á hrygningartíma og gæði hrogna hjá bleikju**

Tímabil: 1991-1992.

**Styrktaraðili:** Nemendaverkefni.

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofa í lífeðlisfræði, Háskóli Íslands og Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Meginmarkmið er að kanna hvort mögulegt sé að samstillta og flýta hrygningartíma hjá bleikju. Bleikjur hrygna á mismunandi tíma og mikill munur er á hrygningartíma á milli stofna. Þetta getur valdið erfiðleikum, bæði í almennu bleikjueldi og í tilraunum eða kynbótum þar sem blanda þarf ólíkum stofnum.

### **Áhrif hrognastærðar á snemþroskun bleikju**

Tímabil: 1991-1992

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður Landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að athuga hvort stærð hrogna hafi áhrif á þroskunarhraða fósturs. Einnig þróa aðferð til að halda einstaklingum aðskildum strax á hrognastigi. En með því má svara ýmsum spurningum t.d. getur stærð hrogna haft áhrif á þætti seinna meir, t.d. kynþroskaaldur, kynjahlutfall o.s.frv.

### **Samanburður á tvílitna og þrílitna bleikju í eldi**

Tímabil: 1991-1994.

**Styrktaraðilar:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Í verkefninu voru bleikjuhrogn sett í hitalost til að gera þau þrílitna og fiskinn sem klektist úr þeim ófrjóan til að koma í veg fyrir neikvæð áhrif kynþroska á holdgæði. Könnuð voru áhrif þessarar meðhöndlunar á þrif, vöxt og kynþroska. Niðurstöðurnar bentu til að aðferðin gæti verið hagnýt í stofnum sem yrðu kynþroska mjög snemma eða ef markaðurinn kallaði á svo stóran fisk að ala þyrfti hann á fjórða ár.

### **Áhrif af tímabundnu sveltí á kynþroska bleikju**

Tímabil: 1991-1992.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður Landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Veiðimálastofnun, Rannsóknastofnun Landbúnaðarins og Búnaðarfélag Íslands.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins var að kanna hvort sveltí í 4 vikur á tímabilinu febrúar-júní hafi áhrif á 1+ kynþroska hjá bleikju og hvort sveltíð hafi áhrif á vöxt til lengri tíma.

### **Vöxtur bleikju við mismunandi eldishita**

Tímabil: 1991-1993.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

**Lýsing verkefnis:** Markmið rannsóknarinnar var að bera saman vöxt og kynþroskaaldur bleikju við mismunandi eldishita. Bleikju, 75 g að meðalþyngd, var skipt niður á ker með 4, 6, 8, 10 og 12 °C heitu vatni með þrjár endurtekningar. Eldið stóð í 15 mánuði og fiskurinn var vigtaður og kynþroski metinn um það bil einu sinni í mánuði. Í lokin var fiskinum slátrað, hann kyngreindur, kynkirtlar vigtaðir og gefin einkunn fyrir útlit.

### **Áhrif eggjastærðar á fósturþroska og nýtingu guluförða hjá bleikju**

Tímabil: 1992

**Styrktaraðili:** Nemendaverkefni.

**Samstarfsaðilar:** Líffræðiskor Háskóla Íslands og Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að kanna hvort greina megi samband milli eggjastærðar hjá bleikju og þess hvernig fóstur þroskast og nýtir guluförðann (kviðpokann).

### **Þróun aðferða til að stjórna vexti og kynþroska hjá bleikju**

Tímabil: 1992-1996.

**Styrktaraðilar:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins og Rannsóknarráð Íslands.

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Hólaskóli, Háskóli Íslands, Veiðimálastofnun, Hólalax hf. og Lækur hf.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins eru að auka skilning á þeim þroskunar- og umhverfisþáttum sem tengjast stærðardreifingum og kynþroska. Leggja með því grundvöll að eldisaðferðum sem jafna vöxtinn, draga úr óæskilegum kynþroska, hámarka vaxtargetu og auka gæði sláturfisks. Í tilraunum er fylgst með orkubúskap bleikju frá hrogni til markaðsstærðar. Notaðar eru bleikjur af þekktum eldisstofnum. Áhrif seiðastærðar og stærðardreifingar seiða í kerjum á vöxt og kynþroska eru rannsökuð. Ástandi (fitu- og kolvetnisförða) seiða er stjórnað með tímabundnu sveltí, til að rannsaka hvort draga megi úr kynþroska á öðru hausti (1+) án þess að skerða vaxtargetu. tengsl kynþroska og vaxtar eru sérstaklega athuguð með því að bera saman gelda og náttúrulega bleikju. Áhrif 1+ kynþroska á bleikju sem markaðsvöru (afturbati) eru athuguð.

## **3. Fóður og fóðrun**

### **Áhrif próteingæða og fitumagns í fóðri á vöxt, holdgæði og meltanleika hjá bleikju**

Tímabil: 1991-1992.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður Landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli, Hólalax og Rannsóknastofnun Landbúnaðarins.

**Lýsing á verkefni:** Meginmarkmiðið er að kanna hvort próteingæði (hræfni með mislangan geymslutíma) og fituinnihald hafi áhrif á vöxt, fóðurnýtingu og holdgæði bleikju. Fóður er einn stærsti kostnaðarliðurinn í fiskeldi og því mikilvægt að athuga hvort ekki megi fóðra bleikju á ódýrara fóðri en tíðkast í dag.

**Át og fóðurnýting laxfiska****Tímabil:** 1993-96.**Styrktaraðili:** Rannsóknaráð ríkisins og Vísindasjóður VR.**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Fóðurblandan hf.**Lýsing verkefnis:** Í tilrauninni er borið saman át og meltanleiki hjá bleikju og laxi á þrennskonar fóðri. Bleikjan er alin við 11 °C og laxinn við 14 °C. Í upphafi var laxinn að meðaltali 70 g og bleikjan 60 g. Fóðrið er með mismunandi hlutföllum af próteini og fitu (30:10, 40:16 og 50:23 %). Át og meltanleiki er mælt með óbeinni mælingu þar sem n-alkón eru notuð sem merkiefni og til samanburðar er átið hjá laxinum mælt með glerperlum og röntkenmælingu.**Samanburður á blautfóðri og þurrfóðri til áframeldis á villibleikju****Tímabil:** 1994-96.**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóður landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Búnaðarsamband Austurlands.**Lýsing verkefnis:** Markmiðið er að bera saman át og fóðurnýtingu í eldi á villtri bleikju sem fóðruð er á blautfóðri eða þurrfóðri. Í tilraunina er notuð villibleikja sem veidd er í gildrum.**Áhrif breytilegs hlutfalls próteins og fitu úr sjávarafli****Tímabil:** 1994-96.**Styrktaraðili:** Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Fóðurblandan hf.**Lýsing verkefnis:** Tilgangur verkefnisins er að kanna þarfir fyrir orku og prótein og hvaða hlutfall loðnumjòls og fitu nýtist best fyrir bleikju við mismunandi aldur og vatnshita. Borið er saman þanið fóður með þrennskonar magni af próteini (30, 40 og 50 %) og fitu (10, 16 og 23 %), við tvennskonar hitastig (7 og 11 °C) og í þremur stærðarflokkum (um 60, 350 og 1000 g).**Samanburður á meltanleika próteins í fiskimjóli****Tímabil:** 1997.**Styrktaraðili:** Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins og SR-mjöl hf.**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að bera saman meltanleika próteins í fiskimjóli hjá mink (*Mustela vison*), laxi (*Salmo salar*) og bleikju (*Salvelinus alpinus*). Fiskimjólið er af mismunandi gerðum sem áætlað er að spanni um 15 eininga mun í meltanleika próteins. Verkefninu er ætlað að afla upplýsinga um íslenskt fiskimjöl, renna styrkari stoðum undir gæðamat á mjóli og stuðla þannig að aukinni hlutdeild hággæðamjòls í fiskimjòlsframleiðslu landsmanna og þar með auknum útflutningsverðmætum.**Áhrif fóðrunartíðni á breytileika í stærð bleikju í eldi****Tímabil:** 1997-2000**Styrktaraðili:** Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Rannsóknarstofnun landbúnaðarins og Háskóli Íslands.**Lýsing verkefnis:** Markmiðið með verkefninu er að öðlast skilning á því hvers vegna jafngamlir einstaklingar í bleikjueldi, jafnvel innan systkinahóps, vaxa mishratt. Borin verður saman át og stærðardreifing hjá bleikjuhópum sem fóðraðir verða á 4 mismunandi vegu.**Mismunandi mjóltegunir í fóðri fyrir bleikju og lax****Tímabil:** 1998-**Styrktaraðili:** Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins.**Lýsing verkefnis:** Markmið verkefnisins er að bera saman át og vöxt hjá laxfiskum (bleikju og laxi) á fóðri sem gert er að öllu leiti eða að hluta úr mjóli unnu úr mismunandi hráefni og á mismunandi hátt. Notað verður Lt mjöl, gufupurrkað, loftþurrkað og eldþurrkað fiskimjöl úr mismunandi hráefnum. Vöxtur verður mældur út frá þyngdaraukningu hópa og einstaklinga á tilraunatímanum. Át verður mælt með því að bæta glerperlum í fóðrið og taka röntgenmyndir af fiskinum eftir gjöf a.m.k. 4 sinnum á tilraunatímanum.**Plöntuhráefni í bleikjufóðri í stað fiskimjòls og lýsi****Tímabil:** 2005-2007**Styrktaraðili:** AVS rannsóknarsjóður í sjávarútvegi**Samstarfsaðilar:** Fóðurverksmiðjan Laxá hf, Hólaskóli, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Hólalax hf og Háskólinn á Akureyri.**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að framleiða ódýrt fóður fyrir bleikju svo lækka megi framleiðslukostnað og auka arðsemi í bleikjueldi. Verkefnið miðar að því að skipta út hráefni af sjávarfiskauppruna (fiskimjóli og lýsi) í eldisfóðri með hráefni af plöntuuppruna (mjöl og olíur), sem alla jafna er ódýrara. Leitast verður við að finna heppileg hlutföll hráefnistegunda í fóðri fyrir bleikju og hvaða áhrif þau hafa á fiskinn.**4. Markaðsmál****Fagråd bleikjuframleiðenda****Tímabil:** 1991-94**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóði landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Búnaðarfélag Íslands, Útflutningsráðs Íslands og bleikjuframleiðendur.**Lýsing á verkefni:** Vera samstarfsvettvangur aðila sem stunda bleikjueldi og þeirra félaga og stofnanna sem vinna að framgangi þess, í máli er lúta að markaðssetningu á íslenski bleikju. Að vinna skipulega að vörupróun, markaðsetningu, gæða- og sölumála, svo og kynningu á íslenski bleikju sem sérstakri gæðavöru heima og á útflutningsmarkaði. Að stuðla að kynbótum á bleikju og eflingu rannsókna á eldi og eldisaðferðum og tækni við bleikjuframleiðslu svo og aukinni upplýsingamiðlun um þessi efni milli aðila.**Markaðsáætlanir v. sölu á bleikjuflökum****Tímabil:** 1999.**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóði landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Menja ehf.**Lýsing á verkefni:** Bein markaðssókn (direct marketing) og öflun nýrra markaða.**Markaðssetning bleikju****Tímabil:** 2000.**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóði landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Menja ehf.**Lýsing á verkefni:** Bein markaðssókn (direct marketing) og öflun nýrra markaða.**Sölu- og markaðsfærsla á bleikju****Tímabil:** 2001.**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóði landbúnaðarins.**Samstarfsaðilar:** Landssamband fiskeldis- og hafbeitarstöðva.**Lýsing á verkefni:** Bein markaðssókn (direct marketing) og öflun



nýrra markaða.

### **Sala og markaðsetning á bleikju**

**Tímabil:** 2002.

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóði landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Menja ehf.

**Lýsing á verkefni:** Bein markaðssókn (direct marketing) og öflun nýrra markaða.

## **5. Upplýsingamiðlun**

### **Eldisbóndinn – aquafarmer**

**Tímabil:** 1996–99.

**Styrktaraðili:** Evrópusambandið.

**Samstarfsaðilar:** Löntæknistofnun, Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Hólaskóli ásamt írskum og hollenskum aðilum.

**Lýsing á verkefni:** Self-study package, covering the practical aspects of planning, constructing and running a small-scale fish farm. The aim is to provide the farmers with accessible instruction on how to evaluate the possibilities of profitable fish farming in a given area, on environmental aspects related to the construction of basins as well as running the farm, selection of breeding stock, diseases and vaccination, administration and management from day to day.

### **Bleikjunetið**

**Tímabil:** 2001- 2005.

**Styrktaraðili:** Evrópusambandið.

**Samstarfsaðilar:** Samstarfsverkefni sjö Evrópulanda. Íslenskur samstarfsaðili er Hólaskóli.

**Lýsing á verkefni:** Til að koma til móts við aukinn áhuga á bleikjunni og til að dreifa út frekari upplýsingum var samstarfsverkefninu Bleikjunetið (Charr Network) komið á 2001. Tekið er fyrir rannsóknir, verndun og nýting bleikjunnar. Samstarfsverkefnið nær til allra hliða bleikjunnar frá evrópsku sjónarmiði; líffræði, útbreiðslu, verndun, rannsóknum, stýringu á villtum stofnum, fiskeldi, fiskveiða, sportveiða og margt fleira. Aðal markmið samstarfsverkefnisins eru:

- Að setja upp og viðhalda virkri heimasíðu til að miðla upplýsingum og stuðla að umræðum.
- Að setja upp og viðhalda bleikju gagnagrunni og birta útdrætti á heimasíðunni.
- Að setja fram og birta leiðbeiningar um bestu starfshætti.
- Að skipuleggja þemaráðstefnu samsíða árlega fundi.

## **6. Nýting vatns og varma**

### **Vatnspörf í bleikjueldi (hluti af Strandeldisverkefninu)**

**Tímabil:** 1997–98.

**Styrktaraðili:** Rannsóknaráð Íslands.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli ásamt fiskeldisstöðinni Silfurstjörnunni og Lífeðlisfræðistofnun Háskóla Íslands.

**Lýsing á verkefni:** Rannsaka vatnspörf í bleikjueldi.

### **Aukin nýting vatns og varma**

**Tímabil:** 2004-

**Styrktaraðili:** Orkustofnun.

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Hólaskóli, Silungur hf. og Hólalax hf.

**Lýsing á verkefni:** Markmið rannsókna er að sýna fram á að endurnot vatns sé raunhæfur kostur við landeldi við íslenskar aðstæður og að umtalsverð orka sparist við endurnot vatnsins. Nýtt verður besta fánlega tækni til nýtingar vatns og varma og til meðhöndlunar á fráveituvatni.

## **7. Önnur rannsóknaverkefni**

### **Átak til að efla bleikjueldi**

**Tímabil:** 2003-

**Styrktaraðili:** Framleiðnisjóði landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Hólaskóli í samstarfi við Fiskiðjuna Skagfirðing og fleiri aðila.

**Lýsing á verkefni:** Tekið er á ýmsum þáttum sem tengjast bleikjueldi og aukið geta framleiðni og hagræðingu í bleikjueldi.

### **Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings**

**Tímabil:** 1996-1998.

**Styrktaraðili:** Rannsóknaráð Íslands og Framleiðnisjóður landbúnaðarins.

**Samstarfsaðilar:** Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Búnaðarfélag Íslands, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, ÓSSÁ ehf. og fiskeldisstöðvar.

**Lýsing á verkefni:** Markmið verkefnisins er að setja gæðastaðla og koma á stöðluðum aðferðum við gæðamat á bleikju til útflutnings. Niðurstöður verkefnisins munu veita upplýsingar um ástand þeirrar bleikju sem verið er að selja á Bandaríkjamarkaði og hvaða athugasemdir kaupendur gera. Einnig munu þær veita upplýsingar um áhrif mismunandi eldisskilyrða á gæðin. Niðurstöðurnar verða svo notaðar til að koma á samræmdum aðferðum við gæðamat og til að setja gæðastaðla fyrir bleikju til útflutnings.

## Viðauki 2. Íslenskar vísindagreinar og aðrar greinar um bleikjueldi

- Birgir Kristjánsson & Þórir Harðarson. 1993. Áhrif svæfingar, meðhöndlunar og formalínböðunar á frumföðrunarseiði bleikju. *Eldisfréttir* 9(1): 21-24.
- Birgir Þórisson. 1999. Samskipti og samvinna bleikjuframleiðenda. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 4 bls.
- Bjarni Jónsson & Einar Svavarsson. 2000. Connection between egg size and early mortality in Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Aquaculture* 187:315-317.
- Bjarni A. Kristjánsson, Þór Harðarsson, Skúli Skúlason & Þórarinn Sveinsson. 1995. Effects on growth of Arctic charr of handling, anaesthesia and repeated formalin bathing shortly after first exogenous feeding. *Journal of Fish Biology* 46: 163-165.
- Benhaim D, Skúli Skúlason & Hansen B.R. 2003. Behavioural variation in juvenile Arctic charr in relation to body size. *Journal of Fish Biology* 62: 1326-1338.
- Davíð Gíslason & Skúli Skúlason. 1993. Áhrif hrognastærðar á stærð kviðpokaseiða og nýtingu forðanæringar hjá bleikju. *Eldisfréttir* 9(1): 36-38.
- Einar Svavarsson. 1991. Vangaveltur um bleikjukynbætur. *Eldisfréttir* 7(1): 22-23.
- Einar Svavarsson. 1993. Bleikjukynbætur. *Eldisfréttir* 9(1): 39-40.
- Einar Svavarsson. 1994. Bleikjukynbætur og gæðaimynd bleikju. *Eldisfréttir* 10(1): 36-39.
- Einar Svavarsson. 1998. Bleikjukynbætur. Heim að Hólum 1998 (blað búfræðinga), bls. 24-25.
- Einar Svavarsson. 1999. Arfgengi og fylgni kynþroska og þyngdar bleikju (*Salvelinus alpinus*) í eldi. Ráðunautafundur 1999, bls. 107-113.
- Einar Svavarsson. 2004. Bleikjubúskapur. Stafnbúi, tímarit nemenda við Auðlindadeild Háskólans á Akureyri 12:6-9.
- Einar Svavarsson, Jónas Jónasson & Emma Eypórsdóttir. 1995. Erfðastuðlar þyngdar og kynþroskatíðni bleikju og áætlaðrar erfðafráfarir. *Eldisfréttir* 11(1):17-21.
- Einar Svavarsson, Guðmundur Björnsson & Ingólfur Arnarson. 1996. Fréttir af bleikjukynbótum. *Eldisfréttir* 12(1): 6-7.
- Einar Svavarsson, Emma Eypórsdóttir og Jónas Jónasson. 2002. Stoðrannsóknir við bleikjukynbætur. Vísindaleg lokaskýrsla til Tæknisjóðs Rannsóknarráðs Íslands, 15 bls.
- Eldisbóndinn. 2004. *Eldisbóndinn – Eldi á bleikju*. Hólaskóli og Iðntæknistofnun (<http://holar.is/~eldisbondi/node1.html>).
- Eldisfréttir. 1992a. Fréttir frá Fagráði bleikjuframleiðenda. *Eldisfréttir* 8(4):4-6.
- Eldisfréttir. 1992b. Hólar í Hjaltadal – Miðstöð silungsrannsókna og bleikjukynbóta. *Eldisfréttir* 8(4):7-12.
- Emma Eypórsdóttir. 1992. Formáli. *Búvísindi* 6:3
- Emma Eypórsdóttir. 1994. Erfðastuðlar fyrir eldiseiginleika bleikju. Skýrsla um starfsemi Rannsóknastofnunar landbúnaðarins 1992-1993. *Fjölrit RALA* nr. 171, bls.12.
- Emma Eypórsdóttir, Púriður Pétursdóttir & Einar Svavarsson. 1993a. Samanburður á bleikjustofnum. Ráðunautafundur 1993, bls. 243-260.
- Emma Eypórsdóttir, Púriður Pétursdóttir & Einar Svavarsson. 1993b. Samanburður á bleikjustofnum. *Lesbók Morgunblaðsins*, 3. júlí, bls.9.
- Emma Eypórsdóttir, Púriður Pétursdóttir & Einar Svavarsson. 1994a. Comparison of strains of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Iceland, for body weight and age at sexual maturity. *Proceeding of the 5th World Congress on Genetics of Applied Livestock. Production* 19:387-390.
- Emma Eypórsdóttir, Púriður Pétursdóttir & Einar Svavarsson. 1994b. Comparison of strains of Atlantic charr (*Salvelinus alpinus*). *Nordisk Jordbruksforskning* 77(3):167 (útdráttur).
- Fagráð bleikjuframleiðenda. 1991a. Markaðs og aðgerðaráætlun 1991 til 1993. Reykjavík 14 maí, 1991. 14 bls.
- Fagráð bleikjuframleiðenda. 1991b. Samþykktir Fagráðs bleikjuframleiðenda. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 5 bls.
- Fagráð bleikjuframleiðenda. 1992. Fréttir frá Fagráði bleikjuframleiðenda. *Eldisfréttir* 8(4):4-6.
- Ginés, R., Þyri Valdímarsdóttir, Kolbrún Sveinsdóttir & Helgi Thorarensen. 2004. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Food Quality and Preference* 15:177-185.
- Haukur Haraldsson, Skúli Skúlason & Þórarinn Sveinsson. 1993a. Effects of LHRHa treatments on timing of ovulation, egg and offspring quality in Arctic charr. *Aquaculture and Fisheries Management* 24: 145-150.
- Haukur Haraldsson, Þórarinn Sveinsson & Skúli Skúlason. 1993b. Notkun leysipátta kynhormónakveikju (GnRH) og eftirlíkinga þeirra við kynþroskastjórnun í fiskeldi. *Eldisfréttir* 9(1): 12-15.
- Helgi Thorarensen. 1999. Nýjar aðferðir við bleikjueldi skila árangri. *Morgunblaðið* 16. júní.
- Helgi Thorarensen. 2006. Möguleikar á fiskeldi í ferskvatni á Íslandi. Fræðaðing landbúnaðarins 2006. bls. 86-93.
- Helgi Thorarensen & Ragnar Jóhannsson. 1999. Margföldun framleiðni með þaulnýtingu vatns í fiskeldi. *Eldisfréttir* (ónúmerað):13-14 og 18.
- Hermann Ottósson. 1990. Markaðsmöguleikar ferskvatnsbleikju. Ráðanautafundur 1990, bls. 270-79.
- Hermann Ottósson. 1991. Fagráð bleikjuframleiðenda tekur til starfa. *Eldisfréttir* 7(3):20-21.
- Hermann Ottósson. 1992. Icelandic efforts marketing Arctic charr. *Icelandic Agricultural Sciences* 6: 167-170.
- Hermann Ottósson. 1993. Starfsemi Fagráðs bleikjuframleiðenda – Samantekt unnin fyrir stjórn Framleiðnisjóð landbúnaðarins. Fagráð bleikjuframleiðenda – Bændahóllinni við Hagatorg. 9 bls.
- Jón Árnason. 1991. Föður fyrir bleikju. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 7 bls.
- Jón Örn Pálsson. 1990a. Tilraunaverkefni: Áhrif af tímabundnu sveltí á kynþroskahlutfall bleikju. Veidimálastofnun, VMST-V/90017.
- Jón Örn Pálsson. 1991a. Vaxtarstöðvun hjá bleikju: Áfangaskýrsla I. Veidimálastofnun, VMST-V/91001.
- Jón Örn Pálsson. 1991b. Bleikjueldi í köldu vatni – Rauntölur um vöxt. Veidimálastofnun, VMST-V/91012. 9 bls.
- Jón Örn Pálsson. 1991c. Föðurþörf og föðurnýting bleikju. *Eldisfréttir* 7(1):16-19.
- Jón Örn Pálsson. 1992a. Vaxtarstöðvun hjá Bleikju : Áfangaskýrsla II. Veidimálastofnun. VMST-V/92002.
- Jón Örn Pálsson. 1992b. Áhrif af tímabundnu sveltí á kynþroskaaldur bleikju. *Eldisfréttir* 8(2):22-26.
- Jón Örn Pálsson. 1992c. Snemmkynþroski og vöxtur bleikjuseiða. *Eldisfréttir* 8(4):20-23.
- Jón Örn Pálsson. 1993a. Stöðulýsing og frampróun bleikjueldis á Íslandi. Veidimálastofnun, VMST-N/93006.
- Jón Örn Pálsson. 1993b. Stöðulýsing og frampróun bleikjueldis á Íslandi. Ráðstefna haldin á hotel KEA, Akureyri 27-28 mars 1993.
- Jón Örn Pálsson. 1993c. Áhrif af tímabundnu sveltí á kynþroskaaldur bleikju. Ráðunautafundur 1993, bls. 272-278.
- Jón Örn Pálsson. 1993d. Áhrif kynþroska á vöxt bleikju í eldi. *Eldisfréttir* 9(1):33-35.

- Jón Örn Pálsson 1994. Áhrif geldingar á vöxt bleikju. I. Seiðastig. *Eldisfréttir* 10(1): 20-22.
- Jón Örn Pálsson 1995a. Áhrif geldingar á vöxt bleikju. II. Matfiskeldi. *Eldisfréttir* 11(1):6-9.
- Jón Örn Pálsson 1995b. Samantekt á útfluttum bleikjuafurðum árin 1993 og 1994. Veiðimálastofnun, VMST-N/95008. 10 bls.
- Jón Örn Pálsson 1995c. Arðsemi í bleikjueldi – Áhrif vatnshita á hagkvæmni, samanburðarathugun. Veiðimálastofnun, Norðurlandsdeild, 13 bls.
- Jón Örn Pálsson 1999. Bleikjuframleiðsla hérlendis og verðþróun. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 6 bls.
- Jón Örn Pálsson og Sigurður Már Einarsson 1992. Effect of starvation on early maturation of arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. ICES M:17, 11 pp.
- Keiser, M. 1999. Aquanor Marketing INC. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 5 bls.
- Ketill A. Hannesson og Óskar Ísfeld Sigurðsson 1991. Arðsemi í bleikjueldi. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 13 bls.
- Kristín Halldórsdóttir 1992. Rannsóknir á meltanleika fôðurs hjá bleikju. *Eldisfréttir* 8(4):17-19.
- Kristín Halldórsdóttir & Ólafur Guðmundsson 1993. Meltanleikarannsóknir hjá bleikju. Ráðanautafundur 1993, bls. 284-294.
- Magnús Jóhannsson 1990. Bleikjueldistilraunir á Suðurlandi. Ráðanautafundur 1990, bls. 268-269.
- Magnús Jóhannsson & Óskar Ísfeld Sigurðsson 1989. Tilraunaeldi á bleikju á Suðurlandi – Áfangaskýrsla 1. Veiðimálastofnun og Búnaðarfélag Íslands, 17 bls.
- Magnús Jóhannsson & Óskar Ísfeld Sigurðsson 1991. Eldistilraunir á bleikju á Suðurlandi. Í, Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 2 bls.
- Ólafur Guðmundsson & Kristín Halldórsdóttir 1995. The use of n-alkanes as markers for determination of intake and digestibility of fish feed. *Journal of Applied Ichthyology* 11:354-358.
- Ólafur Guðmundsson & Þuríður Pétursdóttir 1998. Digestibility and growth of farmed Atlantic charr in relation to age and water temperature. Third Circumpolar Agricultural Conference. 12-16 October 1998, Anchorage, Alaska, USA.
- Ólafur Guðmundsson & Þuríður Pétursdóttir 1998. Áhrif breytilegs hlutfalls próteins og fitu úr sjávarafli á fôðurnýtingu bleikju við mismunandi hitastig og aldur. Lokaskýrsla til Rannís, RALA 006/FÓ-001.
- Ólafur Guðmundsson & Þuríður Pétursdóttir 1999. Áhrif mismunandi prótein- og fituinnihalds fôðurs á meltanleika næringarefna og vöxt bleikju við mismunandi aldur og eldshita. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 7 bls.
- Ólafur Guðmundsson, Soffía Vala Tryggvadóttir, Þuríður Pétursdóttir og Kristín Halldórsdóttir 1995. Measurement of feed intake and excretion in fish using radiography or chemical indicators. *Water Science and Technology* 31:131-136.
- Ólafur I. Sigurgeirsson 1996a. Fôðrun bleikju með fitubættu fôðri. *Eldisfréttir* 12(1):10-14.
- Ólafur I. Sigurgeirsson 1996b. Slátrun og gæði bleikju. *Freyr* 92 (8):308-314.
- Óskar Ísfeld Sigurðsson 1989. Bleikjueldi – Framtíðarbúgrein? *Freyr* 85:7: 269-171.
- Óskar Ísfeld Sigurðsson 1990. Staða og horfur í bleikjueldi. Ráðanautafundur, bls. 266-67.
- Óskar Ísfeld Sigurðsson & Hermann Ottósson 1990. Markaðsathuganir á íslenskri eldisbleikju. Búnaðarfélag Íslands. Rannsóknaráð ríkisins 1986. Þróun fiskeldis. Rit 1986:1, 92 bls.
- Rannsóknaráð ríkisins 1989. Bleikjueldi – Úttekt á reynslu – tillaga um rannsóknastefnu. Niðurstaða starfshóps Rannsóknaráðs ríkisins um rannsóknir á bleikjueldi.
- Rannsóknaráð ríkisins 1992. Fiskeldi og sjávarbúskapur. Rit 1992:1, 137 bls.
- Sigmar B. Hauksson 1987. Markaðir fyrir vatnasilung. Byggðastofnun, 15 bls.
- Skúli Skúlason 1990. Variation in morphology, life history and behaviour among sympatric morphs of arctic charr: An experimental approach. Doctor of Philosophy. The University of Guelph. 145 p.
- Skúli Skúlason 1994. Rannsóknir á vexti og kynþroska bleikju: Áhrif hrognastærðar. *Eldisfréttir* 10(1): 25-29.
- Skúli Skúlason 1999. Þróun sjálfbærs bleikjueldis. *Eldisfréttir* (ónúmerað):4-5.
- Skúli Skúlason, Noakes, D.L.G. & Sigurður S. Snorrason 1989. Ontogeny of tropic morphology in forur sympatric morphs of arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Thingvallavatn, Iceland. *Biological Journal of the Linnean Society* 38:281-301.
- Skúli Skúlason, Ólafur Guðmundsson & Ólafur Guðmundsson. 1993a. Fôður, vöxtur og gæði bleikju. *Eldisfréttir* 9(1):16-20.
- Skúli Skúlason, Sigurður Snorrason, D. Ota & Noakes. D.L.G. 1993b. Genetically based differences in foraging behaviour among sympatric morphs of Arctic charr (Pisces: Salmonidae). *Animal Behaviour* 45: 1179-1192.
- Skúli Skúlason, Davíð Gíslason & Sveinn K. Valdimarsson. 1993c. Áhrif hrognastærðar á stærð og vöxt bleikju. Ráðanautafundur 1993: 279-283.
- Skúli Skúlason, Sigurður S. Snorrason, Noakes D.L.G. & Ferguson, 1996. Genetic basis of variable life histories among sympatric morphs of arctic charr. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 1807-1813.
- Stefán Aðalsteinsson, Pórey Hilmarsdóttir, Einar Svavarsson & Þuríður Pétursdóttir 1992. Comparison of 15 strains of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 6:135-142.
- Stefán Óli Steingrímsson & Skúli Skúlason. 1995. Áhrif þéttleika og annarra umhverfisþátta á stærðardreifingu í kerjum hjá bleikju og öðrum laxfiskum. Skýrsla á vegum Rannsóknahópsins á Hólum.
- Theodór Kristjánsson 2004. Endurnýting á vatni í bleikjueldi. M.S. verkefni við Líffræðiskor Háskóla Íslands.
- Unnur G. Kristjánsdóttir 1989. Bleikjueldi í lindarvatni á Blöndósi. *Eldisfréttir* 5(4):17.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 1991. Bleikjueldi á Íslandi. Ráðstefna Hólum í Hjaltadal 16.-18. maí 1991. 113 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2004. Staða og framtíðaráform í íslensku fiskeldi. Skýrsla fiskeldisnefndar. Landbúnaðarráðuneytið og sjávarútvegsráðuneytið. 82 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Guðni Guðbergsson 1988. Bleikja – Eldisfiskur með framtíð. *Eldisfréttir* 4(7): 5-20.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Guðni Guðbergsson 1988. Bleikja – Eldisfiskur með framtíð. *Sjávarfréttir* 16(3): 59-62.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Einar Svavarsson, Pétur Brynjólfsson & Pétur Sverrisson 1990. Ferð til að kynnast bleikjueldi í Svíþjóð. *Eldisfréttir* 6(5):20-23.
- Valdís Finnsdóttir 1988. Framleiðsla þrilitna bleikjuseiða með hitalosti. 4 árs verkefni við líffræðideild Háskóla Íslands.
- Valdís Finnsdóttir, Össur Skarphéðinsson og Sigurður Snorrason 1988. Induced triploidy in sea-trout and sea-charr. Presented at the XIX Congress of the Scandinavian Pharmacological and Physiological Society, Oslo, June 13-15, 1988.

- Valdís Finnsdóttir, Össur Skarphéðinsson og Sigurður Snorrason 1989. Thermal induction of triploidy in the Arctic, sea-char, *Salvelinus alpinus* L. Óbirt handrit. 9 bls.
- Porvaldur Garðarsson 1990. Eldisbleikja er viðkvæm markaðsvara. *Eldisfréttir* 6(5):9-10.
- Pórarinn Sveinsson 1994. Áhrif hormónageldingar á vöxt og kynþroska hjá bleikju. *Eldisfréttir* 10(1): 38-39.
- Pórarinn Sveinsson, Þórir Harðarson & Haukur Haraldsson. 1994. Áhrif sveltis á orkubúskap bleikju. *Læknablaðið* 80: 107.
- Pórey Hilmarsdóttir, Einar Svavarsson & Emma Eypórsdóttir, 1995. Samanburður á bleikjustofnum í seiðaeldi. *Fjölrit Rala* nr. 179, 29 bls.
- Puríður Pétursdóttir 1989. Skýrsla um söfnun upplýsinga um bleikjueldi í ýmsum eldisstöðvum á Íslandi. Skýrsla frá bleikjunefnd Rannsóknaráðs ríkisins.
- Puríður Pétursdóttir 2002. Influence of feeding frequency on growth and size dispersion in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture Research* 33:543-546.
- Puríður Pétursdóttir & Jón Hjartason 1991. Tilraun með bleikjueldi við náttúrulegan hita. F.Su. Fiskeldisbrautin á Kirkjubæjarklaustri.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993a. Kynþroski gerir usla í bleikjueldi. *Lesbók Morgunblaðsins*, 5. júní, bls. 9.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993b. Áhrif mismunandi hitastigs á vöxt og kynþroska bleikju. *Eldisfréttir* 9(1):41-44.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993c. Áhrif mismunandi hitastigs á vöxt og kynþroska bleikju. Ráðunautafundur 1993. bls. 261-271.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993d. Growth and reproduction of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) at different temperatures (abstr). Biochemistry and physiology of environmental adaptations in fishes, 6th international symposium on fish physiology 22nd Linderström-Lang symposium. Kirkkonummi, Finland.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1993e. Áhrif mismunandi hitastigs á vöxt og kynþroska bleikju. Ráðunautafundur 1993, bls 261-271. Búnaðarfélag Íslands, Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Puríður Pétursdóttir & Jón Örn Pálsson 1994. Influence of environmental factors on sexual maturity of arctic charr, (*Salvelinus alpinus*), in aquaculture. International Charr Symposium Noregi 13.-18. júní 1994. (erindi).
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1994a. Getur afturbata bleikja orðið góð markaðsvara? *Eldisfréttir* 10(1): 7-10.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1994b. Áhrif sveltis á kynþroska bleikju. *Eldisfréttir* 10(1): 15-17.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1995a. Áhrif 6 vikna sveltis að vetri á kynþroska 1+ bleikju að hausti. *Eldisfréttir* 11(1): 15-16.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1995b. Is reconditioned Arctic charr a marketable product? *Nordisk Jordbruksforskning* 77(3): 168 (útdráttur).
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eypórsdóttir 1995c. The influence of starvation in wintertime on growth and maturation of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) at age 1+. *Nordisk Jordbruksforskning* 77(3): 169 (útdráttur).
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eithórsdóttir 1995d. Is reconditioned Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) a marketable product? Quality in aquaculture. Short communications and abstract of contributions presented at the International conference Aquaculture Europe '95 and the satellite meeting Nutrition and feeding in cold water species, Trondheim, Norway, August 9-12, 1995. European Aquaculture Society Special Publication no. 23. Gent, Belgium.
- Puríður Pétursdóttir & Emma Eithórsdóttir 1995e. The influence of starvation in wintertime on growth and maturation of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) at age 1+. Quality in aquaculture. Short communications and abstract of contributions presented at the International conference Aquaculture Europe '95 and the satellite meeting Nutrition and feeding in cold water species, Trondheim, Norway, August 9-12, 1995. European Aquaculture Society Special Publication no. 23. Gent, Belgium
- Puríður Pétursdóttir, Jón Örn Pálsson & Emma Eypórsdóttir 1994. Sexual maturity of Arctic charr in aquaculture (abstr). International Charr Symposium, Noregi 13.-18. júní 1994 (útdráttur).
- Þyrí Valdimarsdóttir, Puríður Pétursdóttir, Óskar Ísfield Sigurðsson, Ása Porkelsdóttir & Emilía Marteinsdóttir 1998. Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. *Skýrsla RF* nr. 14-98: 48 bls.
- Þyrí Valdimarsdóttir, Puríður Pétursdóttir, Óskar Ísfield Sigurðsson, Ása Porkelsdóttir & Emilía Marteinsdóttir 1999. Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings. Í: Bleikjudagar '99 – Framtíðarsýn og þróun á markaði. Ráðstefna haldin á Fosshótel KEA, Akureyri 30. apríl 1999. 8 bls.
- Össur Skarphéðinsson 1988a. Bleikjan – Vænleg eldistegund fyrir bændur. *Bóndinn* 6(3):28-31.
- Össur Skarphéðinsson 1988b. Seltuþol og kynþroski hjá bleikju. *Bóndinn* 6(4):42-46.
- Össur Skarphéðinsson 1988c. Bleikjueldi í smáum stíl. *Morgunblaðið*, 1. des. bls. 24-25.



Tafla 1. (frh.) Yfirlit yfir styrki helstu rannsókn- og þróunarverkefnum innan bleikjueldis sem Framleiðnisjóður landbúnaðarins, Rannsóknaráð ríkisins og ríkissjóður hafa styrkt. Allar tölur eru í milljónum króna og á verlagi hvers árs. Skammstafanir: Framleiðnisjóður landbúnaðarins (FL), Rannsóknaráð Íslands (RÍ), ríkissjóður (RS).

	Styrkt	Ár	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
<b>Fóður og fóðrun</b>																				
af:																				
Áhrif próteingæða og fitumagns í fóðri á vöxt.....	FL	1991-1992			1															1
Át og fódurnýting laxfiska	RÍ	1993-1996				0,4														0,4
Áhrif breytilegs hlutfalls próteins og fitu úr sjávaraflla	RÍ	1994-1996																		0
	FL										0,9									0
Samanburður á meltanleika próteins í fiskimjöli	RÍ	1997																		0,9
	FL																			0
Mismunandi mjóltegundir í fóðri fyrir bleikju og lax	RÍ	1998										1,5								1,5
	FL											0,3								0,3
			0	0	0	1	0,4	0	0	0	0,9	1,8	0	0	0	0	0	0	0	4,1
<b>Markaðsmál</b>																				
Fagraráð bleikjuframleiðenda	FL	1991-1993			7	10,2	10	1,2												28,4
Minni markaðsverkefni styrkt af Framleiðnisjóð	FL		1,2	1				1,6			0,6		1,1	2						9,5
			1,2	1	7	10,2	10	1,2	0	1,6	0	0,6	0	1,1	2	0	2	0	0	37,9
<b>Önnur rannsóknaverkefni</b>																				
Strandeldisverkefni (Bleikjueldi og aðrar teg.)	RÍ	1997-1998									6	3,5								9,5
Þróun aðferða til að meta gæði bleikju til útflutnings	RÍ	1996-1998							1											2
	FL																			0,5
Önnur verkefni hjá Rannsóknaráði Íslands	RÍ										3,3									
Önnur verkefni hjá Framleiðnisjóði	FL		7	5,9	7	12,1	13,5	1,5	0,5											47,5
			7	5,9	7	15,4	13,5	1,5	0,5	1	6	5	0	0	0	0	0	0	0	59
Samtals Framleiðnisjóður landbúnaðarins			8,2	6,9	19	29,3	39	13,7	15,5	11,6	5	6,9	1,5	1,1	2	0	2	0	0	161,7
Samtals Rannsóknaráð ríkisins			6	7	3	3,7	4,3	3	2,5	3	8,9	7,5	1	0	0	0	0	0	0	49,9
Samtals ríkissjóður			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	14,7	15,7	15,7	15,7	15,7	108,2
<b>Samtals</b>			14,2	13,9	22,0	33,0	43,3	16,7	18,0	14,6	13,9	14,4	17,5	15,8	17,7	15,7	17,7	15,7	15,7	320