

2. Líffræði bleikju

Helgi Thorarensen, Snorri Gunnarsson og Tómas Árnason

Efnisyfirlit

2.1 VATNSÞÖRF Í BLEIKJUELDI.....	19
2.1.1 SÚREFNI.....	20
2.1.2 KOLDÍOXÍÐ.....	21
2.1.3 AMMONÍAK.....	21
2.2 LÍFFRÆÐI BLEIKJU, VÖXTUR OG UMHVERFIS-ÞÆTTIR	22
2.2.1 HITASTIG	22
2.2.2 SELTA.....	22
2.2.3 LJÓSLÖT.....	23
2.2.4 ÞÉTTLEIKI OG STRAUMHRAÐI.....	24

2.1 Vatnsþörf í bleikjueldi

Lítið er vitað um vatnsþörf og viðmiðunarmörk um vatnsgæði í bleikjueldi. Það stendur þó til bóta með verkefninu „Súrefni og koldíoxíð í bleikjueldi“ sem nú er unnið að og stutt er af AVS sjóðnum. Það eru einkum fjórir þættir sem ráða vatnsþörf í fiskeldi:

1. Lífmassi
2. Súrefnismagn í vatni og hlutþrýstingur súrefnis
3. Styrkur og hlutþrýstingur koldíoxíðs (CO_2)
4. Styrkur ammoníaks (NH_3).

Þess utan geta ýmsir þættir haft áhrif á vatnsþörfina t.d. hitastig, vaxtarhraði og fæðutaka. Eðliseiginleikar vatnsins sem notað er til eldisins t.d. selta og basarýmd (alkalinity) geta líka haft áhrif á vatnsþörf í fiskeldi. Basarýmd lýsir því hversu mikið sýrustig breytist þegar sýru eða basa er bætt í vatn.

Vatnsþörf í fiskeldi ræðst fyrst og fremst af þeim lífmassa sem á að ala. Þess vegna ræður aðgangur að vatni og eldistækni yfirleitt hámarksframleiðslugetu landeðisstöðva. Eldistæknin skiptir hér miklu máli. Með því að súrefnisbæta vatn má auka lífmassa um nærri 70% miðað við einföld gegnumstreymiskerfi án súrefnisbætingar (mynd 2.1). Með því að endurnýta vatnið og lofta það má auka lífmassann um 95 % miðað við einfalt gegnumstreymiskerfi. Hægt er að draga enn frekar úr vatnsnotkun í bleikjueldi með því að koma fyrir

Tafla 2.1. Skýringar á nokkrum lykilhugtökum sem tengjast loftun og súrefnisbætingu.

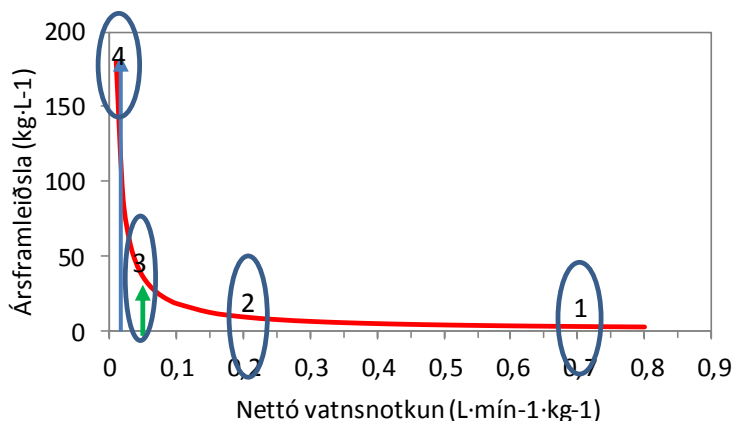
Hlutþrýstingur: Flæði lofttegunda í og úr vatn við loftun eða súrefnisbætingu er drifið hlutþrýstingi eða mun á hlutþrýstingi í loftfasa og vatni alveg á sama hátt og vatn rennur eftir röri frá meiri þrýstingi í minni. Lofttegundir sem eru uppleystar í vatni hafa þrýsting. Samanlagður þrýstingur lofttegunda í vatni, sem er í jafnvægi við andrúmsloft, er sá sami og í andrúmslofti. Ef við gerum okkur að loftþrýstingur við sjávarmál sé 1 bar, þá er hlutþrýstingur súrefnis um 20 % af því (0,2 bör) vegna þess að súrefni er um 20 % af rúmmáli andrúmslofts. Þegar vatn er loftað flæðir súrefni í vatnið þar til hlutþrýstingur í vatni er líka 0,2 bör. Á sama hátt flæðir CO_2 úr vatni sem er loftað ef hlutþrýstingur þess er hærri en í lofti. Ef samanlagður hlutþrýstingur allra lofttegunda í vatni er meiri en í lofti þá telst vatnið yfirmettað.

Hlutþrýstingur knýr líka flæði á súrefni úr vatni yfir tálkn og í blóð fiska eða CO_2 úr blóði og í vatn. Þess vegna ætti að gefa upp viðmiðunarmörk fyrir súrefni og aðrar mikilvægar lofttegundir í vatni sem hlutþrýsting.

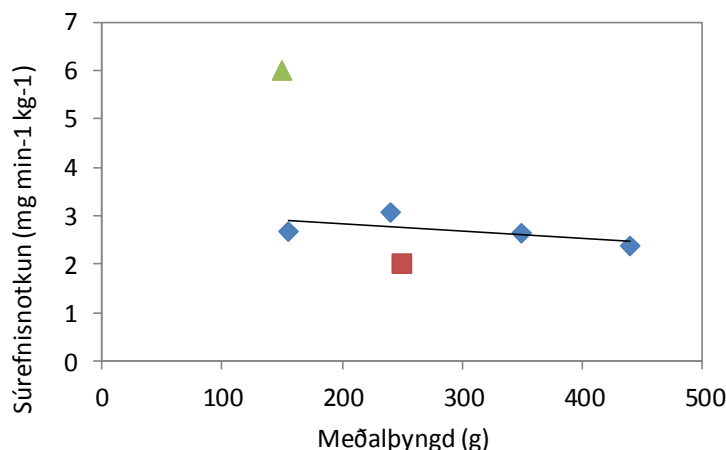
Súrefnismettun: Meðal fiskeldismanna er yfirleitt rætt um súrefnismagn í vatni sem styrk, þ.e.a.s. milligrömm í hverjum lítra eða sem metnun (%). Þegar vatn er í jafnvægi við andrúmsloft (sami hlutþrýstingur í vatni og andrúmslofti) er talað um að súrefnismettun sé 100%. Súrefnismettun í vatni getur verið meiri en 100 % og ef hún er 200 % þá er helmingi meira af súrefni í vatninu. Hlutþrýstingur og súrefnismettun eru jafngildar einingar. Þess vegna hentar ágætlega að gefa upp viðmiðunarmörk fyrir súrefni í vatni sem metnun.

Leysni súrefnis: Magn af súrefni sem leyst er í vatni sem er 100% mettað fer m.a. eftir hitastigi og seltu vatnsins. Því hærra sem hitastigið er eða meiri selta því minna af súrefni er leyst upp í vatninu. Þess vegna tölum við um að leysni súrefnis minnki með hækkandi hita eða seltu. Ferskt vatn við 5 °C, sem er 100% mettað af súrefni, inniheldur 12,76 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (milligrömm í lítra), en við 15 °C er styrkur súrefnis 21% lægri (10,07 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$). Við 5 °C inniheldur sjór (35‰) einnig 21% minna súrefni en ferskvatn við sama hitastig. Vegna þess hve leysni súrefnis er háð hitastigi og seltu er heppilegra að gefa upp viðmiðunarmörk fyrir súrefni sem metnun (%) fremur en sem styrk $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

hreinsibúnaði fyrir grugg og ammoníak. Þannig mætti margfalda framleiðslugetu fiskeldisstöðva án þess að aflað sé meira vatns til eldisins.



Mynd 2.1. Ársframleiðsla af bleikju úr hverjum mínútu af vatni. Gert er ráð fyrir því að lífmassi 1,8 faldist á ári. Vatnsnotkun í gegnumstreymi (1), vatnsnotkun í stærri eldisstöðvum þar sem vatn er súrefnisbætt (2). Græna (styttri) örin sýnir framleiðslugetu ef CO₂ er losað úr vatni og það er endurnotað (3). Lengri örin (bláa) sýnir framleiðslugetu í endurnýtingarkerfi með lífhreinsi (4).



Mynd 2.2. Súrefnisnotkun bleikju. Bláir tíglar: frá Theodóri Kristjánssyni 2004, rauður ferningur: Mercedes Isla 2008 og græn þríhyrningur: Bouvard 2012 (óbirt gögn).

Flestar stærstu bleikjueldisstöðvarnar á Íslandi bæta súrefni í eldisvatnið til þess að auka framleiðslugetu. Í þessum stöðvum er oft miðað við að vatnsnotkun sé um 0,2 L·min⁻¹·kg⁻¹ (lítrar á mínútu á hvert kílógramm fíks). Minni bleikjueldisstöðvar nota flestar einföld gegnumstreymiskerfi sem þurfa nærri fjórfalt meira rennsli fyrir hvert kg af lífmassa. Fáeinar stöðvar endurnýta eldisvatnið eftir að hafa loftað það eða nota s.k. þeysa (þeyta) til þess að lofta vatnið í körunum (kaflí 6).

Það er enginn vafi á því að hægt er að nýta vatn betur í bleikjueldisstöðvum og sennilegt er að frekari vöxtur bleikjueldis muni byggjast á bættri nýtingu vatns. Með betri vatnsnýtingu má framleiða meira í hverri stöð og nýta betur fjárfestingar en með því að byggja nýjar eldisstöðvar. Sennilega eru flestar af núverandi bleikjueldisstöðvum að nýta mestallt tiltækt vatn. Víða er ekki vól á meira vatni og því er bæt看vatnsnýting eini kosturinn. Ef dæla þarf vatni inn í eldisker, eins og gert

er í flestum stærri stöðvum, má minnka orkuþörf og eldiskostnað með bættri nýtingu á vatni. Einnig nýtist jarðvarmi betur til þess að viðhalda eldishita nær kjöraðstæðum ef dregið er úr vatnsnotkun.

2.1.1 Súrefni

Magn súrefnis í eldiskeri ræðst af rennsli, magni súrefnis í innrennsli og súrefnisnotkun fískanna. Magn súrefnis hefur áhrif á vöxt og þarf að vera yfir tilteknum mörkum til þess að viðhalda hámarksvexti.

Súrefnisnotkun bleikju

Það eru ekki til margar mælingar á súrefnisþörf hjá íslenskrí eldisbleikju (mynd 2.2), en í fljótu bragði virðist hún vera á móta mikil og hjá laxi (Helgi Thorarensen & Farrell 2011). Súrefnisþörf bleikju er breytileg (mynd 2.2), en ýmsir þættir geta haft áhrif á súrefnisþörf fíksa eins og fódur, vöxtur, sund, hitastig, stress o.fl. (Helgi Thorarensen & Farrell 2011). Almenn gildir að súrefnisþörf, reiknuð sem mg O₂ kg⁻¹·min⁻¹, minnkar því stærri sem fískarnir eru. Gera má ráð fyrir að súrefnisnotkun 100 g bleikju við 10 °C sé 3-6 mg·kg⁻¹·min⁻¹, en geti farið í 10 mg·kg⁻¹·min⁻¹ við tiltekna aðstæður. Súrefnisþörf bleikju í sláturstærð (1-2 kg) er væntanlega eitthvað minni (fyrir hvert kg fíks) og gæti verið á bilinu 2-4 mg·O₂ kg⁻¹·min⁻¹.

Súrefni flæðir úr vatni yfir tálkn og í blóð undan hlutþrýstingsfallanda. Þess vegna ætti að gefa upp viðmiðunarmörk fyrir súrefni sem hlutþrýsting fremur en sem mg O₂·L⁻¹ eins og fískeldismönnum er tamara. Súrefnismagn er líka gefið upp sem % metttun og þá einingu má nota í staðinn fyrir hlutþrýsting.

Takmarkaðar upplýsingar eru til um viðmiðunarmörk súrefnis í bleikjueldi, þ.e. hver metttun súrefnis í eldisvatni þarf að vera til þess að viðhalda hámarksvexti. Tilraunir með lax, þorsk og lúðu benda til þess að súrefnismettun þurfi að vera um 100% til þess að viðhalda hámarksvexti þessara tegunda (Helgi Thorarensen o.fl. 2010, Helgi Thorarensen & Farrell 2011). Gerð hefur verið ein tilraun þar sem prófuð voru áhrif súrefnis á vöxt eldisbleikju. Bráðabirgðaniðurstöður þeirrar tilraunar benda til þess að bleikjan þurfi einungis 60-80% súrefnismettun til þess að viðhalda hámarksvexti. Ekki er vitað hvers vegna bleikjan virðist þola lægri súrefnismettun en lax, þorskur eða lúða án þess að það komi niður á vexti, en rétt er að taka þessar niðurstöður með fyrirvara þar til þær hafa verið staðfestar með frekari tilraunum.

Við hönnun fískeldisstöðva er nauðsynlegt að gera ráð fyrir að hægt sé að sjá fyrir súrefnisþörf fískanna og að hægt sé að halda súrefnismettun í eldisvatni yfir viðmiðunarmörkum. Það er gert með því að tryggja

nægilegt vatnsrennsli í kerin og með því að halda styrk súrefnis í innrennsli nægilega háum. Ef súrefnisþörf fer í $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ þegar innrennsli er $0,2 \text{ L} \cdot \text{mín}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ verður súrefnisstyrkur í innrennsli að fara í $38 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (mynd 2.3A).

Kröfur um súrefnismettun í frárennsli hafa hlutfallslega meiri áhrif á nauðsynlegan súrefnisstyrk í innrennsli þegar rennsli er mikið og súrefnisstyrkur í innrennsli fremur lágur en þegar innrennsli er lítið og súrefnisstyrkur í innrennsli hár (mynd 2.3B). Selta eldisvatns frá 0 til 25 ‰ hefur lítil áhrif á kröfur um rennsli eða nauðsynlegan styrk súrefnis í innrennsli (mynd 2.3C).

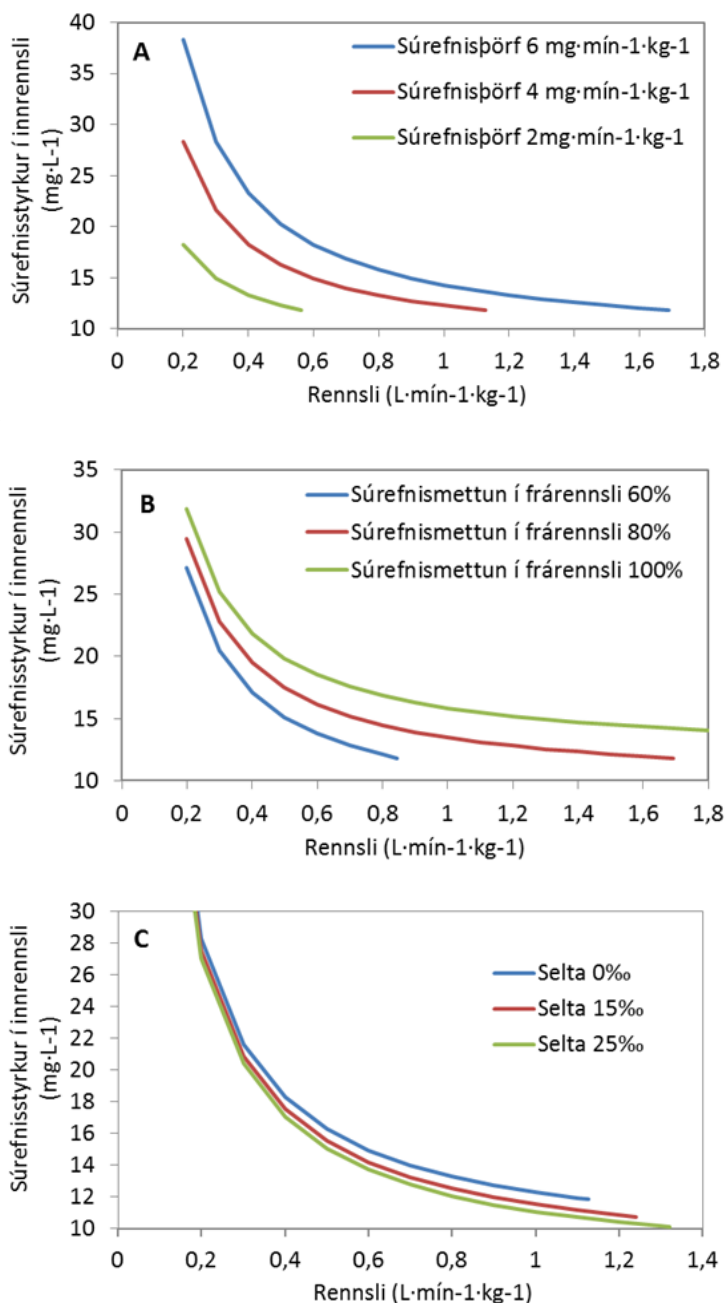
2.1.2 Koldíoxíð

Þegar dregið er úr vatnsnotkun í fiskeldi eykst styrkur CO_2 í eldisvatni. Of hár styrkur af CO_2 getur dregið úr vexti og jafnvel valdið dauða fiska. Gera má ráð fyrir að styrkur CO_2 í vatni aukist nokkurn veginn í beinu hlutfalli við mun á styrk súrefnis í innrennsli- og frárennsli- vatni. Þannig myndi t.d. styrkur CO_2 í eldisvatni aukast um $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ef munur á styrk súrefnis í innrennsli og frárennsli er $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Lítið er vitað um við miðunarmörk fyrir CO_2 í bleikjueldi, þ.e. hversu hár styrkur CO_2 í vatni má vera án þess að hafa áhrif á vöxt. Sennilegt er að viðmiðunarmörk hjá bleikju séu svipuð og hjá laxi, milli 10 og $20 \text{ mg} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ (Helgi Thorarensen & Farrell 2011) og niðurstöður rannsókna á bleikju eru í samræmi við það (Theodór Kristjánsson 2004).

Viðmiðunarmörkin fyrir lágmarksrennsli í stóru landeðisstöðvunum hér á landi ($0,2 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$) miðast við það að styrkur CO_2 í eldisvatni verði ekki of hár. Ef rennsli er $0,2 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ yrði styrkur CO_2 ríflega $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (mynd 2.3Aa) og innan viðmiðunarmarkna ef súrefnisnotkun fiskanna er um $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$. Fari súrefnisnotkun upp í $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ yrði styrkur CO_2 um $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ sem er nærri eða rétt yfir viðmiðunarmörkum. Sé súrefnisnotkun $6 \text{ mg} \cdot \text{mín}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ má búast við því að styrkur CO_2 yrði yfir $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ sem er vel yfir viðmiðunarmörkum.

Til þess að hægt sé að fara með nettóinnrennsli (nýtt vatn inn í ker) niður fyrir $0,2 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ er nauðsynlegt að gera ráðstafanir til þess að fjarlægja CO_2 annað hvort með afloftun eða með því að bæta basa í vatnið. Niðurstöður tilrauna benda til þessa að ekkert sé því til fyrirstöðu að fara með nettóinnrennsli niður að $0,05 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ ef CO_2 er loftað úr vatninu (Theodór Kristjánsson 2004).

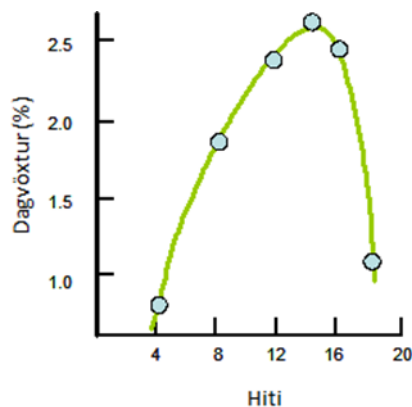


Mynd 2.3. Samband nauðsynlegs súrefnisstyrks í innrennsli og rennslis í ker. A) Áhrif af mismunandi súrefnisþörf fiskanna. Gert er ráð fyrir að súrefnismettun í frárennsli sé 70%. B) Áhrif af mismunandi kröfum um súrefnismettun í frárennsli. Gert er ráð fyrir að súrefnisþörf sé $4 \text{ mg} \cdot \text{mín}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. C) Áhrif mismunandi seltu í eldisvatni. Gert er ráð fyrir að súrefnisþörf sé $4 \text{ mg} \cdot \text{mín}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ og að mettni í frárennsli sé 70%.

2.1.3 Ammoníak

Þegar vatnsnotkun er komin niður fyrir $0,05 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ getur styrkur NH_3 orðið of hár (Theodór Kristjánsson 2004). Ekki er vitað nákvæmlega hversu hár styrkur NH_3 má vera án þess að dragi úr vexti bleikju, en gera má ráð fyrir því að hann sé svipaður og hjá laxi ($0,01$ - $0,03 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). Sennilega er hægt að fara með vatnsnotkun niður fyrir $0,05 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mín}^{-1}$ með því að koma fyrir lífhreinsi, endurloftun og grugghreinsibúnaði í eldiskerfinu.

Endurnýtingartæknin er vel þekkt og er notuð t.d. í framleiðslu á laxasmoltum og áform eru um að byggja



Mynd 2.4. Kjörhiti vaxtar hjá bleikju (50 g) (Jobling 1993).

landeldisstöðvar fyrir áframeldi á laxi beggja vegna Atlants-hafsins. Danskir, norskir og hollenskir framleiðendur á endurnýtingarbúnaði í fiskeldi bjóða tilbúna stöðvar, uppsettar og tilbúna í rekstur.

Gerðar hafa verið nokkrar tilraunir með að ala bleikju í endurnýtingarkerfum (Summerfelt o.fl. 2004, Siikavuopio o.fl. 2009). Eldið virðist hafa gengið ágætlega, en ekki hefur verið gerður beinn samanburður á vexti og eldiskostnað bleikju við sambærilegar aðstæður í gegnumstreymis og endurnýtingarkerfum. Það er full ástæða fyrir íslenska eldismenn að fylgjast vel með þróun á þessu sviði.

2.2 Líffræði bleikju, vöxtur og umhverfispættir

Hér verður stuttlega fjallað um hvernig umhverfispættir hafa áhrif á vöxt og fódurtöku bleikju í eldi. Fjallað er um fimm þætti; hitastig, ljós, þéttleika og straumhraða. Allt eru þetta mikilvægir þættir í rekstri eldisstöðva sem hægt er að stjórna eftir því sem aðstæður bjóða á hverjum stað.

2.2.1 Hitastig

Klakfiskur og hrognastig

Almennt þarf að gæta þess að halda klakfiski við fremur lágt hitastig, einkum á síðustu vikum fyrir hrygningu. Gillet (1991) sýndi að verulega dró úr frjóvgunarhlutfalli hjá klakfiski sem var haldið við 8 °C

fram að hrygningartíma í samanburði við klakfisk sem var fluttur af 8 niður á 5 gráður nokkrum vikum fyrir hrygningu. Sennilega er æskilegt að halda klakfiski við hita á bilinu 7 - 10 °C nokkrum mánuðum fyrir hrygningu og vatnshita á bilinu 4 - 6 °C nokkrum vikum fyrir hrygningu. Til þess að tryggja góða lifun hrognar er æskilegt að halda þeim við hita á bilinu 4-6 °C fram að frumfóðrun.

Seiða og áframeldi

Frumfóðrun fer fram við eldishita á bilinu, 6 - 8 °C. Þegar seiði hafa klárað næringu úr kviðpoka og eru farin að reiða sig á fóður er hægt að auka eldishita. Kjörhiti vaxtar hjá 50 g bleikju liggur nærri 15 °C (mynd 2.4), en líkt og algengt er hjá öðrum tegundum dregur úr kjörhita fyrir vöxt með aukinni stærð (tafla 2.2). Það er hægt að ná talsverðum vaxtarávinningi með því að ala bleikju nálægt kjörhita á seiðastigi, en þegar seiðin stækka dregur úr vaxtarmuni milli hitastiga.

Rannsóknir hafa sýnt að ör vöxtur við háan eldishita á seiðastigi leiðir af sér aukinn kynþroska í áframeldi samanborið við bleikju sem alin er við lægri hita á seiðastigi. Í nýlegri rannsókn kom í ljós að 240 og 500 g bleikja sem flutt var af 15°C niður á 12 °C brást við með lágu vexti í 2-3 mánuði áður en fiskurinn jók þyngd sína á nýjan leik (mynd 2.5). Til þess að fyrirbyggja neikvæð áhrif af örum vexti á seiðastigi (vegna hættu á auknum kynþroska) og til þess að forðast tímabundna stöðnun á vexti er sennilega best að ala seiði við ekki hærri hita en 12 – 13 °C. Æskilegra er að viðhalda tiltölulega stöðugum fremur en háum og óstöðugum hita. Líkur á afföllum vegna sjúkdóma aukast ef fiskur er alinn við háan eldishita auk þess sem leysni súrefnis (súrefnisrýmd) er minni við hærri vatnshitastig.

Aðstæður í ólíkum eldisstöðvum kalla á ólíkar lausnir hvað snertir eldishita. Stöðvar með gott aðgengi að eldishita getu þannig nýtt mikla vaxtargetu á seiðastigi til þess að ala svokallaðan „portion fisk“ sem næði lágmarkssláturstærð áður en fiskur verður kynþroska á öðrum vetri. Fyrir þá sem vilja framleiða stærri bleikju er líklega best að tryggja hóflegan en góðan vöxt á seiðastigi við 10-13 °C og fara aðeins neðar í eldishita í áframeldi (7-11 °C).

2.2.2 Selta

Við náttúrulegar aðstæður dvelur bleikja ýmist allan lífsferilinn í ferskvatni eða gengur til sjávar á vorin þar sem hún dvelur í allt að 8 vikur áður en hún snýr aftur í ferskvatn (Rikardsen o.fl. 2000). Bleikja getur tekið út mikinn vöxt þann skamma tíma sem hún dvelur í sjó en ólíkt laxinum hefur ekki tekist að ala bleikju í fullsöltum sjó til langs tíma, einkum vegna mikilla affalla í kjölfarið á lækkanði hita og ljósmagni yfir haust og vetrarmánuðina. Við kynþroska dregur einnig verulega úr seltupoli (Heasman og Black 1998).

Tafla 2.2. Niðurstöður nokkurra rannsókna, kjörhiti vaxtar fyrir eldisbleikju.

Stærð bleikju	Eldishiti	Heimild
Klakfiskur	<8 °C	
Hrygningartími	4-6 °C	Jobling o.fl. 2010
Hrognastig	4-6 °C	Jobling o.fl. 2010
Kviðpokaseiði-frumfóðrun	6-8 °C	Jobling o.fl. 2010
Seiðastig		
< 50 g	>15 °C	Siikavuopio o.fl. (submitted)
20 – 100 g	12-18 °C	Jobling o.fl. 2010;
	14-16 °C	Larsson o.fl. 2005; Thyrel o.fl. 1999
50-200 g	15 °C	Siikavuopio o.fl. (submitted)
100 – 500 g	8-12 °C	Þuríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1993
	15°C	Snorri Gunnarsson o.fl. 2011
>500 g	7-12 °C	Snorri Gunnarsson o.fl. 2011
	8-12 °C	Þuríður Pétursdóttir og Emma Eypórsdóttir 1993

Í íslenskum bleikjueldisstöðvum er eingöngu notað ferskvatn á hrognastigi en snemma á seiðastigi er bleikja ýmist alin í ferskvatni eða í lágri seltu (3‰). Í strandeldisstöðvum á Íslandi hefur áframeldi á bleikju verið stundað með ágætum árangri við milliseltu (20-25 ‰). Ekki er vitað nákvæmlega hvernig seltuþol bleikju þróast með aldri og stærð, en ljóst er að seltuþol smárra seiða er mjög takmarkað. Í norskrri rannsókn kom fram að lítil seiði (6 – 12 cm) drápust flest 36 klukkutímum eftir beinan flutning úr ferskvatni yfir í 35‰ á meðan afföll á stærri seiðum (12 - 18 cm) hófust seinna og voru mun minni fyrstu fjóra sólarhringana eftir flutning í 35 ‰ (Gulseth o.fl. 2001). Nýlegar rannsóknir sem framkvæmdar voru á Stað við Grindavík (mynd 2.6) og í Verinu á Sauðárkróki gefa hinsvegar góð fyrirheit um möguleika á áframeldi bleikju í hárrí seltu þar sem bleikja var m.a. alin frá 150 g (31 cm) til sláturstærðar (1400 g, 48 cm) á 10 mánuðum við 29 ‰ og 7°C (Óbirtar niðurstöður). Líklega má að miklu leyti rekja þennan góða árangur til þess að viðhaldið var stöðugu hitastigi og ljóslotu allt árið um kring. Þekkt er að seltuþol bleikju minnkar með lækkandi hitastigi (Finstad o.fl. 1989) og því er óvíst hvort viðunandi árangur næðist við háa seltu og lægri eldshita.

2.2.3 Ljóslosta

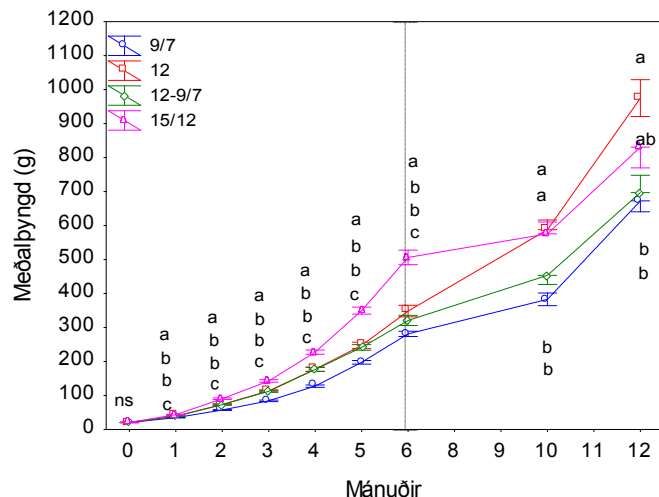
Bleikja er hánorræn tegund og á útbreiðslusvæði hennar er ljóslosta afar breytileg yfir árið. Ljóslosta hefur margvísleg áhrif á bleikju og temur eða stýrir kynþroska, seltuþoli og hefur áhrif á fœðurtöku. Við klakfiskaeldi er ljóslosta lykilþáttur í að stýra og samhæfa hrygningartíma (Frantzen o.fl. 2004). Í þessari umfjöllun verður fjallað um ljósmagn og ljóslotu við seiða og áframeldi.

Ljósmagn

Bleikja hefur getu til þess að éta við afar lág birtuskilyrði (Elliot 2011) og jafnvel í myrkri ef hún hefur tök á því að nálgast fœðrið af botni kera (Jørgensen og Jobling, 1990). Viðbragðstími við fœðurgjöf hjá lindableikju (*Salvelinus fontinalis*) og blettasilungi (*Salvelinus namaycush*) hélst óbreyttur við ljósstyrk á bilinu 50-1400 lux en jókst með lækkandi ljósstyrk á bilinu 50-10 lux (Confer o.fl. 1978). Snöggar breytingar á ljósstyrk hafa streituvaldandi áhrif á eldisfiska (Mork og Gulbrandsen 1994) og því mætti miða ljósstyrk í eldisrými við það að vinnubjart sé. Ella þarf að auka ljósmagn þegar ker eru þrífir auk þess sem hæfileg lýsing gerir eldismanni kleift að fylgjast betur með atferli og fœðurtöku. Algengast er að koma ljósum fyrir þannig að skuggi varpist ekki af eldismanni ofan í eldisker.

Seiðaelði

Seiðaelði á bleikju fer einkum fram í kerum í yfirbyggðu eldisrými, þar sem auðvelt er að stjórna birtuskilyrðum. Algengast er að ala bleikju við stöðugt ljós frá frumfœðrun. Stöðugt ljós örvar fœðurtöku og



Mynd 2.5. Meðalþyngd bleikju (20 g) sem alin var í um 12 mánuði við fjóra mismunandi hitaferla. Lóðrétt brotalína sýnir tíma þar sem hópar voru fluttir niður um hitabrep. Mismunandi bókstafir sýna martækan mun á milli hitahópa fyrir hvern mælingardag (Student-Newman-Keuls test, $P < 0.05$) (Snorri Gunnarsson o.fl. 2011).

hægt er að fœðra bleikju allan sólarhringinn, sem er einkum mikilvægt á fyrstu mánuðum eldisins. Eins og kom fram hér að ofan hefur bleikjan getu til þess að éta við lág birtuskilyrði en líklega er hentugast að miða ljósmagn við að mannsaugað geti greint og fylgst með atferli fiska í keru.

Gerð var rannsókn (AVS-Verkefni, R005-07, Skilgreining á kjöreldisaðstæðum í bleikjueldi) þar sem bleikjuseiði voru alin við vetrarljóslotu (8 tíma ljós:16 tíma myrkur) í sex vikur en fyrir og eftir meðhöndlun voru þau alin við stöðugt ljós. Til samanburðar var hópur alinn á stöðugu ljósi. Niðurstöður tilraunarinnar benda til þess að hægt sé að auka vöxt um 12-19 % í samanburði við hópa sem aldir voru við stöðugt ljós. Aukinn vöxtur kom einkum til vegna aukins áts á tímabili þegar hópar (sem fengu stuttan dag) voru settir aftur á stöðugt ljós. Ekki komu fram neikvæð áhrif á vöxt á þeim tíma sem bleikjunni var haldið við stuttan



Mynd 2.6. Hreiðrið á Stað við Grindavík. Hér var bleikja alin við 29 ‰ seltu með góðum árangri (ljósmynd: Tómas Árnason).

dag.

Áframeldi

Áframeldi á bleikju fer einkum fram í óyfirbyggðum kerum á landi. Algengast er að höfð sé lýsing við hvert ker sem dregur úr áhrifum af árstíðabundinni sveiflu í ljóslotu á þætti eins og vöxti og kynþroska. Viðbótarlýsing við eldisker kemur hins vegar ekki í veg fyrir að bleikjan verði kynþroska, en upp að vissu marki er hægt að vinna gegn óæskilegum áhrifum og örva vöxt. Almennt eykst vöxtur með aukinni daglengd (vor og sumar) en dregur úr fódurtöku og vexti að hausti. Í náttúrunni fer þetta einnig saman við sveiflur í hitastigi vatns og aðgengi að fæðu. Hins vegar koma einnig fram sveiflur á fódurtöku og vexti jafnvel þó umhverfisþáttum, svo sem hita og ljóslotu, sé haldið stöðugum í yfirbyggðu eldisrými. Þessar sveiflur geta tengst innri sveiflu í þáttum eins og kynþroska og hugsanlega tímabundnu anorexiu ástandi hjá bleikju sem hefur verið stríðalin. Hægt er að nota ljóslotu til þess að vinna gegn þessum þáttum í eldi en nokkuð skortir á rannsóknir á áhrifum ljóslotu á vöxt og kynþroska bleikju.

2.2.4 Þéttleiki og straumhraði

Þéttleiki

Bleikja vex og dafnar betur við meiri þéttleika en margar aðrar tegundir eldisfiska. Við lágan þéttleika (5-25 kg/m³) er aukin hætta á að einstaklingar helgi sér yfirráðasvæði sem veldur lakari vexti og auknum

stærðarbreytileika í karinu. Almennt þrífst bleikja vel við þéttleika á bilinu 40-70 kg/m³ en einnig hefur fengist góður árangur við þéttleika yfir 100 kg/m³ þegar vatnsgæðin eru í lagi (Jobling o.fl. 1993).

Það eru margir þættir sem ákvarða hve mörg kíló af bleikju er best að ala í hverjum rúmmetra. Í mörgum tilfellum takmarkast þéttleiki við þau vatnsgæði og vatnsmagn sem tiltekin stöð hefur til umráða (kafla 2.1.1), en aðrir þættir geta líka haft áhrif. Til dæmis er erfiðara að tryggja nægjanlega gott aðgengi að fóðri við háan þéttleika og að sama skapi er meiri áhætta fólgin í því að viðhalda miklum þéttleika, sérstaklega í stórum kerum þar sem tjónið getur orðið mikið við hvers kyns óhöpp. Dæmi eru um að tryggingafélög setji fram ákveðin skilyrði um hámarksþéttleika til þess að draga úr áhættu.

Straumhraði

Rannsóknir hafa sýnt að hóflegur straumhraði (1 líkamslengd/sek) hefur jákvæð áhrif á vöxt bleikju (Jobling o.fl. 1993). Helstu skýringarnar fyrir því að straumhraði hefur jákvæð áhrif á vöxt bleikju eru þær að við hóflegan straumhraða dreifir bleikja sér betur um kerið og er ekki eins árársarhneigð og í straumlausu vatni. Að auki hefur þjálfunin sem fylgir því að synda í straumi áhrif til stækkunar á vöðvaþráðum (hypertrophy) og betri fódurnýtingar (Davison 1989). Hentugur straumhraði í bleikjueldi fer eftir lögun og gerð kera en einnig skiptir stærð fisksins máli.

Gently

VAKI Fish Grader

- Accurate grading of fish from 0.5g to 200g
- High capacity up to 150.000 fish per hour
- 4 grades
- Very gentle on fish
- Two sizes, 96cm and 140cm diameter
- No belts or rollers
- Variable speed



vaki.is