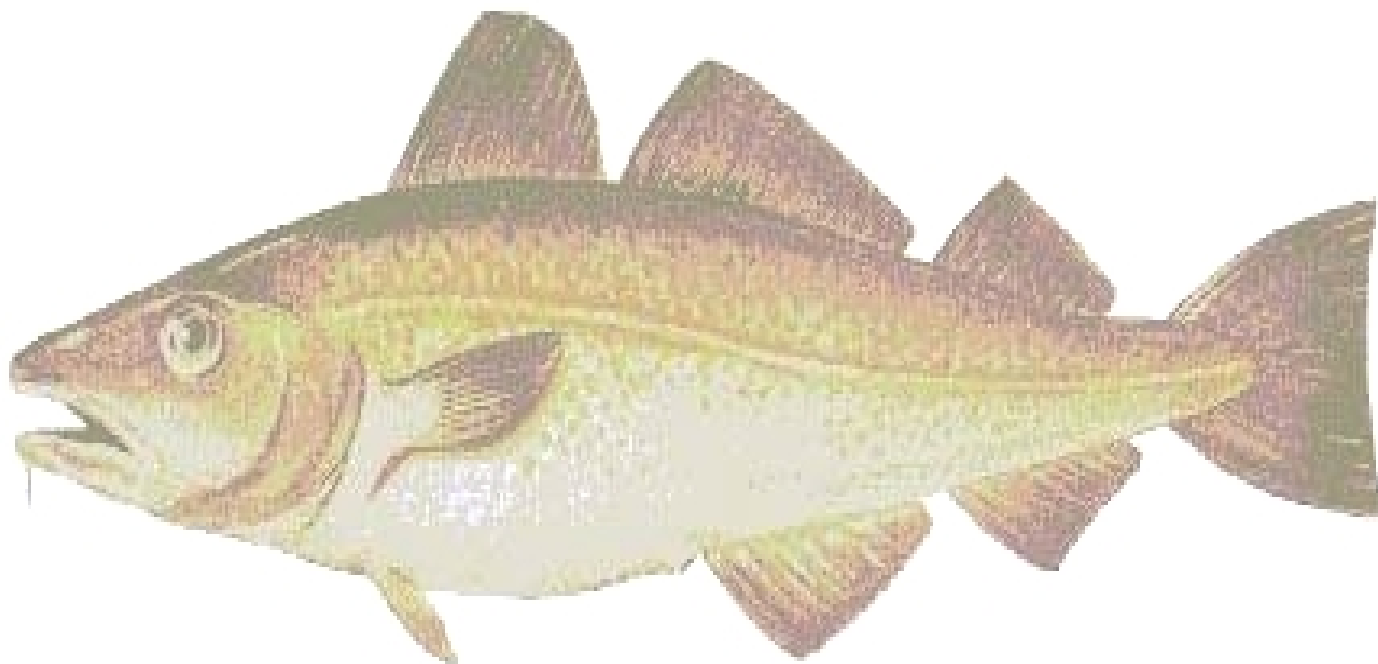


COPY



Sjávarútvegsdeild Háskólans á Akureyri

Hagnýtt þorskeldi



Rannsóknarverkefni Haustönn 2000

Leiðbeinandi:
Jón Örn Pálsson.

Nemendur:
Birkir Hrannar Hjálmarsson
Björgvin Harri Bjarnason
Erlendur Steinar Friðiksson

Útdráttur

COPY

Aðalgæði eldisþorsks eru, að hægt er að bjóða staðlaða afurð og stöðugt og jafnt flæði 52 vikur á ári. Holdið á eldisfiski er hvítara en í villtum fiski. Sennilega liggja markaðsmöguleikar eldisþorsks í fersku mörkuðunum.

Dýrasta aðferðin við eldi seiða virðist vera best. Þ.e. frumfóðrun með lifandi fóðri skilar bæði mestum vexti og mestri lifun (survival). Helstu vandamál við seiðaframleiðsluna virðast vera dýr fóðrun (lifandi fóður), sjálfrán og að skilvirkar flokkunaraðferðir vantar á minnstu lírfunum.

Sjávarhiti við Ísland virðist nægur til viðunandi vaxtar, sérstaklega á það við um Suður- og Suðvesturland. Sjúkdómar og afföll eru í raun óþekkt stærð en hægt er að draga lærdóm af reynslu laxeldismanna í þeim efnunum. Líklegt er að hægt verði að þróa gott eldisfóður, einnig er hægt að fóðra á heilum fiski og afskurði. Hátt lifrarhlutfall er þó vandamál. Ótímabær kynþroski hjá eldisþorski hefur komið í ljós, líklegt er þó að honum megi seinka með ljósastýringu, geldingu og kynbótum.

Arðsemi af þorskeldi er að óbreyttu engin, en ef þróun kostnaðar í þorskeldi yrði líkt og í laxeldi mætti ná fram arðsemi.

Hugsanlega liggja framtíðarmöguleikar íslensks þorskeldis fyrst og fremst í seiðaeldi, vegna hagstæðra innri og ytri aðstæðna.

Auka þarf rannsókn- og þróunarvinnu mjög mikið.

Akureyri, nóvember 2000

Birkir Hrannar Hjálmarsson
Björgvin Harri Bjarnason
Erlendur Steinar Friðriksson

sími 462-2243
sími 868-1729
sími 899-2132

netfang s9702@unak.is
netfang s9703@unak.is
netfang s9707@unak.is

Efnisyfirlit

1	INNGANGUR.....	1
1.1	AÐFERÐAÐFRÆÐI.....	1
2	MARKAÐSMÁL.....	2
2.1	HELSTU MARKAÐIR ÍSLENDINGA FYRIR FERSKAN ÞORSK.....	2
2.2	ÞRÓUN MARKAÐARINS	5
2.3	SAMKEPPNISTEGUNDIR.....	7
2.4	ELDISÞORSKUR – EIGINLEIKAR HOLDS.....	11
3	SEIÐAELDI.....	13
3.1	AÐFERÐIR VIÐ SEIÐARÆKTUNINA.....	14
3.2	FRJÓVGUN HROGNA OG KLAK.....	14
3.3	FRUMFÓÐRUN/STARTFÓÐRUN.....	15
3.4	ÞÉTTLEIKI	23
3.5	KJÖRHITI OG VAXTARGETA	23
3.6	SJÁLFRÁN.....	24
3.7	SAMANTEKT	26
4	MATFISKAELDI	27
4.1	ELDISAÐFERÐIR.....	27
4.2	SJÚKDÓMAR OG AFFÖLL	29
4.3	ÚMHIRÐA OG FÓÐRUN	32
4.4	VÖXTUR OG FÓÐUR	34
4.5	VÖXTUR OG KYNÞROSKI.....	35
4.6	VÖXTUR OG HITASTIG	36
4.7	STAÐARVAL.....	37
4.8	SAMANTEKT	40
5	ARÐSEMI.....	41
5.1	FORSENDUR	42
5.2	ÚTSKÝRING Á FORSENDUM	43
5.3	REKSTRARNIÐURSTAÐA	46
5.4	FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐUR Á KG.....	47
5.5	NÆMNISGREINING	48
5.6	BREYTTUR REKSTRARGRUNDVÖLLUR.....	49
5.7	STÆRÐARHAGKVÆMNI.....	50
5.8	SAMANTEKT	51
6	UMRÆÐA	52
6.1	MARKAÐSMÁL.....	52
6.2	SEIÐAELDI	52
6.3	MATFISKUR	52
6.4	ARÐSEMI.....	53
	HEIMILDASKRÁ	54
6.5	RITAÐAR HEIMILDIR.....	54
6.6	MUNNLEGAR HEIMILDIR.....	56
6.7	HEIMILDIR AF VERALDARVEFNUM.....	56
7	VIÐAUKAR.....	I

COPY

COPY

Myndaskrá

MYND 1 ÚTFLUTNINGSMAGN Á FERSKUM ÞORSKI ÁRIN '96-'99	3
MYND 2 ÚTFLUTNINGSVERÐMÆTI Á FERSKUM ÞORSKI SÖMU ÁR	3
MYND 3 VERÐÞRÓUN Á FERSKUM ÞORSKI TIL ÚTFLUTNINGS	4
MYND 4 VERÐÞRÓUN Á FISKMÖRKUÐUM ÁRIN '92-'99	4
MYND 5 KJÖT OG FISKNEYSLA Í HEIMINUM ÁRIÐ 1999	5
MYND 6 HEILDAR FISK- OG SJÁVARFANGSFRAMLEIÐSLA Í HEIMINUM	6
MYND 7 ÞRÓUN FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐAR Á LAXI	7
MYND 8 MAGN OG VERÐÞRÓUN TILAPIU	8
MYND 9 MAGN OG VERÐÞRÓUN LEIRGEDDU	8
MYND 10 MAGN OG VERÐÞRÓUN BARRA	9
MYND 11 MAGN OG VERÐÞRÓUN BORRA	10
MYND 12 HEIMSAFLI NOKKURRA HVÍTFISKTEGUNDA	10
MYND 13 FÓÐRUNARTILRAUN ÞORSKLIRFA	21
MYND 14 KJÖRHITASTIG EFTIR STÆRÐ "ÍSLENSKA FORMÚLAN"	37
MYND 15 HITAFERLAR SJÁVAR Á VÖLDUM STÖÐUM	38
MYND 16 DAGVÖXTUR (%) Á VÖLDUM STÖÐUM	39
MYND 17 ÞYNGD ELDISÞORSKS EFTIR ALDRI	39
MYND 18 NÆMNISGREINING, UPPRUNALEGAR FORSENDUR	48

Töfluskrá

TAFLA 1 HELSTU MARKAÐIR FYRIR FERSKAR ÞORSKAFURÐIR	2
TAFLA 2 SAMANBURÐUR Á ÞÖRUNGATEGUNDUM TIL FÓÐRUNNAR	16
TAFLA 3 VÖXTUR OG LIFUN ÞORSKLIRFA	19
TAFLA 4 SAMANBURÐUR Á FÓÐURVERÐI	20
TAFLA 5 ÁHRIF DAGLENGDAR Á VÖXT OG LIFUN	24
TAFLA 6 SAMANBURÐUR Á MISMUNANDI VAXTARFORMÚLUM	36
TAFLA 7 FORSENDUR REIKNINGA	42
TAFLA 8 REKSTARNIÐURSTAÐA, UPPRUNALEGAR FORSENDUR	46
TAFLA 9 FRAMLEIÐSLUKOSTNAÐUR Á KG Á FYRSTA REGLULEGA STARFSÁRI	47
TAFLA 10 BREYTTUR REKSTRARGRUNDVÖLLUR	49
TAFLA 11 SAMANBURÐUR Á STÆRÐARHAGKVÆMNI	50
TAFLA 12 HITATÖLUR FRÁ HAFRÓ	I
TAFLA 13 NÆMNIGEINING	I
TAFLA 14 VAXTARTÖFLUR	II

COPY

1 Inngangur

Umræður um þorskeldi hafa aukist á síðustu misserum enda þorskstofnar farið minnkandi og eldi sjávarfangs vaxið gífurlega. Þrátt fyrir það eru litlar heimildir til um stríðeldi þorsks á Íslandi. Í raun má draga þá umræðu alla í eina spurningu;

Höfum við Íslendingar tæknilega getu og aðstæður til að ala seiði og matfisk á Íslandi með arðbærum hætti?

Markmið þessa verkefnis er að draga saman þá þætti sem þekktir eru í þorskeldi og velta upp möguleikum á þorskeldi á Íslandi. Bent verður á þá þætti sem staðið hafa í vegi fyrir framleiðslu á seiðum og matfiski, kostir og gallar fundnir og leitað svara við ofangreindri spurningu.

1.1 Aðferðafræði

Verkefni þetta er unnið í áfanganum "Hagnýtt þorskeldi" af fjórða árs nemum við Sjávarútvegsdeild Háskólans á Akureyri. Verkefnið er unnið upp úr þeim rituðu heimildum sem þekktar eru og reynt að heimfæra þær á íslenskar aðstæður. Einnig voru fengnar munnlegar heimildir til að styðja betur við þær rituðu.

Niðurstöðurnar koma fram í köflum 2-5.

Kafli 2 fjallar um markaðsmál, hvar helstu markaðir fyrir eldisþorsk eru og hvaða tegundir eru samkeppnisaðilar þorsksins þar.

Kafli 3 fjallar um seiðaeldi og ýmislegt sem því fylgir, svo sem klak, frumfóðrun og fleira.

Kafli 4 fjallar um þorsk sem eldisfisk, hvað hefur áhrif á vöxt hans og aföll og um forsendur staðarvals.

Kafli 5 fjallar um arðsemisútreikninga, hvort það sé hagkvæmt að stunda slíkt eldi hér á landi og hvaða forsendur þurfa að breytast til að eldi verði arðbært.

Að lokum koma fram samanteknar niðurstöður og hugleiðingar.

COPY

2 Markaðsmál

Líklegt má telja að afurðir eldisþorsks henti best til útflutnings sem ferskfisksafurð. Fyrir því eru nokkrar ástæður.

- Ferskleiki eldisþorsksins þ.e. alltaf væri hægt að vera með nýslátraðan fisk og því mjög ferskan.
- Hæsta verð fæst að jafnaði fyrir ferskan fisk
- Sláturstærð fisksins (3,5 kg) er mjög hentug á ferska markaðinn
- Sláturstærðin hentar síður í saltfisk
- Eldisþorskur virðist ekki henta vel til frystingar (sjá bls.11)

Því verður athyglinni beint að mörkuðum fyrir ferskan þorsk.

2.1 Helstu markaðir Íslendinga fyrir ferskan þorsk

2.1.1 Fersk Flök

Helstu markaðir fyrir fersk þorskflök eru í Bretlandi, Bandaríkjunum og Belgíu. Frakklandsmarkaður er ört vaxandi en er þó enn mjög lítil. Mestur vöxtur í FOB verðmæti milli ára er á Bretlandsmarkaði jafnframt er hann að borga samkeppnishæft verð. Smærri markaðirnir eru í flestum tilvikum að borga hærri verðin. Vöxtur þessa markaðar hefur verið gríðarlegur. Fersk flök eru nær eingöngu flutt flugleiðina.

2.1.2 Ferskur heill þorskur

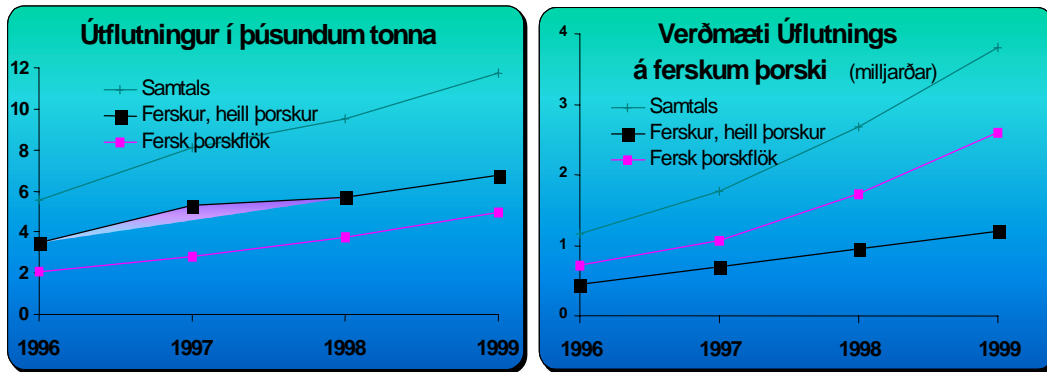
Ferskur heill þorskur fer nánast á sömu markaði og flökin. Bandaríkjamarkaður er þó undantekning þar á og líklegt að það sé vegna mikils flutningskostnaðar en á Bandaríkjamarkað er eingöngu flutt flugleiðis. Heill fiskur er fluttur út bæði flugleiðis og í gámum með skipum.

	Magn tonn				Árlegur vöxtur	Verð kr/kg				Árlegur vöxtur	
	1996	1997	1998	1999		1996	1997	1998	1999		
Fersk þorskflök											
Bretland	212	705	1.415	2.228	119%	332	391	474	530	17%	
Bandaríkin	1.281	1.563	1.550	1.628	8%	362	387	457	523	13%	
Belgía	374	367	478	801	29%	319	345	429	501	16%	
Frakkland	7	10	82	120	161%	312	431	563	618	26%	
Þýskaland	119	76	79	66	-18%	376	383	438	542	13%	
Sviss	2	4	42	40	172%	480	461	528	574	6%	
Holland	4	9	17	39	120%	390	353	441	459	6%	
Samtals	1.999	2.733	3.663	4.923	35%	Meðalverð	352	382	463	525	14%
Ferskur, heill þorskur											
Bretland	2.566	4.374	5.131	6.290	35%	109	124	155	169	16%	
Belgía	521	473	407	291	-18%	259	253	284	326	8%	
Þýskaland	362	112	101	150	-26%	77	100	116	155	26%	
Frakkland	23	17	27	22	-1%	259	268	321	336	9%	
Holland	1	18	29	23	177%	293	253	276	279	-2%	
Svíþjóð	2	11	26	11	85%	327	388	391	401	7%	
Samtals	3.476	5.006	5.721	6.787	25%	Meðalverð	129	137	166	177	11%

Tafla 1 Helstu markaðir fyrir ferskar þorskafurðir¹

¹ Útvegurinn, vefsíða Hagstofunnar. 2000

COPY


 Mynd 1 Útflutningsmagn á ferskum þorski árin '96-'99²

 Mynd 2 Útflutningsverðmæti á ferskum þorski sömu ár³

Á fjórum árum hefur útflutningur á ferskum þorski ríflega tvöfaldast. Á sama tíma hefur þorskkvótinn dregist saman, þannig að það er ljóst að áherslubreytingar hafa orðið í útflutningi á þorski. Skýringanna gæti verið að leita í verðþróuninni, en útflutningsverðmæti á ferskum þorski hefur vaxið um rúmlega 300 % á þessum fjórum árum. Rétt er þó að geta þess að á árum áður var mikið um að togveiðiskip sigldu með afla sinn og seldu á mörkuðum í Evrópu. Árið 1988 nam t.d. útflutningur á ferskum heilum þorski til Evrópu tæpum 40 þúsund tonnum⁴. Ekki er hægt að líkja saman tveggja vikna gömlum fiski úr togarasiglingum, við ferskan "flugfisk" eins og við þekkjum í dag, hvað varðar verð, gæði og markaðssetningu.

Vöxtur markaðarins hefur verið nokkur, og er ekki ástæða til að ætla annað en svo geti verið áfram.

Ef um mikla framleiðslu á eldisþorski yrði að ræða, væri rétt að leggja ekki áherslu á einn markað öðrum fremur, heldur að dreifa þeirri framleiðslu á markaðina í hlutfalli við núverandi útflutning. Þó gætu verið sérstakir vaxtarmöguleikar á einhverjum þessara markaða en markaðsrannsókn yrði að leiða slíkt í ljós. Þau vandamál sem fyrst og fremst hafa komið upp við sölu á ferskum þorski eru ójöfn gæði og framboð. Þau vandamál yrðu væntanlega úr sögunni með eldi og í staðinn kæmi möguleiki á langtíamarkaðssetningu og –sölusamningum.

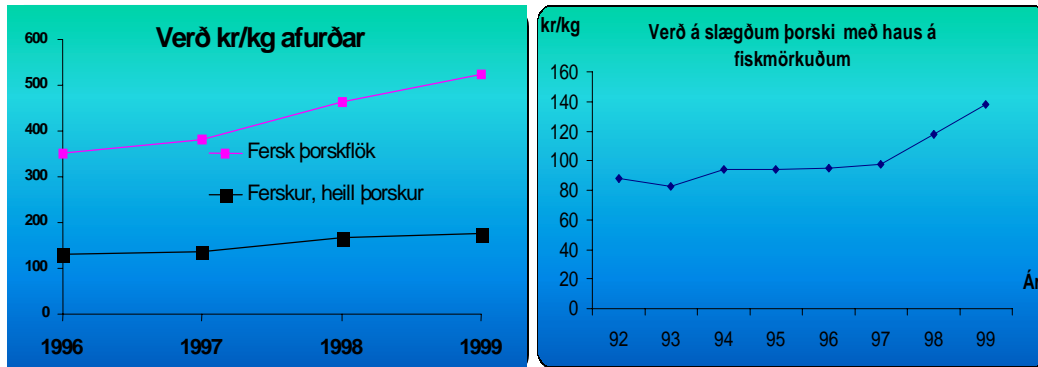
² Útvegurinn, vefsíða Hagstofunnar. 2000

³ Útvegurinn, vefsíða Hagstofunnar. 2000

⁴ Björn Knúttsson. 1997

COPY

2.1.3 Verðþróun



Mynd 3 verðþróun á ferskum þorski til útflutnings⁵

Mynd 4 Verðþróun á fiskmörkuðum árin '92- '99⁶

Verð á ferskum þorskafurðum hefur farið vaxandi á síðustu árum. Þannig hefur verð á ferskum heilum þorski farið úr 130 kr/kg árið '96 í tæpar 180 kr/kg árið '99 sem gerir um 30% hækkun. Skilaverð á kg hráefnis, miðað við ca 20% slægingarhlutfall, er því komið í tæpar **150** kr.

Flakafiskurinn hefur hækkað enn meira, eða úr 351 kr/kg '96 í 525 kr/kg '99 sem er um 50 % hækkun. Skilaverð á kg af hráefni er því miðað við ca. 40 % nýtingu tæpar **200** kr. Það frálág sem fellur til við vinnsluna, dálkar, roð, hausar og slóg má selja hér innanlands til vinnslu og gætu þau verðmæti, að hluta komið upp í kostnaðinn við flökunina.

Verð á fiskmörkuðum hér heima hefur einnig farið hækkandi, og hefur mestur hluti hækkunarinnar komið til á árunum '96-'99, á þeim árum hefur þorskverð hækkað úr 95 kr í tæpar 140 kr eða um 45%. Rétt er hafa í huga að um meðalverð á fiskmarkaði er að ræða og verður að telja líklegt að verð fyrir betri afurðirnar sé að jafnaði nokkru herra.

Athyglisvert verður að fylgjast með verðþróun á næstunni. Hækkandi olíuverð kemur til með að hafa einhver áhrif á markaðsverð á þorski. Fréttir um minnkandi veiðiheimildir í Barentshafi og umræða um örlög þorsksstofna koma einnig til með að verða áhrifavaldar á verðlagi og söluhorfum. Svigrúm til verðhækkana er þó ekki ótakmarkað og hafa ýmsar ódýrari tegundir verið að leysa þorskinn af hólmi á mörkuðum í Bandaríkjunum.

Verð á eldisþorski

Það verð sem miðað er við í arðsemisútreikningum, síðar í skýrslunni er 150 kr/kg hráefnis. Það verð er sennilega varlega áætlað og mætti færa rök fyrir herra verði eða allt að 180 kr/kg hráefnis. Betri nýting gæti náðst við vinnslu eldisafurðar vegna jafnrar stærðar afurðar og hugsanlega með kynbótum. Gæði eldisfisks væri hægt að staðla og hægt væri að gera langtímasamninga.

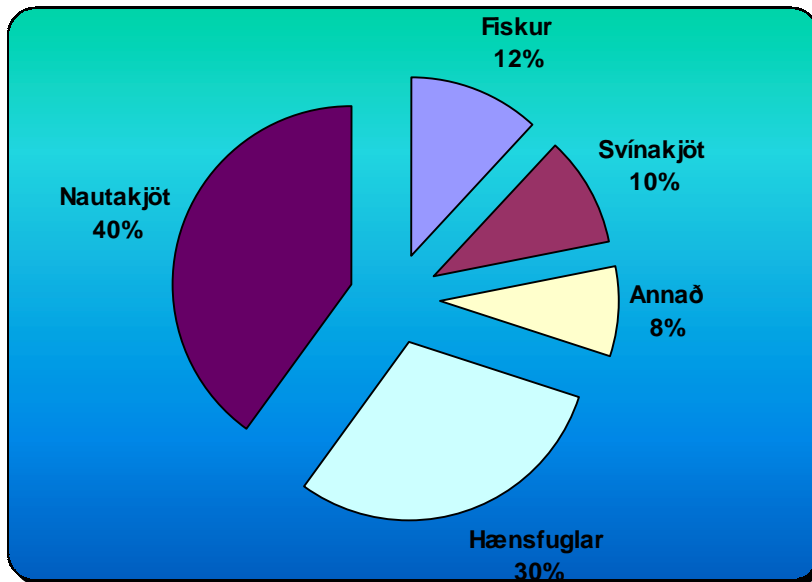
⁵ Útvegurinn, vefsíða Hagstofunnar. 2000

⁶ Vefsíða, Reikningsstofa fiskmarkaðanna. 2000

COPY

2.1.4 Neysluvenjur

Fiskneysla í heiminum vex stöðugt og kemur meira af próteinþörf mannsins úr fiski. Heilsuþytingin og hollustuumræða öll, er lóð á vogarskálar aukinnar fiskneyslu. Sjúkdómar og eitranir af völdum kjöts s.s. Kúariða (Creutzfeldt-Jakob) og Díoxyneitranir geta haft áhrif til aukinnar fiskneyslu.



Mynd 5 Kjöt og fiskneysla í heiminum árið 1999⁷

Á móti kemur svo neikvæð umræða um umhverfismál, ofveiði, útblástur og mengun fiskiskipa og áhrif togveiðarfæra á sjávarbotninn.

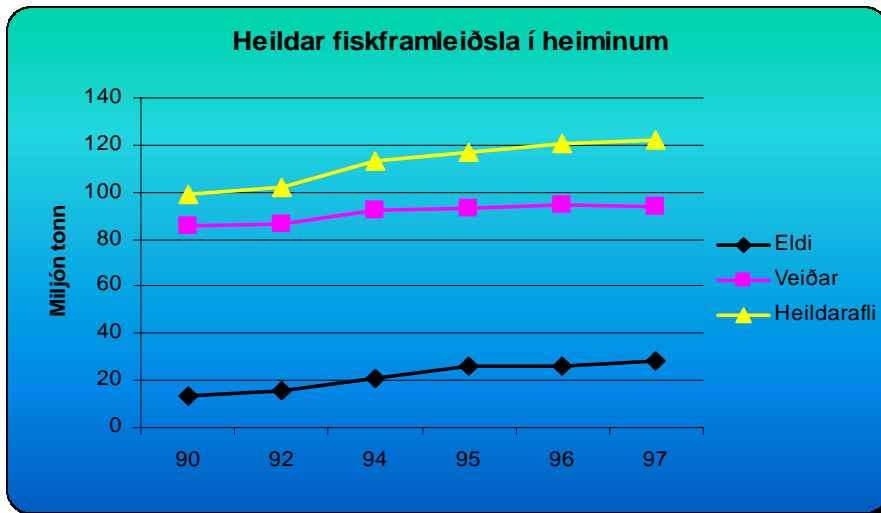
Fiskneysla er um 12% af heildarneyslu heimsins úr dýraríkinu. Ljóst er að um gífurlegan vöxt (eða samdrátt) gæti verið að ræða á fiskneyslu, ef neyslumynstur almennings breyttist af einhverjum orsökum. Ef t.d. um 2-3 % breytingu væri að ræða og fiskneysla ykist í 15 % þá væri um 20 % aukna fiskneyslu að ræða, eða aukningu upp á 20-30 milljónir tonna. Það er stærð, svipuð allri fiskeldisframleiðslu heimsins í dag.

2.2 Þróun markaðarins

Talið er að, engin aukning verði á veiðum á villtum tegundum og að framleiðsla á eldisfiski sé skilvirkasta leiðin til aukins framboðs á dýrapróteinum til handa mannkyninu. Samkvæmt upplýsingum frá FAO, er fiskeldi sá hluti matvælaframleiðslugeirans sem vex hraðast í heiminum.

⁷ Vefsíða FAO. 2000

COPY



Mynd 6 Heildar fisk- og sjávarfangsframleiðsla í heiminum⁸

Áætlað er að eftirspurn eftir fiski aukist um 47 – 57% frá 1997 – 2010 eða í 126 – 135 milljón tonn. Talið er að veiðar á villtum fiski í sjó og vötnum standi í stað í besta falli, eða í versta falli dragist saman um 15% á sama tímabili.

Tölur frá FAO gefa í skyn að fiskeldi muni vaxa mjög hratt næsta áratug, í minnsta lagi um 40%, eða úr 20 milljón tonnum í 28 milljón tonn, og í hæsta lagi um 80% eða í 36 milljón tonn árið 2010.

Talið er að mannkyninu muni fjölga um 750 milljónir frá árinu 2000 til 2010, þar af mun fjölgun í þriðja heiminum vera um 700 milljónir manna.

Á meðan mannkyninu fjölgar, og framboð á próteini úr hefðbundnum landbúnaðargreinum virðist vera takmarkað og fólk er orðið "heilsusamlega þenkjandi", er búist við að eftirspurn eftir fiski muni aukast.

Búast má við mun hraðari vexti í eldi á sjófisktegundum heldur en ferskvatnsfiskum vegna takmarkaðra vatnasvæða í heiminum. Í dag er eldi á ferskvatnsfiskum um 63% af heildar framleiðslunni.

Rétt er að hafa í huga að samfara auknu eldi og eykst eftirspurnin eftir fódri. Samkvæmt markaðslögmálum ættu þá fódurverð að hækka. Það gæti svo aftur gert eldi einhverra tegunda óarðbært.

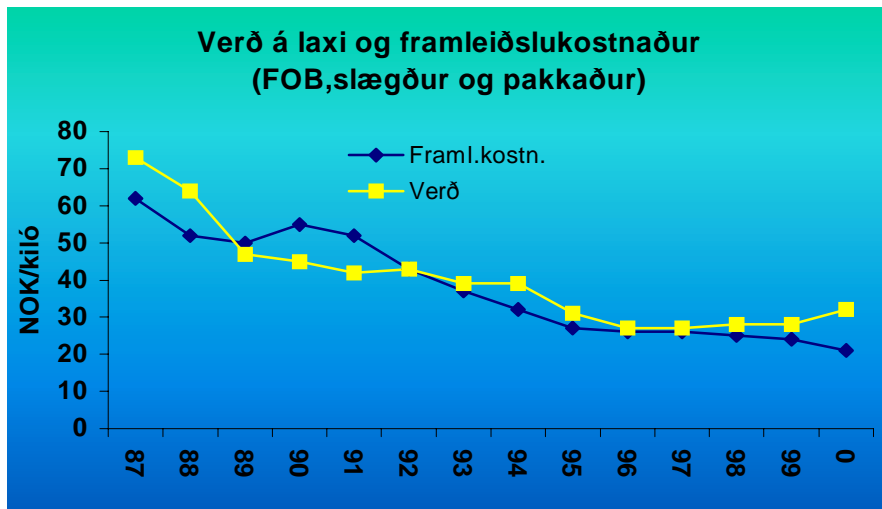
Hagkvæmni í fiskeldi er að aukast og ný tækni, í tengslum við bætta vinnuáferðir, hefur dregið úr kostnaði svo um munar. Fóðurkostnaður er um 60% af heildar rekstrarkostnaði (í laxeldi í Noregi) og fódurstuðlarnir eru að nálgast 1,00 hjá bestu fyrirtækjunum.⁹

Ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu að sama þróun ætti sér stað í þorskeldi og jafnvel væri hægt að yfirfæra ákveðna þekkingu úr laxeldinu yfir í þorskeldið þannig að hagkvæmni skilaði sér fyrir inn í greinina.

⁸ Vefsíða FAO. 2000

⁹ Haugerud, Ottar. 2000

COPY



Mynd 7 Þróun framleiðslukostnaðar á Laxi¹⁰

Eins og sést á mynd 12 þá hefur framleiðslukostnaður í laxeldi minnkað verulega eða úr rúmlega 60 NOK í u.þ.b. 21 NOK á kíló. Þetta er um 65% lækkun.¹¹

Á árunum 1989 –1992 var framleiðslukostnaður hærri en afurðaverð. Líklegt er að þetta verði upphafsstaðan í þorskeldinu ef marka má þá útreikninga sem sýndir eru í arðsemiskaflanum hér aftar í skýrslunni. Því skiptir miklu máli að ná framleiðslukostnaði í þorskeldi enn hraðar niður heldur en gerðist í laxeldinu.

2.3 Samkeppnistegundir

Þær tegundir sem munu bítast mest um hvítfiskmarkaðinn verða eldisþorskur, tilapia, leirgedda (*Channel catfish*), borri (*Seabream*) og barri (*Seabass*) auk villts hvítfisks. Mikil aukning hefur átt sér stað í eldi á þessum tegundum nema þorskinum og mun framleiðslukostnaður á hverri tegund ráða miklu um hver þeirra komi til með að standa uppúr á markaðinum. Hér fyrir neðan verður stuttleg kynning á þessum tegundum ásamt hugleiðingum um villtan hvítfisk.

2.3.1 Magn og verðþróun

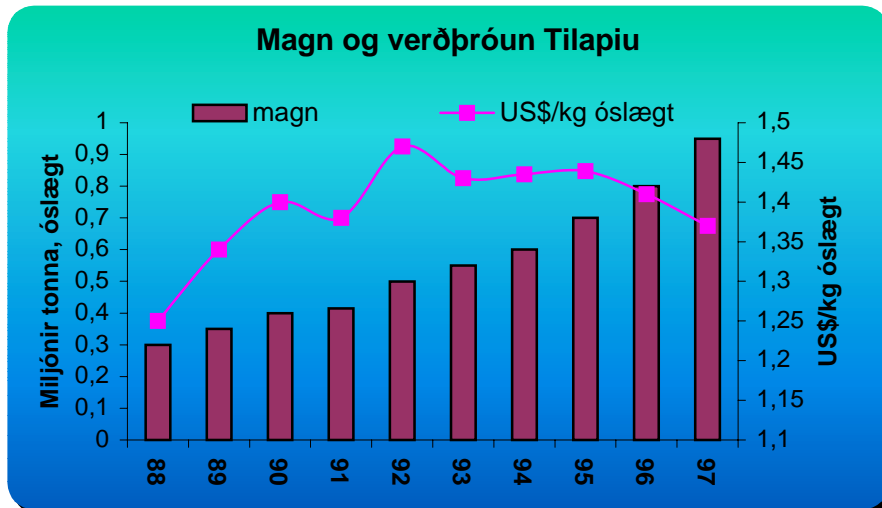
Tilapia

Fiskurinn á uppruna að rekja til Afríku og hefur notið mikilla vinsælda í eldi í Asíu. Eldið hefur færst til Bandaríkjanna þar sem fæst betra verð en í Asíulöndum. Tilapia er hvítfiskur sem hægt er að ala svo að hún nái mjög miklum gæðum, enda er hún að verða algeng á veitingahúsum í Bandaríkjunum og víðar.

¹⁰Vefsíða FAO 2000

¹¹Haugerud, Ottar. 2000

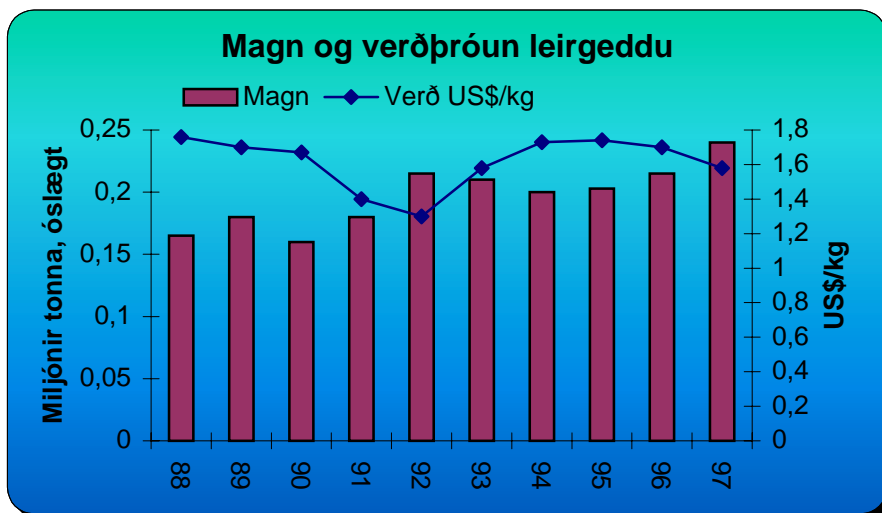
COPY


 Mynd 8 Magn og verðþróun Tilapiu.¹²

Mikil framleiðsluaukning hefur orðið á tilapiu og framleiðsla farið úr 300. þúsund tonnum 1988 í nærri 900 þúsund tonn 1998. Verð hefur farið lækkanði síðustu ár, eftir að hafa vaxið tiltölulega hratt milli árána 1988 og 1992. Verð á tilapiu í íslenskum krónum er c.a 117 kr/kg.

Leirgedda

Leirgedda er vatnafiskur sem finnst víða um heiminn og er mikilvægasti eldisfiskur í Bandaríkjunum. Til eru margar leirgeddutegundir og 1997 var heimsframleiðsla á leirgeddutegundum 430 þúsund tonn. Neysla á leirgeddu hefur aukist og er hún vinsæl tegund á matarborðum Bandaríkjamanna en hefur ekki náð mikilli útbreiðslu í Evrópu.


 Mynd 9 Magn og verðþróun leirgeddu¹³

¹² Vefsíða FAO. 2000

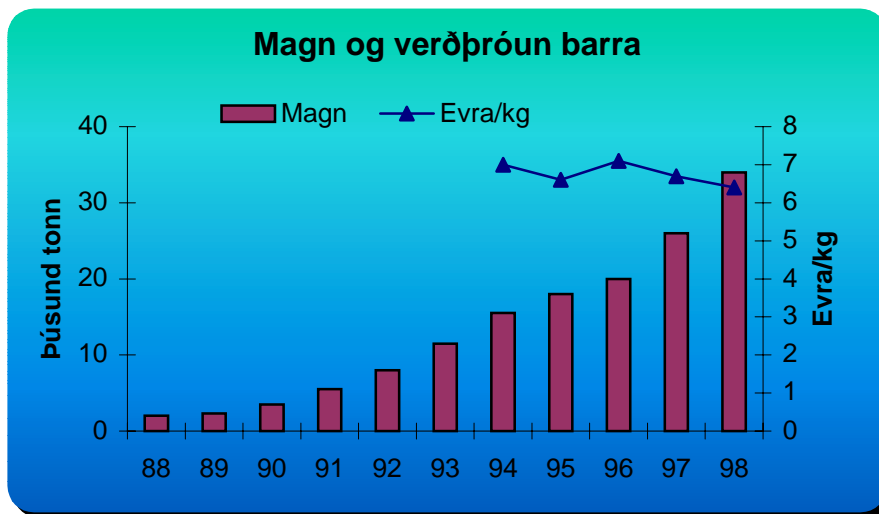
¹³ Vefsíða FAO. 2000

COPY

Það hefur ekki verið mikil framleiðsluaukning á bandarísku leirgeddunni þessi tíu ár sem myndin sýnir og verð hefur ekki sveiflast mikið. Umreiknað í íslenskar krónur er verð á kílóíð c.a. 135 krónur miðað við óslægðan fisk.

Barri og Borri

Tegundirnar eru vinsælar eldistegundir í Bandaríkjunum, Asíu og Evrópu. Barri er alinn í sjó á nokkrum stöðum í Evrópu, en í Asíu og Bandaríkjunum er hann alinn í tjörnum uppi á landi. Barri er alinn hér á landi, nánar tiltekið á Sauðarkróki, í landeldisstöð Máka.

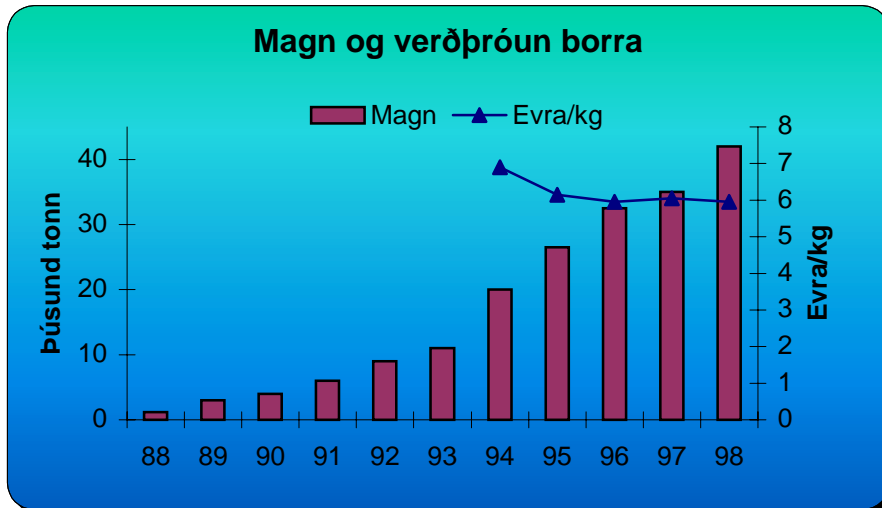


Mynd 10 Magn og verðþróun barra¹⁴

Mikil aukning hefur orðið á framleiðslu Barra í heiminum og hefur framleiðslan vaxið úr nærri engu 1988 í c.a. 35 þúsund tonn 1998. Þetta er mikil aukning enda barrinn vinsæll og dýr fiskur og eru mikilvægustu markaðirnir Grikkland og Spánn. Gera má ráð fyrir því að verð komi til með að lækka sem það hefur gert lítillega með auknu framboði. Verð á barra 1998 var í kringum 470 krónur á kíló.

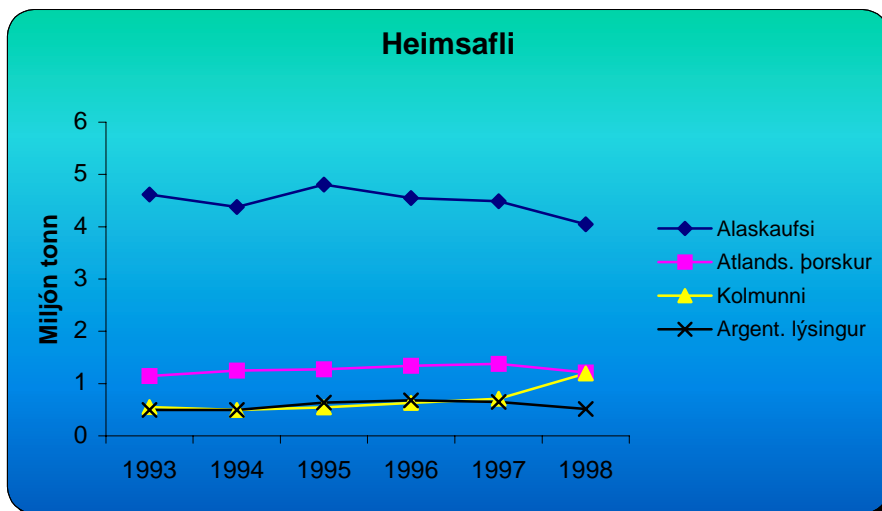
¹⁴ Vefsíða FEAP. 2000

COPY


 Mynd 11 Magn og verðþróun borra¹⁵

Eldi á borra hefur vaxið mikið, þó svo að verð hafi lækkað nokkuð milli árunna 1994 og 1995. Eftir það hefur verðið haldist nær stöðugt og er í kringum 430 íslenskar krónur á kíló. Markaðir eru þeir sömu og fyrir barra eða Grikkland og Spánn. Barri og borri eru mjög dýrir fiskar miðað við aðrar hvítfisk tegundir.

2.3.2 Veiðar


 Mynd 12 Heimsafli nokkurra hvítfisktegunda¹⁶

Margir telja að veiðar á villtum hvítfiski séu komnar í hámark, enda jukust veiðar jafnt og þétt alla síðustu öld. Margir villtir stofnar eru mjög illa farnir og hefur dregið þó nokkuð úr veiðum á villtum hvítfiski hin síðari ár. Mikil umræða hefur verið um ofveiði þessara stofna og nú er svo komið að sum fisksölufyrirtæki neita að selja fisk sem er ofveiddur. Það hefur dregið jafnt og þétt úr veiðunum á þeim tegundum sem eru á myndinni nema kolmunna, en eins og staðan er í dag verður að draga úr veiðum á kolmunna svo að stofninn klárist ekki. Alaskaufsinn er lang mest veiddi

¹⁵ Vefsíða FEAP. 2000

¹⁶ Útvegurinn, vefsíða Hagstofunnar. 2000

COPY

hvítfiskurinn í heiminum og er talinn vera ofveiddur, þess vegna hefur framboð minnkað mikið. Atlantshafsporskur er vinsæll fiskur á matarborðum í Evrópu og hefur framboð minnkað mikið sökum aflabrests í Barentshafi. Hörð samkeppni er á milli fisktegunda á mörkuðum, og telja sumir að eldisþorskur geti komið í stað þess villta eða hreinlega náð yfirhöndinni.

2.4 Eldisþorskur – eiginleikar holds¹⁷

Á síðustu misserum hafa verið gerðar ýmsar rannsóknir á eiginleikum eldisþorsks samanborið við villtan þorsk. Eldisþorskur er á ýmsan hátt ólíkur villtum þorski, en þar sem verið er að vinna mikla þróunarvinnu á fóðri, er ekki ólíklegt, að innan fárra ára verði búið að eyða þessum mun að miklu leyti.

Bragð, lykt og áferð

Í skynmatskönnun kom í ljós að eldisþorskur hafði mýkri, vatnskenndari og fitukenndari áferð en villtur þorskur, en með tímabundnu sveltí rétt fyrir slátrun er ekki ólíklegt að þessi fituinnihaldsmunur og áferðarmunur minnki.

Efnaeiginleikar

Eldisfiskur hefur hlutfallslega meira af glykogen og mjólkursýru í vöðvum en villtur þorskur, einnig virtist hann hafa ívið meira próteininnihald. Sýrustig (pH) í vöðvum eldisþorsks verður lægra en í villtum þorski eftir slátrun. Vatnsbindieiginleikar í vöðvum eldisþorsks eru minni en hjá þeim villta, en þó er hægt að auka þá með lengri sveltítíma fyrir slátrun.

Ormar

Mikill munur er á ormafjölda villts þorsks og eldisþorsks. Einhver ormur er til staðar í eldisþorski en það var hverfandi lítið og virðist því ekki vera vandamál.

Skynmat

Flök eldisþorsks einkennast af mjúkri áferð en eftir suðu þá er áferð hans seigari og þurrari en í villtum fisk. Þessu veldur sýrustig flakanna en það er 0,5-0,9 pH einingum lægra í eldisþorski en í villtum þorski. Ástæða þess er sú að glykógen og mjólkursýruinnihald er hærra í eldisfiski en úr þessum má draga verulega með sveltí fyrir slátrun.

Frystur eldisþorskur

Tilraun sem framkvæmd var árið 1988 sýndi fram á að verulegur munur var á eldisþorski og villtum þorski eftir frostgeymslu. Munurinn lá aðallega í því að það "drippaði" meira úr flökum eldisfisksins og var niðurstaðan sú að eldisþorskur þótti hreinlega óhæfur til frystingar og því betra að neyta hans fersks.

¹⁷ Sigurður Einarsson, Vilhjálmur Þorsteinsson. 1995

COPY

2.4.1 Okkar mat

Aðalgæði eldisþorsks eru, að hægt er að bjóða staðlaða afurð og stöðugt og jafnt flæði 52 vikur á ári. Holdið á eldisfiski er hvítara en í villtum fiski og teljum við það kost. Skilgreining á gæðum er mjög huglægt mat og það sem í einu landi eru talin gæði þykja jafnvel gallar í öðru. Mikilvægt er að gera sér grein fyrir þörfum og væntingum ólíkra markaða og "klæðskerasníða" afurðina fyrir hvern og einn. Þróunin er að verða sú hjá norskum laxútflýgjendum að sinna vel öllum mörkuðum og útvíkka fyrirtæki sín lóðrétt í virðiskeðjunni. Íslensk umræða um markaðsmál og sölu á fiski á erlenda markaði hljómar oft eins og það sé bara einn markaður og á hann verði að selja allan fisk. Hins vegar teljum við að því fyrir sem við gerum okkur grein fyrir því að markaðirnir eru margir og ólíkir þá aukist möguleikar okkar á verðmætasköpun.

COPY

3 Seiðaeldi

Í þessum hluta rannsóknarverkefnisins verður miðað við að sett sé upp seiðaeldisstöð á landi svokölluð stríðeldisstöð. Þar er reynt að stjórna öllum þáttum sem við koma vexti og viðgangi seiðanna, s.s. hitastigi, fódrun, lýsingu og fleiri þáttum. Hvað varðar hrygningarfiskinn gerum við ráð fyrir að hann verði í þessari sömu stöð þar sem beitt er þekktri tækni við söfnun hrognanna og frjóvgun. Það miðast við að notuð séu tiltölulega stór ker undir fiskinn þar sem fer fram náttúruleg frjóvgun og frjóvguðu eggjunum er safnað saman með yfirfalli þar sem þau eru sviflæg. Miðað verður við að klakfiskinum verði ljósastýrt og búnir til 4 hrygningarhópar á ári. Þetta er gert til að hámarka notagildi stöðvarinnar og vera með sem flesta þætti hennar í notkun allt árið. Þetta er einnig gert til þess að hafa sláturfisk af afmarkaðri stærð á boðstólum allt árið.

Það er trú okkar sem að þessu verkefni koma að ef það er einhver möguleiki fyrir hendi í seiðaeldi á Íslandi, þá verði það að fara fram á landi með þessari "intensive" aðferð. Norðmenn hafa gert stórar tilraunir með svokallað polla eldi (Poll, Baseng) á seiðum, þar sem seiðin eru í raun í sjónum á lokuðum svæðum. Við teljum að land og haffræðilegir þættir við Íslandsstrendur bjóði ekki upp á slíka framkvæmd. Einnig er vert að geta þess að Norðmenn eru að gefast upp á þessu polla eldi og stefna nú ótrauðir á stríðeldi þorskseiða.

COPY

3.1 Aðferðir við seiðaræktunina.

Leitast verður við að bera saman og meta 3 aðferðir við seiðaeldið sjálft. Munurinn á þessum aðferðum liggur í rauninni bara í frumfóðruninni, þ.e. þegar kviðpokastigi lirfunnar er lokið og hún þarf að fara að taka til sín fæðu af eigin rammleik. Á þessu stigi eru langmest afföll þar sem hverskyns vansköpun og veikleikar geta hamlað lirfunni í að ná sér í og/eða melta fæðu. Þetta er erfiðasta tímabilið hjá allflestum tegundum sem aldar eru.

Í fyrsta lagi munum við skoða þá aðferð sem hvað þekktust er, þ.e. að byrja að ala seiðin á lifandi fóðri (hjöldýr, artemía) og skipta svo yfir í þurrfóður á ákveðnum tímapunkti.

Í öðru lagi munum við skoða plöntusvifsfóðrun þar sem lirfurnar eru fyrst aldar á plöntusvifi og svo á þurrfóðri.

Í þriðja lagi munum við skoða nýja aðferð þar sem nær eingöngu er notast við þurrfóður.

3.2 Frjóvgun hroгна og klak.

Samkvæmt upplýsingum frá Agnari Steinarssyni verkefnisstjóra þorskeldistilrauna hjá Hafró í Grindavík, og í mörgum erlendum blaðagreinum, kemur skýrt fram að frjóvgun þorsk hroгна og klak eru létti hlutinn af þorskeldi. Hjá Hafró í Grindavík hafa þeir náð að frjóvga og klekja fleiri hundruð þúsund hroгна þó svo að loka niðurstaðan sé kannski aðeins nokkur þúsund seiði. Afföllin koma síðar. Hægt er að beita nokkrum aðferðum við frjóvgun og söfnun þorsk hroгна.

- Aðferð I. Náttúruleg frjóvgun í stóru kerri þar sem hringstreymi sér um að að hrognin fljóti inn í háf með fötu á endanum sem safnar hrognunum saman.
- Aðferð II. Kreisting líkt og þekktist úr laxeldi nema hér er beitt svokallaðri votfrjóvgun þar sem svilin eru sett yfir hrognin með sjó.
- Aðferð III. Yfirfallsaðferð, virkar í raun eins og aðferð I. nema að hrognunum er safnað saman í þar til gert ílát sem er fyrir utan kerrið og fljóta hrognin þangað út með yfirfallsvatni.
- Klakið sjálft tekur 13 daga miðað við 7° C heitan sjó¹⁸. Þar sem allir virðast sammála um það að þetta sé mjög auðvelt í framkvæmd sjáum við ekki ástæðu til að fjalla um þennan þátt frekar.

¹⁸ Agnar Steinarsson. 19.10. 2000

COPY

3.3 Frumfóðrun/Startfóðrun

3.3.1 Aðferð I. Hjóldýr – Artemía – Þurrfóður.

Sú aðferð sem er mest notuð við startfóðrun á þekktum eldistegundum s.s. lúðu, sandhverfu og þorski er að ala fyrst eftir að kviðpokastigi er lokið á lifandi fóðri (svifdýrum). Í þeim tilraunum sem unnar hafa verið hjá Hafró í Grindavík í þorskeldi hefur þessari aðferð verið beitt. En sem komið er er þetta sú aðferð sem gefur hvað minnst afföll. T.d. er þessar aðferð beitt hjá Fiskeldi Eyjafjarðar í lúðuseiðældinu en Fiskey hefur náð eftirtektarverðum árangri með þessari aðferð, en þar er eingöngu notast við Artemíu.

Helsti ókostur þessarar aðferðar er hversu vinnuaflsfrek þessi krabbadýr eru. Hjóldýrin eru ræktuð í stórum tönkum sem þurfa tiltölulega mikinn sjó. Þessi rækt er sjálfbær þ.e. hjóldýrin sjá sjálf um að fjölga sér og vaxa í þessum tönkum. Því þarf töluvert stærri stofn heldur en notaður er dags daglega (vakta þarf hrygningarstofninn). Aftur á móti er ekki hægt að rækta Artemíu. Artemíuhrogn eru flutt inn frá BNA og eru þau mjög dýr. Artemía er oft kölluð ferskvatnsrækja og lifir hún í vötnum s.s. The Great Salt Lake. Mikið ferli er við klak Artemíuhrognanna s.s. "decapsulering", fóðrun, þrif á kerjum og fleira. Þessi vinna hækkar að sjálfsögðu framleiðslukostnaðinn umtalsvert þar sem mannalaun eru einn stærsti kostnaðarliðurinn í seiðældisstöðvum.

3.3.2 Aðferð II. Plöntusvifsfóðrun – Þurrfóðrun

Samkvæmt viðtölum við Agnar Steinarsson hjá Hafró í Grindavík og Arnar Jónsson stöðvarstjóra hjá Fiskeldi Eyjafjarðar á Hjalteyri kemur í ljós að hvorugur þeirra hefur trú á plöntusvifsfóðrun sem startfóðri. Vilja þeir meina að það sé ekki nógu bitastætt fóður, og sé í raun eitthvað í líkingu við að fódra kraftlyftingamann á Cheerios. Samt sem áður ætlum við að fjalla örlítið um þessa aðferð, kosti hennar og galla.

Hugmyndin að baki þessari fóðrun er eflaust sú að losna við umstangið og kostnaðinn í kringum hjóldýra og artemíueldið. Komið hefur fram í skýrslum og rannsóknum lærðra manna að þorskalirfur séu "grasætur" (herbivorous) fyrstu daga og vikur ævinnar. Aðrir taka ekki svo sterkt til orða en telja þó að þorsklirfur séu alætur (omnivorous) fyrstu dagana og vikurnar. Hvort sem réttara er skiptir ekki öllu máli heldur það að menn eru sammála um að þorsklirfur éti plöntusvif. Þær tölur og fullyrðingar sem hér koma fram eru byggðar á tveim norskum skýrslum:

A: Omnivorous Larvae of Cod (*Gadus morhua*)

Utilization of phytoplankton during the first 2-4 weeks.

Hans Chr. Eilertsen, Norwegian College of Fisheries Science,
University of Tromsø.

Og

B: Arbeitsplan- Problemstillinger

Fôr til torsk, 1991 Planteplankton

Else Nöst Hegseth og Jim Henderson, NERC, Aberdeen.

COPY

Í báðum þessum tilraunum sem vísað er til kemur fram að lirlurnar höfðu pósitífan vöxt fyrstu 2-4 vikurnar eftir klak þó þær væru eingöngu fóðraðar á plöntusvifi. Gerðar voru tilraunir með nokkrar mismunandi tegundir plöntusvifs s.s. *Phaeocystis pouchtii*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, *T. Bulbosa*. Markmið (A) var að meta magninntöku nokkurra ólíkra plöntusvifstegunda í samanburði við dýrasvif, og meta vaxtar viðbrögð þorsks fyrstu vikurnar eftir klak. Markmið (B) var m.a. að meta mismunandi gæði nokkurra plöntusvifstegunda sem fóðurs.

Í tilraun (A) kom berlega í ljós að minnstu lirlurnar dóu fyrst, þ.e. afkoma á fyrstu stigum virðist tengd líkamsstærð við klak. Það segir okkur að best sé að hafa klakfiskinn sem stærstan til að fá sem stærst og lífvænlegust hrogn. Einnig kom fram hjá Agnari Steinarssyni að lirlurnar úr minni hrognunum þurfa lengri tíma á lifandi fóðri áður en þær taka þurrfóðrið, þ.e. þær eru dýrari í framleiðslu. Í tilraun (A) kom í ljós í öllum sýnatökum til mælinga á magafylli að 10 –20% lirlfanna voru með tóman maga og verður sá hluti líklega að teljast á einhvern hátt vanskapaður. Í stuttu máli náðist mestur árangur með *Phaeocystis* plöntusvifi. Sjá Töflu 2.

	Líftími/dagar	Meðaldagvöxtur	% þroskaðs sunmaga	Looped gut
(a) <i>Phaeocystis</i>	24-25	5% (d 9-12)	90%	25%
(b) <i>Thalassiosira</i>	16-18	2.4% (d 8-11)	40%	0%
¹⁹ (c) Sultarhópur	14	0	0	0

Tafla 2 Samanburður á þörungategundum til fóðrunnar

Alla mælidagana var meira af litarefni (Chl a) í maga (a) en í (b).

Meðalþurrvgigt var eins og gefur að skilja næstum constant að þroskunarstigi 6-7 þegar kviðpokastigi var lokið.²⁰ Eftir það var stöðug aukning að stigi 10. Þegar vaxtarhlutfall var borið saman við þéttleika plöntusvifs í kerjunum kom í ljós þó nokkuð góð fylgni eða ($r = 0,89$).

Niðurstöður í skýrslu A segja svo ekki verður um villst að þorsklirfur sem eingöngu eru fóðraðar á plöntusvifi geta aukið þyngd sína og vaxið fyrstu 2-3 vikurnar. (Hins vegar er ýmislegt sem bendir til hraðari vaxtar þegar um lifandi fóður er að ræða). Í lirlfum sem safnað var saman við Lofoten í Noregi 1991 fannst hátt meðalhlutfall af "gut pigment" litarefni í maga á þroskunarstigi 4. Þetta staðfestir eldri rannsóknir um það að lirlfan byrjar að éta á degi 2 – 4(þroskunarstig 4) eftir klak, og þá plöntusvif. Í sömu rannsókn kom í ljós að lirlurnar byrjuðu ekki að éta dýrasvif fyrr en á þroskunarstigi 6 – 7. Á 9. og 10. þroskunarstigi var enn töluvert af plöntusvifi sem bendir eindregið til alætuhegðunar (omnivorous) þ.e. blanda af plöntu- og dýraáti.

- Margar rannsóknir hafa sýnt fram á að stærð fæðu getur verið mikilvægari en þéttleiki/magn fæðu.
- Solberg og Tilseth (1987) sýndu fram á að ljós hafði áhrif á vöxt nýklaktra lirlfa. Þorsklirfur sem lifa eingöngu á plöntusvifi ættu að geta náð að hámarki 6 – 7 % vexti á dag.
- Alætuæiginleikanna (omnivory) hjá þorski er vert að hafa í huga þegar tilraunir til stríðeldis eru framkvæmdar.

¹⁹ (d 9 –12) þýðir; dagar 9 –12 eftir klak.

²⁰ Hans Chr. Eilertsen: Lirlfustiginu er skipt upp í 10 þroskunarstig þar sem stig 1 þýðir nýklakið, 6-7 kviðpoki uppurinn, 10 myndbreytingu lokið, seiðastigi náð.

COPY

Nokkrar eldri tilraunir segja:

Í tilraun frá árinu 1987 náði ca. 0,5 % af upphaflegum þorsklirfustofni í gegnum allt myndbreytingarferlið. Í niðurstöðum þeirrar tilraunar er talað um að líkleg skýring þessa mikla dauða sé sú að plöntusvifið hafi ekki verið af réttri stærð.

Í tilraun frá 1988-90 segir: Það lítur ekki út fyrir að þorsklirfurnar byrji að éta lifandi fóður fyrr en 2 – 4 vikum eftir klak, sömu niðurstöður þessa efnis fengust í stríðeldi (lab), pokarækt og pollarækt. Vitnað er í nokkrar fleiri tilraunir sem sýna sömu niðurstöður.

Hér eru nokkur atriði úr tilraun B sem höfundar telja mikilvæg.

- Það er alltaf hærra hlutfall plöntusvifs en dýrasvifs í náttúrulegu umhverfi þorsklirfanna.
- Plöntusvif er minna en dýrasvif og sumar plöntusvifstegundir hafa ekki skel og eru því auðmeltanlegar. (Hér er líklega átt við að ef dýrasvifið er langt á undan þorsklirfunum í tíma á vorin getur það gerst að dýrasvifið sé einfaldlega orðið of stórt fyrir lirfurnar að éta.).
- Plöntusvif er mjög "miljöskapende" og inniheldur mörg mismunandi efni m.a. bakteríuhindrandi efni eins og Glucan.
- Það er líka oft mikill munur á lífefnafræðilegri samsetningu milli plöntusvifstegunda annarsvegar og plöntusvifs og dýrasvifs hinsvegar. Svo að segja allar fitusýrur í dýrasvifinu eru annað hvort "innbyggðar" eða teknar upp frá plöntusvifi.

Í öllum tilraununum átu lirfurnar plöntufóðrið og héldu "steady state" ástandi eða juku lengd og þyngd lítilsháttar á tímabilinu. Lirfurnar náðu þroskunarstigi 8 – 10 á plöntusvifsfóðrun eingöngu.

Helstu niðurstöður úr skýrslu B.

- Þorsklirfurnar eru grasætur fyrstu 2 – 4 vikurnar, þó svo að í einstaka tilfellum taki þær dýrasvif þá er plöntusvifið allavega mjög mikilvægur hluti fæðunnar.
- Í ákveðnum tilfellum seinkar mjög sjálfráni þegar um plöntusvifsfóðrun er að ræða.
- Það er einstaklega mikilvægt atriði að fóðrið sé af réttri stærð hvað varðar lifun og vöxt lirfanna. Fóðrið getur bæði verið of stórt og of lítið. Þetta á við um allar fóðurgerðir.

3.3.3 Þurrfóðrun

Þriðja og síðasta fóðrunaraðferðin sem við tökum fyrir er svokölluð þurrfóðrun. Hún byggir á því að í stað lifandi fæðu eru seiðin alin nær eingöngu á tilbúnu fóðri, þurrfóðri. Þessi kafli er að mestu byggður á tveimur skýrslum:

(C)

Early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet.

B. Baskerville –Bridges, L.J. Kling

School of Marine Science, University of Maine, USA.

Birt í Aquaculture (2000)

og

(D)

Development and evaluation of microparticulate diets for early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae.

B. Baskerville –Bridges, L.J. Kling

School of Marine Science, University of Maine, USA.

Birt í Aquaculture (2000)

Þó svo að talað sé um að fóðrað sé eingöngu á þurrfóðri þá er það staðreynd að allra fyrst eru lirfurnar aldar á lifandi fóðri, hjóldýrum og/eða Artemíu í nokkra daga. Munurinn liggur í því að tímenn sem lirfurnar eru aldar á lifandi fæðu er stytur gríðarlega, úr u.þ.b. 70 dögum niður í 20 – 35 daga. Þetta getur haft úrslitaáhrif hvað varðar fóðurkostnað og þ.a.l. hagnaðarmöguleika í greininni í heild, þ.e. þorskeldi. En sem komið er treysta þeir sem stunda og/eða stefna á þorskeldi nánast eingöngu á frumfóðrun með lifandi fóðri, aðferð I. Eins og kemur fram í útboðsgögnum til væntanlegra fjárfesta í þorskseiðaeldisstöð í Noregi (Cod culture Norway AS – Information Memorandum) þá virðast þeir stefna á lifandi fóður.

Í tilraun (D) sem talað er um hér að framan kemur fram að lifun þorsklirfa hafi verið 36,5 % á lifandi fóðri, 22,9 % á BioKyowa²¹ og 5 – 10 % á öðrum þurrfóðurtegundum á 39. degi eftir klak. Þessi tilraun var framkvæmd til þess að rannsaka virkni (effectiveness) fjögurra tegunda tilrauna þurrfóðurs (experimental diets), gegnt einni tegund af massaframleiddu fóðri (BioKyowa A –250) og lifandi fóðri (hjóldýr, artemía). Fóðurgerðirnar voru metnar eftir ákveðnum eiginleikum þeirra í vatnsmassanum, s.s. leka og sökkeiginleikum, fýsileika(magafylli), áragri í lifun og vexti og rannsóknum á fæðunni í innyflum þorsklirfanna (vefjafræðileg greining og meltanleiki). Í stuttu máli sagt náðist lang besti árangurinn með lifandi fóðri. Einnig náðist tölverður árangur með japanska fóðrið BioKyowa A – 250, en hinar fóðurtegundirnar, þ.e. tilraunafóðrið, voru langt fyrir aftan. Að mati skýrsluhöfunda munaði sennilega mestu um fýsileikann, lirfurnar langaði ekki í tilraunafóðrið, þ.e. magafylli þeirra var mun minni en hinna tveggja viðmiðunarhópanna. Framkvæmd tilraunarinnar var á þann hátt að á degi 2 eftir klak (e.k.) þ.e. þegar 50 % af kviðpokanum er horfinn var byrjað að ala á hjóldýrum. Þurrfóðrun hófst á degi 16 e.k. og var hjóldýrafóðrunin minnkuð um 12,5 % á dag í viku eftir að þurrfóðrun hófst. Lirfurnar sem voru fóðraðar á lifandi fóðri fengu hjóldýr frá degi 2 –33 e.k. og artemíu frá degi 27 – 39 e.k.

²¹ BioKyowa, japanskt massaframleitt þurrfóður sem gefið hefur einna besta útkomu í frumfóðrun seiða af þeim þurrfóðurtegundum sem enn eru komin á markað.

COPY

3.3.4 Nokkrir athyglisverðir punktar úr skýrslu (D).

Tilraunafóðurgerðirnar innihéldu svipað magn fitusýra en höfðu hærri prósentu af EPA og DHA en BioKyowa fóðrið. Magn EPA og DHA fitusýra í auðgaðri²² lifandi fæðu var lægra en búist hafði verið við og mun lægra en í tilraunafóðrinu.

Leki var hár í öllum tilfellum í tilraunafóðrinu. Allt að 60 % frírra amínósýra láku úr fóðrinu á innan við einni mínútu eftir að það kom í vatnsmassann og 70 – 80 % minnkun varð á fóðri innan 15 mínútna.

Lirfurnar sem fóðraðar voru á BioKyowa tóku vel við fóðrinu strax og á 29. e.k. mældust 66 % þeirra hafa yfir 60 % magafylli. Á sama tíma voru aðeins á bilinu 8 – 20 % lirfa á tilraunafóðri mæld með yfir 60 % magafylli. Hins vegar á degi 39 e.k. var mjög sambærileg magafylli á milli þeirra lirfa sem fóðraðar voru á BioKyowa og þeirra sem voru á tilraunafóðrinu.

Ergo- Lirfurnar voru lengur “að sætta sig við” tilraunafóðrið, þ.e. fýsileikinn virðist minni.

Enginn marktækur munur var á vigt milli tilraunahópa á degi 17 e.k. Á degi 29 e.k. var þyngd lirfa er fóðraðar voru á lifandi fóðri mun meiri en þeirra sem voru fóðraðar á þurrfóðri, og aftur var vigt þeirra sem fóðraðar voru á BioKyowa mun meiri en þeirra sem voru á tilraunafóðri. Þó nær engin þyngdaraukning hafi átt sér stað á 17. – 29. degi e.k. hjá þeim sem voru á tilraunafóðrinu, varð tvöföldun á þyngd þeirra milli daga 29 og 39 e.k. Vaxtarhlutfall þeirra lirfa var sambærilegt við það sem átti sér stað hjá BioKyowa hópnunum á sama tíma. *Sjá töflu 3*

Í smásjárskoðun kom í ljós að hóparnir sem aldir voru á lifandi fóðri og BioKyowa tóku til sín meiri fæðu en hinir hóparnir.

Þurrvigt, sértækt vaxtarhlutfall og lifun þorsklirfa.						
Gildin standa fyrir meðaltal fjögurra kerja.						
SGR¹ (% á dag)	Lifandi fæða	BioKyowa	C-MBD ³	C-MBD með LWC	Z-MCD ⁴	Z-MCD með LWC ⁵
17 -29 e.k.	7.7	6.7	0.4	-0.2	-1.9	0
29-39 e.k.	9.5	6.9	8	7.1	5.9	5.7
17-39 e.k.	17	13.8	7.3	7.1	4.5	4.3
Þurrvigt (mg)						
17 e.k.	0.55	0.47	0.51	0.51	0.58	0.6
29 e.k.	1.21	0.96	0.44	0.49	0.52	0.56
39 e.k.	3.14	1.92	0.98	0.99	0.94	0.97
Lifun² (%)	36.5	22.9	6.3	5.2	7	9.4

¹SGR, Sértækt vaxtarhlutfall
² Lifun þorsklirfa á degi 39 eftir klak
³ Carragenan microbound diet
⁴Zein microcoated diet
⁵ Lipid walled capsules

Tafla 3 Vöxtur og lifun þorsklirfa

Í umræðum í lok skýrslu (D) koma fram vangaveltur um að mismunandi árangur milli þurrfóðursins og lifandi fóðursins geti verið vegna minna fæðuframboðs þurrfóðursins. Þ.e. þurrfóðrið var gefið á tveggja tíma fresti, en eins og áður sagði varð 70 –80 % minnkun á fóðriðinu innan 15 mínútna eftir að það kom í vatnsmassan. Því gefur að skilja að löngum stundum var lítið fæðuframboð í kerjunum. Aftur á móti var lifandi fóður (hjöldýr, artemía) nánast alltaf til staðar í

²² Auðguð lifandi fæða er; hjöldýr og artemíur sem fóðruð eru á þar til gerðu fóðri sem hentar næringarþörf þorsklirfanna vel.

COPY

kerjunum, en það kemur til vegna þess að þessi dýr eru hreyfanleg og ná að synda um í vatnsmassanum milli gjafa.

Mismunur á lifun og vexti milli fódurtegunda virðist vera í stóru samhengi við fýsileika fæðu.

Lirfur aldar á BioKyowa tvöfölduðu þyngd sína á 12 dögum þ.e. milli 17 og 29. dags e.k.

DHA þörf þorsklirfa er áætluð vera um 16 –21 g/kg af þurrviggt fódurs. Hinar fjórar tegundir þurrfóðursins innihéldu 16 – 18 g/kg samanborið við 14 g/kg í BioKyowa og 2 g/kg í artemíu. Samkvæmt þessu lítur út fyrir að magn DHA í fæðu sé ekki takmarkandi þáttur fyrir vöxt og lifun þorsklirfa.

Þó svo að meltingarkerfi margra tegunda fiskilirfa sé vel útbúið til að melta náttúrulega fæðu er þeim ekki mögulegt að melta og nýta þurrfóður með sama árangri. Hjá þeim lirfum sem aldar voru á þurrfóðri bar á myndun fitubóla (lipid vacuoles) í þekjuvef meltingarveggar og þá sérstaklega í þarmafrumum. Minna bar á þessu hjá BioKyowa hópnum og ekki varð vart við þetta hjá lirfum sem fengu lifandi fæðu. Myndum fitubóla í þarmafrumum hefur verið tengt við fosfólípíð skort í lirfum vatnakarfa, sem lýsir sér í miklum afföllum og minni vexti. Fitubólurnar geta hafa myndast vegna þess að fitusýru upptakan var meiri en flutningsgeta þarmana réð við, þá vegna fosfólípíð skorts.

Í lokaorðum skýrslunnar segir:

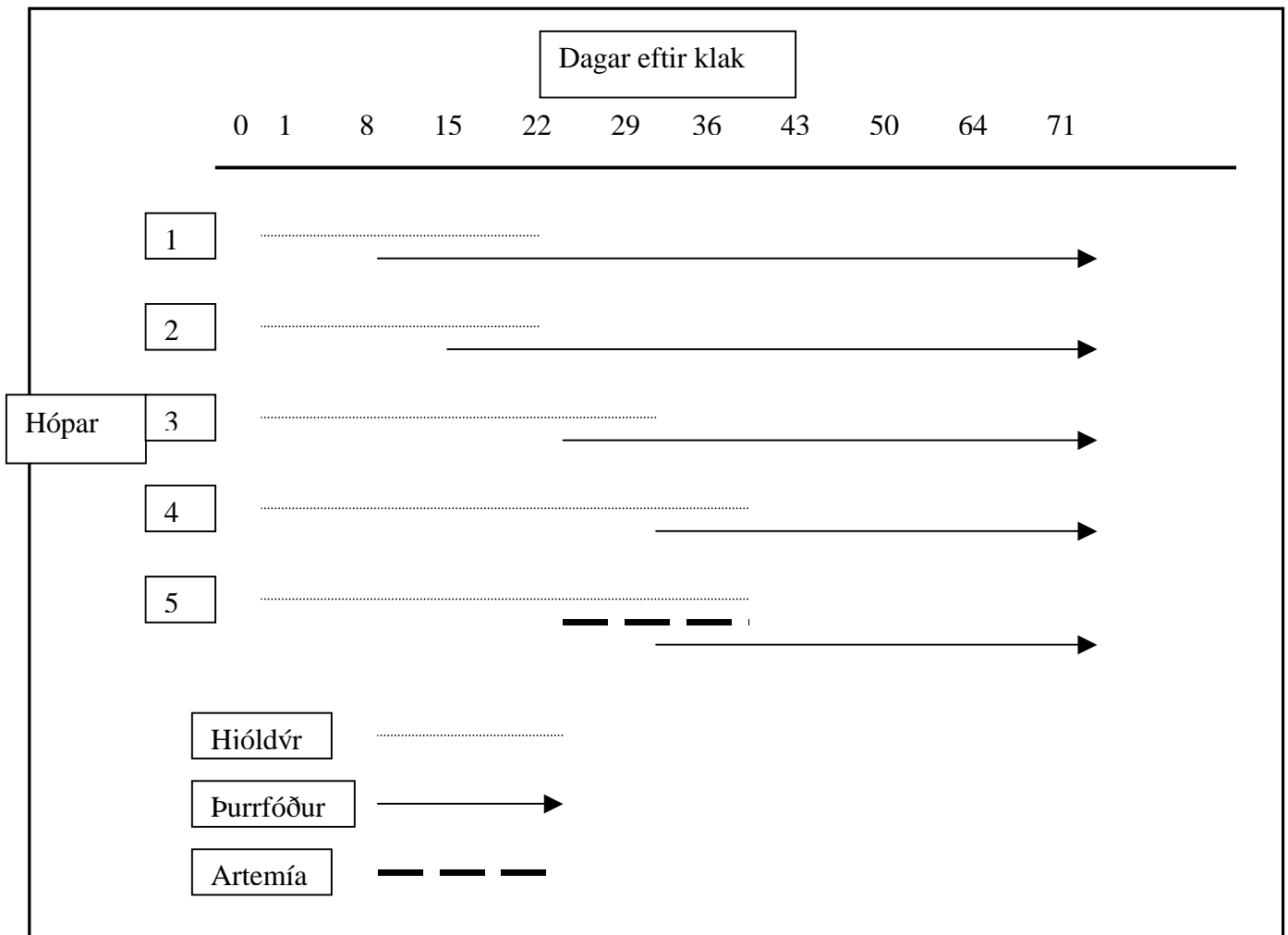
Startfóðrun þorsklirfa á þurrfóðri er eitt mikilvægasta atriðið fyrir fjöldaframleiðslu seiða. Hins vegar er oft erfitt að fá lirfurnar til að taka fódrið og er þar fýsileikinn ekki nógur m.v. lifandi fódrið. Lirfurnar virðast oft á tíðum nýta og melta þurrfóður verr en lifandi fæðu, þetta hefur kannski eitthvað með fitusamsetningu fódursins að gera. Frekari rannsókna og þróunar er þörf á þurrfóðrinu ef árangur á að nást í fjöldaframleiðslu þorskseiða með þessum hætti.

Samanburður á verði Artemíu og BioKyowa þurrfóðri miðað við nokkra mism. fódurstuðla á ca. 70 daga fódrunartímabili			
1 g Artemíuhrogna inniheldur ca.	250000 hrogn		
LIFANDI FÓÐUR			
Selco, fóður fyrir Artemíu kr/g	2,4	2,1	1,8
Verð á Artemíuhrognum kr/g	10,0	8,0	6,0
Fjöldi Artemía á seiði	500.000	250.000	150.000
Magn artemía á seiði	2	1	1
Fóðurstuðull/verð í ísl kr.	24,80	10,10	4,68
ÞURRFÓÐUR			
Fóðurstuðull BioKyowa	5,0	4,0	3,0
Verð á BioKyowa fóðri kr/g*	4,5	4,5	4,5
Verð á framleiddu gr	22,5	18	13,5
Þyngdaraukning pr. Seiði	0,3	0,3	0,3
Fóðurstuðull/verð í ísl kr.	6,75	5,4	4,1
*Verð á BioKyowa fóðri er áætlað út frá 5 ára gömlu verði.			

Tafla 4 Samanburður á fódurverði

COPY

Í tilraun (C) voru 5 tilraunahópar. Allir hóparnir voru fyrst aldir á hjóldýrum í mislangan tíma þó. Hópar 1 og 2 í 22 daga, hópur 3 í 29 daga og hópar 4 og 5 í 36 daga. Byrjað var að fódra hóp 1 með þurrfóðri á 8. degi e.k. og því var um blandaða fódrun að ræða í 2 vikur. Hópur 2 fékk þurrfóður fyrst á degi 15 e.k. og því var þar um að ræða blandaða fódrun í eina viku. Hópur 3 fékk þurrfóður á degi 29 og blandaða fódrun í eina viku. Hópur 4 fékk þurrfóður á degi 29 og blandaða fódrun í eina viku. Hópur 5 var eins og hópur 4 nema á 10 daga tímabili var hann fódraður líka með artemíu þ.e. frá degi 26 að 36. Á því tímabili gátu lirfurnar því valið um 3 gerðir fæðu. Hitastig vatnsins var 6 – 8 °C fram að klaki en þá var hitastigið hækkað um 1 °C á dag þar til hitastigið var 10 –11°C. *Sjá mynd 13*



Mynd 13 Fódrunartilraun þorsklirfa

COPY

Notkun lifandi fódurs á fyrstu lífsstigum lirfanna er í dag talin algjörlega nauðsynleg ef árangur á að nást í fjöldaframleiðslu seiða. Vandamálið er kostnaður, þetta er dýrt fóður.

Le Ruyet et al. (1993) reiknaði út að lifandi fóður er aðeins 1,6 % af heildarþurrvigti fódursins sem lirfurnar innbyrða fyrstu 3 mánuði ævinnar, en væri hinsvegar 50 % fódurkostnaðar á sama tímabili. Artemían ein stendur fyrir 40 % kostnaðarins og því 80 % af kostnaði við lifandi fóðrið. Á þessu sést hve miklu það mundi skipta að geta losnað við, þó ekki væri nema artemíuna úr fóðrunarferlinu.

Helstu ástæður lélegs árangurs með tilbúið þurrfóður í frumfóðrun gætu verið vegna: Lágs meltingarhlutfalls vegna lítils fýsileika eða stutts viðstöðutíma í vatnsmassanum. Lágs meltanleika fódursins vegna ónógrar meltingarensíma virkni.

Lélegrar næringarefnasamsetningar fódursins, auk þess sem *Roselund et al. (1993)* bendir á að fóðrun með þurrfóðri getur haft umtalsverð neikvæð áhrif á vatnsgæðin, sem lýsir sér í miklum afföllum hver sem næringarfræðileg samsetning fódursins er.

3.3.5 Nokkrir punktar úr niðurstöðum skýrslu (C).

- Lirfurnar úr hópi 1 sem fengu 14 daga blandaða fóðrun, frá degi 8 – 22 voru umtalsvert stærri en í hóp 2 sem fékk 7 daga blandaða fóðrun, frá degi 15 – 22. Lirfurnar úr hópi 5 sem fengu Artemíu í 10 daga voru mun stærri en allar hinar lirfurnar. Þessi munur hélst út alla tilraunina þ.e. á degi 71, lokadegi tilraunar voru þær bæði lengri og þyngri en hinar.
- Hæsta sértæka vaxtarhlutfallið (SGR) náðist í hóp 5, artemíuhópnum eða 9 % á dag. Vaxtarhlutfall hinna hópanna var hæst á milli 8,2% og 8,6% á dag.
- Öfugt við eldri tilraunir varð ekki vart við sjálfrán í þessari tilraun.
- Í öllum hópunum tókst að ná fram vexti og fódra lirfurnar fram yfir myndbreytingu á þurrfóðri (>20 mm).
- Þorsklirfur voru ræktaðar fram yfir myndbreytingu án þess að nota artemíu.
- Þó svo að engin munur hafi verið á lifun þessara hópa, með eða án artemíu, þá hefur artemían greinileg jákvæð áhrif á (SGR) vöxt.
- Lirfur í hóp 4 (engin artemía) náðu 13 mg þurrvigti á 71 degi. Lirfur í hóp 5 (artemía í 10 daga) náðu 20 mg þurrvigti á sama tíma.
- Viðbót artemíu í fæðuna kom út sem 150 % aukning í líkamsþyngd lirfanna samanborið við hóp 4 sem fékk enga artemíu en var eins að öðru leyti.

3.4 Þéttleiki

Tilraun (E).²³

Markmið tilraunarinnar var að rannsaka vöxt og lifun þorsklirfa við mikinn þéttleika. Um fjóra mismunandi þéttleikahópa var að ræða, þ.e. 50, 100, 200 og 300 lirfur á líter. Byrjað var að fódra á hjóldýrum á degi 3 e.k. og til dags 22 e.k. en fódrað á artemíu frá degi 15 e.k. til enda tilraunar sem var á degi 36 e.k. Því var um blandaða fóðrun að ræða í eina viku.

Enginn stór munur var á lifun og vexti í þessum fjórum tilraunahópum. Þetta styður þá kenningu að þorsklirfur má ala í miklum þéttleika. Í einu af fjórum kerjum með 300 lirfur á líter í þéttleika myndaðist ammóníak eitrun vegna lélegra vatnsgæða. En þetta er helsta hættan við ræktun í miklum þéttleika þ.e. að upp komi eitranir og sýkingar. Hins vegar hefur verið sýnt fram á²⁴ að sjálfrán og “aggressíf” hegðun þorsklirfa minnkar gríðarlega í miklum þéttleika, þá virðist félagslegi þátturinn detta út að mestu leiti þ.e. þá er ekki til staðar nein goggunarröð (þekkt úr laxveiði).

Möguleikinn á að rækta þorsklirfur í miklum þéttleika gæti minnkað heildar framleiðslukostnað í seiðaðeldi vegna þess að þá þarf ekki eins marga starfsmenn í annars vinnuafslfreku ferli.

3.5 Kjörhiti og vaxtargeta

Hér verður stuðst við niðurstöður úr rannsókn Agnars Steinarssonar og Björns Björnssonar sem birtar voru í *Journal of Fish Biology* (1999) 55. Rannsóknin bar titilinn “*The effects of temperature and size on growth and mortality of cod larve*” og einnig verður stuðst við upplýsingar úr “Rannsóknaráætlun Hafrannsóknarstofnunar fyrir árið 2001”. Markmið tilraunarinnar var að rannsaka áhrif hitastigs á vöxt og lifun þorsklirfa og að skilgreina hvernig kjörhitastig og hámarks vaxtarhlutfall breytist með stærð. Niðurstöðurnar gefa til kynna að “optimal” vaxtar hitastig þorsklirfa hækki með stærð, innan þeirra stærðarmarka sem rannsökuð voru. Þessu er öfugt farið hjá ókynþroska þorski.

Hafró hefur gert rannsóknir á áhrifum hitastigs á vaxtarhraða og fóðurnýtingu þorsks á stærðarbilinu 2 – 2000 g (Björnsson, Steinarsson og Oddgeirsson). Helstu niðurstöður voru þær að kjörhiti vaxtarhraða lækkaði línulega með stærð á log skala (slope – 1,43) frá 17°C fyrir 2 g seiði niður í 7°C fyrir 2 kg fisk. Kjörhiti fóðurnýtingar var að jafnaði 1 – 2 °C lægri en kjörhiti vaxtarhraða.

Kjörhitastig til ræktunar á þorsklirfum og ungum seiðum er sennilega einhverskonar málamiðlun á milli kjörhitastigs lifunar og kjörhitastigs vaxtar. Líklegast vex hitastigið fyrst að ákveðnum topppunkti, áður en það fer að lækka aftur. Kjörhitastig lifunar var svipað fyrir alla stærðarhópana eða á bilinu 8,5 – 8,8°C.

²³ Bridges, Baskerville, L.J. Kling.2000

²⁴ De Silva, Macintosh. 1984

COPY

3.6 Sjálfrán.

Eitt af helstu vandamálunum í þorskeldi er sjálfrán (cannibalism), þó er það kannski helst vandamál hjá smærri fiskinum, lirfum og seiðum. Talið hefur verið að ef langur tími líði á milli fóðurgjafa ýti það undir “aggressífa” hegðun og sjálfrán hjá seiðunum. Einnig er talið að ljós geti haft áhrif á sjálfrán, þ.e. daglengd.

Í rannsókn sem birt var árið 1993 sem Arild Folkvord og Håkon Otterå framkvæmdu og bar nafnið; Effects of initial size distribution, day length and feeding frequency on growth, survival and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*). Tafla 4 sýnir niðurstöður úr hluta af þessari rannsókn, einnig komu eftirfarandi punktar fram.

- Upphafleg stærðardreifing í kerjum hafði gríðarleg áhrif á vöxt og sjálfrán hjá 0,6 g þorski en ekki hjá 10 g þorski. Sjálfráns varð vart þegar max:min þyngdarhlutfall náði 3,5:1 og var aðal orsök affalla þegar hlutfallið fór yfir 8,5:1
- Nærvera stærri þorsks (u.þ.b. 50 % lengri þorsk bætt í ker) hafði áberandi áhrif á heildar afföll og sjálfránshlutföll.
- Sjálfránshlutföll voru hæst þar sem upphafleg stærðardreifing var mest.
- Há sjálfránshlutföll voru einungis í nokkrum kerjum hjá minnstu seiðunum, þó svo að hlutfallsleg stærðardreifing hafi verið sú sama eða svipuð hjá stærri seiðunum.

Áhrif daglengdar og fóðrunartíðni á vöxt og lifun					
Hópur	Meðferð	Heildar afföll % á dag	Náttúruleg afföll % á dag	Afföll v. sjálfráns % á dag	Meðal vaxtarhl.f. % á dag
5	16klst L :8M, 16 klst fóðrun	0,31	0,24	0,07	2,48
6	24klst L :0M, 16 klst fóðrun	0,27	0,16	0,11	2,77
7	Fóðrun á 1 mín fresti	0,33	0,16	0,18	2,62
8	Fóðrun á 8 mín fresti	0,41	0,24	0,18	2,64
9	Fóðrun á 32 mín fresti	0,43	0,26	0,17	2,75
10	Fóðrun 4 sinnum á dag	0,44	0,24	0,2	2,64

L= Ljós, M= Myrkur Dökka línan aðskilur daglengdartilraun frá fóðrunartilraun

Tafla 5 Áhrif daglengdar á vöxt og lifun.

- Stærðarháð afföll benda til að sjálfrán hjá þorski sé takmarkað af gin/munn opnun eins og hjá mörgum öðrum tegundum.
- (De Angelis et al.,1980) sýndi fram á að upphafleg stærðardreifing sé mikilvægari en sífellt framboð á fæðu hvað varðar afföll á síðari stigum.
- Það hefur sýnt sig að sjálfrán minnkar mikið með aukinni stærð hjá vatnakarfa. (Van Damme et al. 1989)

COPY

Brawn (1961) fann það út að stærri þorskseiðin sýndu ekki aggressífa hegðun innan 10 mínútna frá fódrun. 8 mínútna biðtími milli fódrona í tilraun III²⁵ gæti þess vegna hafa dregið úr árásarhneigð. Fódrunartíðnir frá einu sinni á mínútu til fjórum sinnum á dag sýndi ekki fram á neinn mun í vexti eða afföllum í þessari tilraun.

Fiskar sem stunda sjálfrán vaxa hraðar en þeir sem éta þurrfóður.

Jafnvel þótt hlutfallslegt mikilvægi stærðardreifingar líti út fyrir að vera meira hjá smærri seiðunum en þeim stærri, þá hefur mismunandi stærðardreifing áhrif á lifun til lengri tíma litið.

Í tilraun sem Arild Folkvord framkvæmdi og birt var í *Aquaculture* (1991) og bar nafnið; *Growth, survival and cannibalism of cod juveniles (Gadus morhua): effects of feed type, starvation and fish size*, koma fram eftirfarandi punktar.

- Lifun var meiri hjá 0,2 g þorski sem fódraður var á dýrasvifi en hjá þeim sem fengu þurrfóður, 63% vs. 38% yfir fjögurra vikna tímabil.
- Meðal sjálfránshlutfall var hærra hjá þurrfóðraða fiskinum en hjá þeim sem fékk dýrasvifið, 16% vs. 3%, yfir sama tímabil.
- Samanburður á lifun tveggja tilrauna (1985 og 1986) þar sem í annari tilrauninni var 0,2 g þorskur en í hinni 8g þorskur, kemur í ljós að 50 % lifun var hjá minni fiskinum en 98% lifun hjá þeim stærri. Meðal sjálfránshlutfall var hærra hjá 0,2 g þorskinum eða 10% á móti 2% hjá þeim stærri yfir fjögurra vikna tímabil.
- Fylgst var beint með sjálfráni hjá 0,2 g hópnum. Fórnlömbin voru gleypst bæði með hausinn fyrst og sporðinn fyrst.
- Stundum mátti rekja náttúrulegan dauðdaga til misheppnaðra sjálfránstílauna.
- Sjálfrán getur orðið allsráðandi ef að stór hópur "fjölskyldunnar" í sama kerfi tekur ekki þurrfóðrið t.d. vegna ónógs fýsileika.
- Það lítur út fyrir að sjálfránshcegðun sé ekki endilega óforbetranleg. Í 0,2 g hóp sem sveltur var í eina viku en var svo fódraður aftur á dýrasvifi, dró úr sjálfráni á tveggja vikna tímabili úr 4% niður í 0%.
- Í þessari tilraun var um 5 sinnum hærra hlutfall sjálfráns hjá 0,2 g þorskinum en hjá 8 g þorskinum.
- Sjálfránshlutföll hjá hópum þorskseiða voru lág þegar hlutfallsleg stærðardreifing var lítil. Hópar með minnsta breytileikann í lengd hjá 8 g þorskinum voru nánast alltaf með hæsta lifun.
- Til þess að sjálfrán eigi sér stað þarf lengdarhlutfall milli rándýrs og bráðar að vera um 1,7 eða hærra.
- Breytingartímabilið frá lifandi fódri yfir í þurrfóður er mjög krítískt hvað varðar sjálfrán, dauða og minnkandi vöxt.
- Hægt er að flokka og höndla fisk á stærðarbilinu 0,1 – 0,5 g með árangursríkum hætti áður en skipt er um fóður. (Því miður eru engar leiðbeiningar um hvernig þessi flokkun fer fram).

²⁵ Folkvord Arild, Ottera, Hákon. 1993

COPY

3.7 Samantekt

Það sést greinilega í þessum kafla að dýrasta aðferðin er best. Þ.e. frumfóðrun með lifandi fóðri skilar bæði mestum vexti og mestri lifun(survival). Miðað við aldur þeirra heimilda sem tóku á plöntusvifsfóðrun (um og fyrir 1990) má draga þá ályktun að menn hafi lagt þá hugmynd í salt, hafi ekki haft trú á henni. Margir góðir punktar koma þó fram í þeim skýrslum, sem unnið var upp úr, sem vert er að hafa í huga. T.d. alætueiginleika þorsklirfa (omnivory), stærð, meltanleika, fitusýru- og efnainnihald ákveðinna þörungum tegunda, og kostnað við framleiðslu á þörungum. Framtíðarsýn þorskeldis manna er greinilega frumfóðrun lifra á þurrfóðri.

Le Ruyet et al. (1993) reiknaði út að lifandi fóður er aðeins 1,6 % af heildarþurrvigt fóðursins sem lifurnar innbyrða fyrstu 3 mánuði ævinnar, en væri hinsvegar 50 % fóðurstofnaðar á sama tímabili. Artemían ein stendur fyrir 40 % kostnaðarinnar og því 80 % af kostnaði við lifandi fóðrið. Á þessu sést hve miklu það mundi skipta að geta losnað við, þó ekki væri nema artemíuna úr fóðrunarferlinu. Þó ýmislegt hafi verið gert þá er gríðarlegt rannsókn- og þróunarstarf en óunnið. Gríðarlegt atriði, hvað varðar hagkvæmni greinarinnar í heild, er að ná framleiðslukostnaði seiða niður.

Helstu vandamál við seiðaframleiðsluna virðast vera;

- Dýr fóðrun (lifandi fóður)
- Sjálfrán
- Vantar skilvirkar flokkunaraðferðir á minnstu lifrunum
- Vart þarf að taka fram að síun sjávar (helst niður í eitt míkron), almennt hreinlæti og varfærnisleg umönnun seiða og lifra eru fyrirbyggjandi þættir hvað varðar sjúkdóma og stress.

Þeir sem horfa til þorskseiðaeldis ættu að hafa fyrrnefnd atriði í huga og umfram allt þolinmæði, þolinmæði og aftur þolinmæði. Hvað þetta varðar er vert að hafa í huga sögu lúðuseiðaeldisstöðvar Fiskeldis Eyjafjarðar á Hjalteyri. Árið 1988 komu fyrstu klakfiskarnir í hús. Árið 1989 hrygndi aðeins einn fiskur um vorið og úr því náðust tvö lífvænleg seiði. Í ár, 11 árum síðar, er framleiðslan 400 þúsund seiði, og er það um 60% af heimsframleiðslu lúðuseiða.

Það er því deginum ljósara að það að fjárfesta í seiðaeldisstöð er langtímafjárfesting og ekki raunhæft að búast við skjótfengnum gróða. Ef menn gefa sér tíma, vinna vinnuna sína og trúa á verkefnið er allt hægt.

COPY

4 Matfiskaeldi

4.1 Eldisaðferðir

Þær aðferðir sem notaðar hafa verið við fiskeldi og þykja raunhæfastar eru: Sjókvíaeldi, landeldi, skiptiöldi og fjarðareldi. Þessar eldisaðferðir ganga allar út á það að ala fisk til slátrunar eftir mismunandi forsendum. Miklar umræður hafa farið fram um kosti og galla þessara aðferða og verður það helsta í þeim málum tínt hér til ásamt stuttlegri kynningu á eldisaðferðunum.

4.1.1 Landeldi

Landeldi fer eingöngu fram á landi. Fiskur er alinn í kerjum eða tönkum þangað til hann hefur náð fullri sláturstærð. Sjó og/eða grunnvatni sem hitað hefur verið upp og súrefnisbætt er dælt í kerin²⁶. Með því að hita vatnið/sjóinn er hægt að ná kjörhita hverar þyngdar, því kjörhiti lækkar með aukinni þyngd. Mjög dýrt er að byggja slíka stöð. Daglegur rekstur felst fyrst og fremst í fóðrun sem er oft að miklu leiti sjálfvirk, og slátrun á fiski.²⁷ Í landeldi er hægt að hafa mikla yfirsýn yfir alla þá líffræðilegu umhverfispætti sem við koma slíkum rekstri. Veigamesti þátturinn er að hafa góð gæði á vatni/sjó sem notaður er í kerin. Hægt er að endurnýta vatnið í stöðinni með síun og sparast þá mikil dælingarkostnaður. Veðurfar hefur minni áhrif á landeldi en í sjókvíaeldi og eru afföll og áhætta minni ef rétt er staðið að málunum. Mikilvægt er eins og í sjókvíaeldi að stærðarflokka fiska til að koma í veg fyrir afrán.

Þó nokkrar landeldisstöðvar voru byggðar á Íslandi eftir 1980 en rekstur þeirra gekk mjög treglega vegna þess að rekstrarkostnaður stöðvanna var of mikill og reksturinn var ekki samkeppnishæfur við sjókvíaeldi.²⁸ Eini möguleiki landeldisstöðva (strandeldi) er að ala upp fisk sem hefur mjög hátt markaðsverð eins og sandhverfa sem ekki er hægt að ala upp í sjókvíaeldi²⁹.

4.1.2 Fjarðareldi

Fjarðareldi er hugmynd Björns Björnssonar. Þessi hugmynd var framkvæmd á Stöðvarfirði. Fjarðareldi gengur út á það að fódra villtan fisk í sínum náttúrulegu heimkynnum. Villtum fiski er safnað saman með því að venja hann á hljóðmerki um leið og hann er fódraður. Bát er siglt yfir fyrirfram ákveðið svæði og fóðurbarki er settur í sjó og fódri dælt niður um hann. Fódrað er 3 sinnum í viku allt árið og var notuð síld og loðna.³⁰ Með því að venja þorsk á slíkar fóðurgjafir er hægt að ná umtalsverðu magni af þorski á sama stað og auka þyngd hans. Þegar þorskurinn hefur náð ákveðinni stærð er hann veiddur með hefðbundnum veiðiaðferðum, en tilkostnaðurinn á að verða lítill, því mikið magn ætti að vera á litlu svæði. Markmiðið

²⁶ Eldisbóndinn.

²⁷ Björn Knútsson. 1997

²⁸ Valdimar Gunnarsson. 1992

²⁹ Agnar Steinarsson, Björn Björnsson, Matthías Oddgeirsson. 2000

³⁰ Björn Björnsson. 1994

COPY

með þessu er að stunda þorskeldi með sem minnstum tilkostnaði, því eingöngu þarf að kaupa bát og fóður.

Þessi aðferð hefur bæði kosti og galla. Stærsti gallinn er sá að friða verður mjög stórt svæði fyrir veiðum, því að þorskurinn syndir ekki bara á því svæði sem hann er fóðraður á. Ef að svæðin væru ekki friðuð gætu aðrir sem leggja ekki út í neinn kostnað við þetta notið góðs af. Yfirsýn yfir eldisferlið er lítil, því hegðun þorsksins er dyntótt og lítt þekkt. Óvíst er hvort fleiri fiskar bætist í hópinn og þorskurinn taki fæðið.³¹ Ekki er ólíklegt að komi upp afrán á þorski frá öðrum tegundum eins og sel, því gæti svo farið að þessi fiskur myndi innihalda meira magn af hringormi en villtur þorskur sem alinn er á annan máta.

Kostir eru þeir að fjárfestingin er lítil og hægt er veiða fiskinn þegar verð er hátt á mörkuðum. Kostnaður við fóðrun á ekki að vera mikill ef þorskurinn tekur fóðrið, því reiknað er með að fóðurstuðull þorsks sem fóðraður er með uppsjávarfiskum sé um og yfir 3.³² Verð á uppsjávarfiski er ekki hátt og því er fóðurkostnaður lítill ef ekki þarf að frysta fóðrið til geymslu.

4.1.3 Sjókvíaeldi

Þessi aðferð er sú sem er mest notuð við eldi í Evrópu og hafa þjóðir á borð við Noreg, Skotland og Færeyjar náð miklum árangri með þessa aðferð. Sjókvíaeldi gengur út á það að ala seiði eða smáfisk upp í sláturstærð í kvíum sem staðsettar eru í sjó, og eru kvíarnar ýmist landfastar eða staðsettar einhvern spöl frá landi. Hægt er að ala villtan fisk sem hefur verið veiddur og settur í kvíarnar eða seiði sem hafa verið alin upp á landi. Flokka þarf fiskinn eftir stærð til að koma í veg fyrir sjálfrán, því töluverð hætta er á því að stór fiskur éti þann minni ef að þeir eru hafðir saman kví. Helsti kostur kvíaeldis er að stofnkostnaður og kostnaður við rekstur er ekki mikill samanborið við landeldisstöð og miklar framfarir hafa átt sér stað í þróun kvía og allri sjálfvirkni við eldið. Hægt er, eins og við hinar aðferðirnar að slátra fiski þegar verð er hátt og framboð lítið á mörkuðum.

Minni yfirsýn er við eldisferlið samanborið við landeldi. Hér við Íslandsstrendur hafa menn sem stunda þennan rekstur þurft að glíma við mikinn veðurofsa og breytilegt hitasig sjávar. Afföll geta verið mikil af völdum þessara þátta. Í norskum fjörðum eru mun betri aðstæður til sjókvíaeldis en hér, vegna herra hitastigs sjávar, dýptar fjardanna og skjólsældar þeirra, því er vaxtarhraði þar mun meiri og jafnari yfir árið en hér.

Alltaf er sú hætta til staðar að sjúkdómar berist í fiskinn frá öðrum fiski sem lifir í kringum stöðina. Hægt er að mestu að koma í veg fyrir sjúkdómasmit með bólusetningu.

4.1.4 Skiptiöldi

Skiptiöldi er aðferð sem nýbyrjað er að nota á Íslandi og er hún eiginlega sambland af landeldi og kvíaeldi. Fiskurinn er þá alinn í kerjum á landi, upp í meiri stærð en tíðkast í hefðbundnu kvíaeldi. Sú stærð sem seiðin eru alin upp í á landi, miðast við

³¹ Björn Knúttsson. 1997

³² Björn Björnsson. 1997

COPY

Það að mesta þyngdaraukningin eigi sér stað í sjó á sem stystum tíma þegar aðstæður í sjó eru góðar. Fiskurinn er yfirleitt settur í kvíar í maí og slátrað fyrir jól³³. Helsti kostur skiptieldis fram yfir hið venjulega sjókvíaeldi er að fiskurinn er ekki allt árið í kvíunum, hann er því ekki í sjó á meðan verstu vetrarveðrin geysa og sjávarhiti er lægstur. Það minnkar þá áhættu að fiskurinn drepist sökum ofkælingar eða öðrum þeim afleiðingum sem vetrar hörkur hafa í för með sér.

Þrátt fyrir ýmsa galla verður þó að telja kvíaeldi raunhæfasta valkostinn við þorskeldi og miðast útreikningar og umfjöllun á næstu síðum við það.

4.2 Sjúkdómar og afföll³⁴

Heilbrigðisástand eldisfisks hefur á undanförunum árum farið stöðugt batnandi. Þannig hafa afföll vegna smitsjúkdóma, bakteríu- og veirusýkinga í eldi hér við land, fallið úr 20-25% niður í 1-4% á nokkrum árum³⁵. Þennan árangur er helst að þakka miklum rannsóknum, forvarnarstarfi, áherslu á hreinlæti og bólusetningu seiða, áður en þau fara í sjó. Þau bóluefni sem þróuð hafa verið, eru í mörgum tilvikum samsett svo þau virki gegn fleiri en einni tegund sýkinga. Þó að hér sé fyrst og fremst um eldislax að ræða, má ætla að sú þekking og reynsla og þær aðferðir sem þróaðar hafa verið til að halda sjúkdómum í skefjum þar, megi að nokkrum hluta, yfirfæra á þorskeldi.

Þorskeldi hér við land er enn sem komið er smátt í sniðum og á tilraunastigi. Sjúkdómar hafa ekki³⁶ komið upp við þetta eldi og hefur fiskurinn reynst á allan hátt heilbrigður³⁷. Þó að þorskeldi hafi sloppið við sjúkdóma enn sem komið er, gæti annað verið uppá teningnum með fjölgun stöðva, auknum þéttleika, flutningi seiða og hrognna milli svæða og nýjum neyslunum fisksins. Þekktir sjúkdómar eiga þá aðveldara uppráttar og nýir geta bæst í hópinn.

Hér verða nefndir nokkrir þeir þættir sem ógnað hafa heilbrigði eldisfisks og þær ráðstafanir sem bestar hafa reynst til að tryggja heilbrigðið.

4.2.1 Vírusar³⁸

Vírusar sýkja með því að ráðast inní og setjast að í frumum hýslanna og eyðileggja þær.

Algengasti vírus í þorski er **VEN** (*e. virus etythrocytic necrosis*). Þetta er vírus sem sest í rauðu blóðflögurnar sem svo aftur leiðir til blóðleysis. Ekki er þekkt hvort vírusinn einn og sér leiðir til dauða. Þó að fiskur sé sýktur af þessar veiru getur hann verið með öllu einkennalaus. Á hinn bóginn er það þekkt að sýktur, stressaður fiskur þoli verr súrefnisskort og hafi minna viðnám gegn víbríósýkingum. Í villtum fiskum mun sjúkdómurinn herja frekar á yngri fisk. Við hærra hitastig og aukið stress minnkar mótstaðan gegn sjúkdómnum. Vírusinn mun geta smitast með vatni, smit í

³³ Morgunblaðið. 2000

³⁴ Gísli Jónsson. 1997

³⁵ Gísli Jónsson. 1997

³⁶ Rétt er að benda á samantekt sem gefin verður út á næstunni (sennilega í Jan 2001) um þetta efni af tilraunastöðinni á Keldum

³⁷ Gísli Jónsson. 1997

³⁸ KPMG. 2000 bls. 78-92

COPY

gegnum fóður er óþekkt. Smitið tekur 30-60 daga og sýkist um 60% af rauðu blóðkornunum en eftir nokkrar vikur gengur smitið til baka og fiskurinn verður góður sem aldrei fyrr.

Ekki eru til neinar heimildir um þennan vírus hér við land og er þessi umræða unnin úr norskum skýrslum.

4.2.2 Bakteríusýkingar

Vibrío – *Vibrio* spp.

Til eru nokkrar gerðir *Vibrío*. Um smitleiðir þeirra er margt á huldu en ýmislegt bendir þó til að svo kölluð krosssmit geti átt sér stað. Þá er átt við að ein tegund fiskjar t.d. síld, beri í sér bakteríuna en smiti svo aðra tegund t.d. þorsk.

*Vibrio anguillarum*³⁹ er góðkuningi eldismanna um heim allan. Bakterían orsakar sjúkdóminn *Vibríósa* eða klassíska *Vibríu*. *Vibríósa* er einskonar sárásótt og koma einkennin fram hjá þorski sem sár og blæðingar í roði og tálknum. Norskar rannsóknir benda og til þess að sýkingin geti lagst á augun, fyrst á hornhinnuna og svo jafnvel á augað sjálft, þannig að fiskurinn missi augað. Stærstu og dýpstu sárin verða á haus (í kringum augum), á uggum en aðallega þó á sporði. Ýmsar vísbendingar eru um að þessi sjúkdómur gæti orðið sá skæðasti í þorskeldi. Í tilraun um áhrif fóðurs á vöxt þorsks í eldi kemur fram að baktería þessi hafi komið upp og þurfti að slátra einum hóp af tíu vegna hennar⁴⁰.

Vibrio viscosus eða vetrarsár er, eða var, algeng bakteríusýking í Laxi. Með þróun stungubóluefnis og notkun þess hefur náðst mikill árangur í baráttunni gegn þeirri bakteríu⁴¹.

Vibrio salmonicida - Hítarveiki eða kaldvatnsvíbríósa var greind á Íslandi í laxeldi árið '93. Með skjótum viðbrögðum og öflugum forvarnastarfi tókst að komast fyrir sjúkdóminn. Bóluefni á stærstan þátt í því að tekist hefur að halda sjúkdóminum niðri⁴². Þessi baktería var nánast óþekkt fyrir '79 í Noregi en dúkkaði þá allt í einu uppi⁴³. Hún er því ágætt (eða slæmt) dæmi um áður óþekktar bakteríusýkingar sem upp koma við stríðeldi.

*Kýlaveiki (Aeromonas salmonicida)*⁴⁴

Einkenni sjúkdómsins eru, eins og nafnið gefur til kynna, kýli og sár á utanverðum fiskinum. Bakterían framleiðir og sendir frá sér kröftug eiturefni sem eyðileggja frumur og vefi fisksins.

Sjúkdómur þessi hefur verið einn mesti skaðvaldurinn í eldi. Erfitt hefur verið að bregðast við honum og skiluðu hvorki lyfjameðhöndlun né bólusetning, fullnægjandi árangri til að byrja með. Hin síðari ár hefur þó náðst æ betri árangur í barráttunni gegn þessum vágæsti. Kjörhiti bakteríunnar er í kringum 20°C og er þá bakterían

³⁹ KPMG. 2000 bls.78-92

⁴⁰ Brown Joseph A., Clark Donald S., Goddard Stephen J., Moir Jonathan;. 1995

⁴¹ Gísli Jónsson.1997

⁴² Gísli Jónsson.1997

⁴³ KPMG. 2000 bls.78-92

⁴⁴ Gísli Jónsson, Brynjólfur Sandholt. 1996

COPY

skæð og bráðdrepanði, við 7-13° C er bakterían hinsvegar langvinnari. Bakterían getur lifað við enn lægra hitastig en liggur þá í dvala.

Kýlaveiki hefur lengi fylgt manninum og tilraunum hans til að flytja fisk á milli búsvæða, ala fisk, eða breyta hans búsvæðum. Fyrstu lög heimsins um fisksjúkdóma voru einmitt sett gegn höfuðs honum á Bretlandseyjum árið 1937.

Kýlaveikibróðir (*Aeromonas achromonogenes*) er svo "litli bróðir" kýlaveikinnar og um margt líkur bróður sínum, nema heldur vægari og sennilega viðráðanlegri.

Aðrir sjúkdómar⁴⁵

Nokkur önnur dæmi eru um sjúkdóma hjá þorski, þar sem ástæðurnar eru óljósar, mjög flóknar, eða hreinlega líffræðilegar t.d. krabbamein og því illviðráðanlegar. Tíðni þessara "annarra sjúkdóma" er nokkuð há og verður ekki framhjá henni litið við rannsóknir sjúkdóma hjá þorski.

Sníkjudýr⁴⁶

Sníkjudýr í þorski eru fjölmörg og koma þau til á mismunandi æviskeiðum hans, það grundvallast af mismunandi staðsetningu þorsksins.

Dæmi:

- *Cryptocotile lingua*
- *Lernaeocera branchialis*
- *Caligus spp.*
- *Ichtyoboda spp.*
- *Gyrodactylus sp.*
- *Myxosporidier*

Almennt um forvarnir og meðhöndlun sjúkdóma

Forvarnir gegn sjúkdómum byggjast almennt á að koma í veg fyrir að smitberar geti komist í návígi við eldisfiskinn. Í landeldi, eins og t.d. í seiðaeldinu ætti slíkt að vera mögulegt, þar eru jú meira og minna stýrðar aðstæður.

Í sjóeldi eru hinsvegar ekki stýrðar aðstæður og möguleikar á smitberum fjölmargir. Þar byggist forvörnin á, að fiskurinn sé með sem mest mótstöðuafli. Því þarf að stýra þeim umhverfisþáttum sem mögulegt er t.d. að súrefnisinnihald sé hæfilegt (vafasamt í kvíaeldi), að ammoníak- og sulfatstyrkur sé ekki of mikill. Þetta verður fyrst og fremst gert með stýringu á þéttleika. Og að fiskurinn fái næga og rétt samansetta fæðu.

Rannsóknir á ónæmisfræði þorsks, m.t.t. viðbragða hans við stressi, mismunandi hitastigi og nýrri fæðu hafa hvergi í heiminum verið gerðar⁴⁷. Nauðsynlegt er, samhliða auknu þorskeldi að gera rannsóknir á heilbrigði þorsks.

Rannsóknir á sjúkdómum í eldi er rétt að gera út frá þremur meginþáttum:

- Áhættu og orsökum sýkingar þ.e. smitleiðir ofl.
- Afleiðingu sýkinga
- Forvörnum, sem koma í veg fyrir eða minnka áhættu á sýkingum

⁴⁵ KPMG 2000 bls.78-92

⁴⁶ KPMG. 2000 bls. 28-31

⁴⁷ KPMG. 2000 bls.78-92

COPY

Þær miklu rannsóknir sem unnar hafa verið á ónæmisfræði laxfiska geta nýttst að hluta við rannsóknir á þorski. Alltént ætti aðferðafræðin að virka, en þó er líklegast að fara verði að hluta til aftur í rannsóknirnar sjálfar fyrir þorsk, því ekki er endilega víst að lausnir sem dugðu í laxeldi dugi í þorskeldi.

4.2.3 Önnur afföll

Afföll geta komið til af ýmsum öðrum völdum en sjúkdómum.

Þorskurinn getur orðið bráð fugla og annarra fiska og jafnvel sjávarspendýra.

Þörungablómi ýmiskonar er þekktur skaðvaldur í laxeldi. Skæðastur þeirra er *Gyrodinium aureolum*.

4.3 Umhirða og fóðrun

Eitt að því mikilvægasta í eldi er að hafa gott fóður, til þess að fiskurinn vaxi og dafni vel. Fóðrið þarf að vera næringarlega rétt blandað og á að gefa sem mestan vaxtarhraða á sem skemmstum tíma. Það er ekki nóg að fóðrið uppfylli kröfur um mikinn vaxtarhraða, því til að fiskurinn taki fóðrið, verður það að vera af réttri stærð og lögun. Mikilvægt er að það bragðist vel og sé heilsusamlegt. Gæði fiskafurðanna og nýting velta mikið á fóðrinu og sé það ekki rétt blandað getur það leitt til þess að lfrarhlutfall verður of hátt í þorski. Þetta gerist vegna þess að lifrin er aðal orkubú þorsksins og safnar hann mest allri umfram orku í lifrina, á meðan lax safnar fitu í holdið.

Til eru nokkrar gerðir af fóðri og eru þessar gerðir flokkaðar niður í óunnið fóður, þurrfóður, blautfóður og mjúkfóður.

4.3.1 Þurrfóður

Þurrfóður er lang algengasta fóðrið í laxeldi enda bæði mjög heppilegt og hentugt.

Skipta má fóðrinu upp í óþanið og þanið, kurl eða köggla. Kosturinn við þetta fóður er sá að það inniheldur mikið af þurrefnum og þarf minna magn af því við fóðurgjöf. Það leysist líka mun seinna upp í vatni og hefur mikið flotmagn. Það er auðveldara að stjórna næringarinnihaldi þess því það er framleitt í verksmiðjum og líttill breytileiki er í því. Mjög auðvelt er að fóðra með því, því hægt er að hafa mikla sjálfvirkni í fóðruninni. Þurrfóður geymist best af þessum fóðurtegundum og er ódýrast í geymslu.

4.3.2 Óunnið fóður

Þetta fóður eru niðurskornir uppsjávarfiskar, slóg og afskurður. Rannsóknir hér á landi hafa sýnt fram á það, að hægt er að fóðra þorsk á þessu fóðri, allavega yfir sumartímamann án þess að komi upp næringarskortur. Ekki er hægt að stjórna næringarþáttum þegar gefið er óunnið fóður því er ráðlagt að gefa vítamínbætt fóður með til að koma í veg fyrir næringarsjúkdóma sem blossa upp öðru hvoru. Sú áhætta getur líka verið fyrir hendi að sníkjudýr berist með uppsjávarfiskunum. Hægt er að

COPY

nálgast uppsjávarfiska hér nærri því allt árið og með tilkomu kolmunnaveiða er hægt að verða sér úti um þetta fóður allt árið. Það kostar lítið en gæta verður þess að fóðurstuðull fyrir þetta fóður er um 3. Með því að nota óunnið fóður skapast kostnaður við að skera fóðrið niður og verður erfiðara að fóðra með því.

4.3.3 Blautfóður⁴⁸

Notkun þess var mikil í Noregi í laxeldi en hefur verið á undanhaldi síðustu árin. Fiskurinn hefur náð að dafna mjög vel á þessu fóðri, en því fylgja miklir vankantar, þar sem erfitt hefur verið að ná í gott hráefni allt árið í kring og það skemmist mjög fljótt ef það er ekki fryst. Ástæðan fyrir skemmdunum er mikið vatnsinnihald fóðursins 50–70 % , því rýrnar það líka nokkuð því það leysist mjög auðveldlega upp í vatni áður en fiskurinn neytir þess. Það þarf líka gefa meira magn af blautfóðri þar sem orkuinnihaldið er fremur lítið miðað við þyngd. Hráefnið þarf alltaf að vera ferskt og gæta þarf þess að efnasamsetningin sé rétt svo að komi ekki upp næringarsjúkdómar og að fóðurstuðullinn hækki ekki með vitlausri fóðursamsetningu.

4.3.4 Mjúkfóður

Mjúkfóður hefur um 50 – 80% þurrefnisinnihald og inniheldur vatn á bilinu 30-40%. Hráefnið sem notað er í þessa fóðurgerð er að mestu fiskur, afskurður og sýrð melta. Hráefnið er blandað með bindiefnum, lýsi og vítamínum og ræðst samsetning fóðursins af því hvaða fisktegund á að ala. Gallinn við þetta fóður er sá að í hráefninu geta leynst sníkjudýr og er því æskilegt að frysta fóðrið til að drepa sníkjudýrin og komast þannig hjá þeirri áhættu sem því fylgir. Geymslutími þess er líka mjög stuttur og geymist það í fjóra daga við 0-4 °C. og er geymsla þess því mjög kostnaðarsöm ef þarf að frysta fóðrið.

⁴⁸ Björn Björnsson. 1987

COPY

4.4 Vöxtur og fóður

4.4.1 Fóður og efnainnihald

Líkt og í laxeldi er fóðurstærðin stærsti einstaki kostnaðarliðurinn í þorskeldi (um 50%). Vegna þessa er nauðsynlegt að það takist að þróa ódýrt fóður fyrir þorskeldi. Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á sambandi fóðursametningar, tíðni fóðrunar og vaxtar.

Meðal helstu niðurstaða er að ekki er hagkvæmt að nota laxafóður til þorskeldis⁴⁹. Ástæðan er meðal annars, mismunandi geymsla forðanæringar, lax geymir fitu (forða) í holdi en þorskur hefur aftur á móti lágt fituinnihald í holdi (1%) og geymir fitu í lifur. Í laxafóðri er orkuinnihaldið 35-46% úr próteinum, 42-57 % úr fitu og 8-15 % úr kolvetnum. Próteinsparandi áhrif fitu, hjá þorski virðist vera hverfandi⁵⁰ og er línulegt samband milli stærðar lifrar og magns fitu í fóðri. Öll fita umfram 25% virðist skila sér að mestu í hærra lifrarhlutfalli.

Samkvæmt tilraunum sem gerðar hafa verið kom í ljós að hagstæðasta efnasamsetningin í fóðrinu var þegar 60% af orkunni kom úr próteinum, 25% úr fitu og 15% úr kolvetnum⁵¹. Þættir eins og þurrefnainnihald (30-40 %)⁵², vatnsinnihald og grófleiki skipta hér einnig miklu máli. Prótein eru mun dýrari en fita og er því sennilegt að þorskfóður verði eitthvað dýrara en laxafóður. Hinsvegar er augljóst hagræði í því að gefa tilbúið fóður, bæði hvað varðar stöðlun innihalds þess, geymslukostnað og sjálfvirkni við fóðurgjöf.

Nokkrar rannsóknir hafa sýnt fram á að þorskur, taki best og vaxi mest af fóðri sem er annað hvort heill fiskur⁵³ ⁵⁴(loðna, síld) eða fiskur skorinn niður og bættur. Athyglisverðir fóðurstuðlar komu fram í tilraun um fóðrun með rækju⁵⁵ en þar náðust fóðurstuðlar niður undir einn.

Ástæða þess að fiskur vex einna best við fóðrun með heilum fiski er hugsanlega sú að stærri bitar fara hægar í gegnum meltingarveginn og því nýtist fóðrið betur.

Í einni fyrstu tilrauninni með þorskeldi hér við land sem var framkvæmd á Stöðvarfirði '92⁵⁶ náðist fram vöxtur á þorski úr 900 g í 4500 g á 19 mánuðum með eftirfarandi blöndu; 79% síld, 9% loðna 7% afskurður, 4% smokkfiskur og 1% slóg. Fóðurstuðullinn reyndist vera 3,1. Allt fóðrið var geymt frosið, en þýtt upp fyrir gjöf. Lifrarhlutfall reyndist vera 15%. Þetta verður að teljast nokkuð viðunandi vöxtur og fóðurstuðull. Blanda sem þessi ætti ekki að vera mjög dýr, ef mögulegt væri að fá bræðsluhráefni til fóðrunnar. Hinsvegar þyrfti að huga að geymslukostnaði og kostnaði við fóðurgjafir sem yrðu að fara fram handvirkt.

⁴⁹ Lied Einar, Lie Övind, Lmbertsen Georg A. 1989

⁵⁰ Lied Einar, Lie Övind, Lmbertsen Georg A. 1988

⁵¹ Lied Einar, Lie Övind, Lmbertsen Georg A. 1988

⁵² Lied Einar, Lie Övind, Lmbertsen Georg A. 1988

⁵³ Lied Einar, Lie Övind, Lmbertsen Georg A. 1988

⁵⁴ Brown Joseph A., Clark Donald S., Goddard Stephen J., Moir Jonathan;. 1995

⁵⁵ Burkow Ivan C., Jobbling Malcolm, Santos Jorge Dos., 1993

⁵⁶ Björn Björnsson.1994

COPY

4.4.2 Fóður og Hitastig

Þorskur getur byggt upp þol gegn mjög lágum hitastigum með myndun einskonar frostlagar. Fiskurinn þarf hinsvegar aðlögunartíma til að mynda þessi efni og er því hætt við að snöggar breytingar á hitastigi geti haft alvarlegar afleiðingar⁵⁷.

4.4.3 Fóður og taka

Þegar kólnar í veðri á vetrum er hætt við að þorskurinn taki fóður verr. Í ljós kom í tilraun⁵⁸ að taka tilbúins fóður (samsett úr loðnumjöli ofl. með þurrefnainnihald 72,2%) minnkar mikið með lækkandi hitastigi og reyndar hættir hún nánast við 2,9° C. Fiskur sem fékk loðnu, tók hins vegar jafnvel við öll hitastig en tókunum seinkaði þó með lækkandi hitastigi, þ.e. fiskurinn beið lengur með að taka fóðrið við lækkandi hitastig. Í sömu tilraun kom í ljós (við öll hitastig) að fiskur sem fékk loðnu óx mun betur en sá sem fékk tilbúið fóður.

4.4.4 Tíðni fóðrunnar

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á tíðni fóðrunar. Í einni rannsókn kom fram að nóg væri er að fóðra fiskinn annan til þriðja hvern dag til þess að hann haldi hámarks vaxtarhraða.⁵⁹

4.5 Vöxtur og kynþroski⁶⁰

Ótímabær kynþroski getur verið vandamál í eldi. Við kynþroska dregur úr vexti og át stöðvast tímabundið. Við hrygningu léttist fiskurinn svo um allt að 30%. Fiskur í eldi hefur þá tilhneigingu að verða fyrir kynþroska en villtur fiskur. Hugsanlega mætti draga úr tjóni vegna ótímabærs kynþroska með réttu stofnavali, kynbótum, ljósastýringu og/eða geldingu.

4.5.1 Vöxtur, ljósastýring og kynþroski

Eitt aðalvandamál í þorskeldi er að eldisþorskur verður kynþroska í kringum tveggja ára aldur. Kynþroski leiðir til þyngdar og vaxtartaps á fiski og rýrir gæði hans ef slátrað er á kynþroskatímabilinu. Þetta þýðir aukin framleiðslukostnað ef á að slátra þorski í kringum 3- 5 kíló, því þarf að fóðra upp það tap sem verður af völdum kynþroska. Með því að ljósastýra þorski er hægt að seinka kynþroska hans í sjókvíaeldi um 4-6 mánuði. Ljósastýring er framkvæmd þannig að fiskurinn er í stöðugu ljósi og því er spilað á tímaskyn þorsksins, því heldur þorskurinn að ekki sé kominn rétti tíminn fyrir kynþroska.⁶¹

⁵⁷ Jobbling Malcolm. 1988

⁵⁸ Brown Joseph A., Clark Donald S., Goddard Stephen J., Moir Jonathan. 1995

⁵⁹ Sigurður Einarsson, Vilhjálmur Þorsteinsson. 1996

⁶⁰ Valdimar Gunnarsson. 1992

⁶¹ Tore Kristiansen. 1999

COPY

4.6 Vöxtur og hitastig

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á sambandi hita og vaxtar. Ein þeirra, norsk rannsókn, gerir ekki ráð fyrir lækkandi kjörhita með aukinni stærð $\{G = \exp^{((0,216 + 0,297 * T - 0,000538 * T^3) - 0,441 * \ln(W))} \}^{62}$, þar er gert ráð fyrir að kjörvaxtarhitastig sé fasti ($T_{opt} = 13,6^\circ \text{C}$).

Önnur niðurstaða⁶³ gerir ráð fyrir lækkandi kjörhita með vaxandi stærð. Niðurstaða sú er í raun niðurstaða margra tilrauna og er árangur rannsókna og útreikninga íslenskra vísindamanna. Í útreikningum sem hér eru gerðir er það vaxtarfall notað. $\{G = (((0,701T - 0,973)W^{-(0,026T - 0,147)}) \}^{64}$. Fallið er síðan margfaldað með 1,1 til að reyna að fá fram vaxtaraukandi áhrif hitasveifla. Með því er átt við að eins konar aukavaxtarauki (vaxta vextir) eigi sér stað þegar hitastig hækkar, nokkuð sem fallið nær ekki að lýsa.

Rétt er að hafa í huga að þótt vaxtarhraði verði mestur við eitt hitastig er ekki þar með sagt að fódurstuðlar séu lægstir við sama hitastig. Lægstu fódurstuðlar eru að jafnaði við lægra hitastig en mesti vöxtur.

Í töflunni hér að neðan sést greinilega munurinn á þessum tveimur vaxtarlíkönum.

Á það skal sérstaklega bent að í norskrei skýrslu (KPMG) um arðsemi í þorskeldi virðist Jobbling formúlan vera notuð.

Dagvöxtur (%) hjá þorski miðað við mismunandi hitastig og þyngd								
HITI (°C)	Agnar Steinarsson				Jobbling ofl			
	4	8	12	16	4	8	12	16
Þyngd								
250	0,50	0,72	0,65	0,50	0,34	0,89	1,51	1,39
500	0,42	0,56	0,47	0,34	0,25	0,65	1,12	1,02
750	0,38	0,49	0,39	0,27	0,21	0,55	0,93	0,86
1.000	0,36	0,44	0,34	0,23	0,19	0,48	0,82	0,75
1.500	0,32	0,38	0,29	0,18	0,16	0,40	0,69	0,63
2.000	0,30	0,34	0,25	0,16	0,14	0,36	0,61	0,56
3.000	0,27	0,30	0,21	0,12	0,12	0,30	0,51	0,46

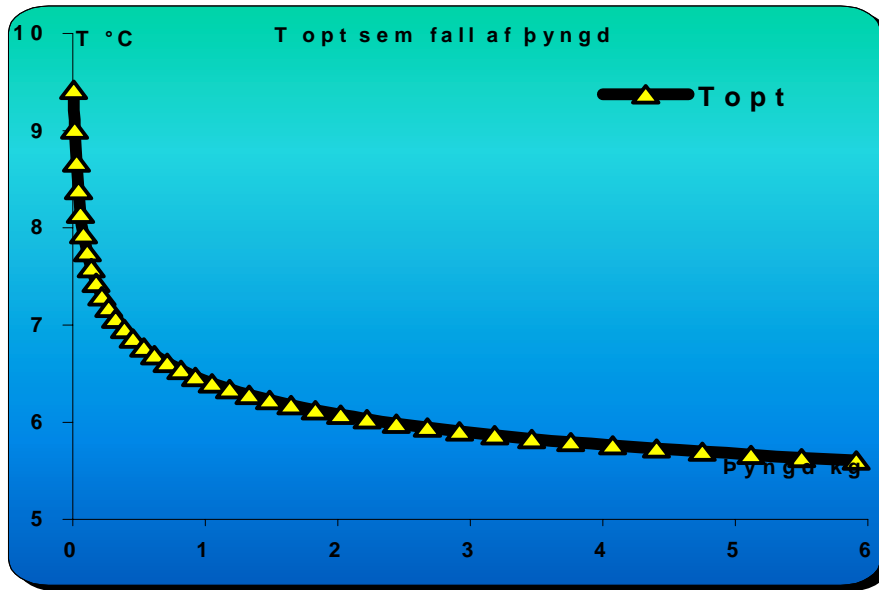
Tafla 6 Samanburður á mismunandi vaxtarformúlum

⁶² Jobbling Malcolm. 1987

⁶³ Agnar Steinarsson, Björn Björnsson. 2000

⁶⁴ Agnar Steinarsson, Björn Björnsson. 2000

COPY



Mynd 14 Kjörhitastig eftir stærð "íslenska formúlan"⁶⁵

4.7 Staðarval

4.7.1 Forsendur

Við mat á staðsetningu þarf að taka tillit til nokkurra þátta. Þættir eins og sjávarhiti, veðurfar og fjarlægð frá mörkuðum og þjónustu eru lykilþættir. Fyrst og fremst er því reynt að minnka áhættu og kostnað en auka vaxtarhraðann.

Þar sem veður geta verið mikil og vond hér við land, þó sérstaklega í janúar og fram í mars, verður að staðsetja sjókvíastöðvar í skjólsælum fjörðum, til að minnka áhættu á því að kvíarnar skemmist og fiskur sleppi út.

Hiti sjávar ræður miklu um vaxtarhraða fisksins. Velja verður stað þar sem sjávarhiti er sem mestur árið um kring eða fer ekki niður fyrir líffræðileg hættumörk þorsksins. Ef saman fara mikill kuldi (minna en 0°) og mikill sjógangur er hætt við fiskurinn örmagnist⁶⁶. Vega og meta verður hvað þættir eru ráðandi, við staðsetningu, það þýðir lítið að finna stað þar sem sjávarhiti er hár en ágangur veðurs mikill og öfugt. Best væri að staðsetja sjókvíar þar sem gott skjól er og sjávarhiti hár. Fáir eða engir staðir eru til á Íslandi sem uppfylla þessar kröfur.

Nálægð við þjónustu er mikilvæg til að reyna að draga úr öllum kostnaði, svo sem flutningskostnaði á fóðri.. Nálægð við markaði eða útflutnings(flug)höfn getur einnig haft sitt að segja fyrir reksturinn. Möguleika á að fá fólk til starfa þarf einnig að meta.

⁶⁵ Agnar steinarsson, Björn Björnsson. 2000

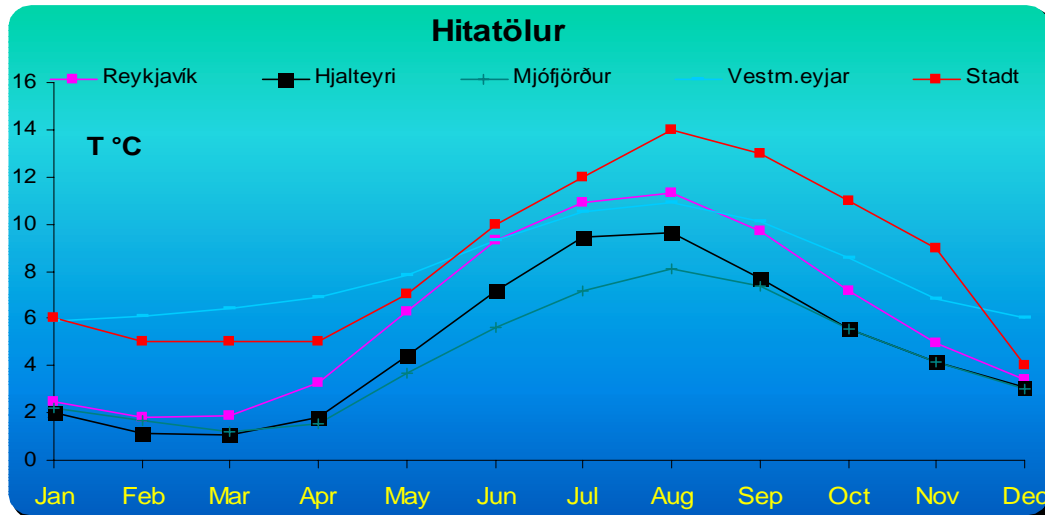
⁶⁶ Jón Örn Pálsson. Október 2000

COPY

Á Íslandi má ekki gleyma áhættu af völdum hafíss. Þó hafís hafi ekki sést hér við land í einhver ár, má ekki gleyma landsins forna fjanda. Tölfræðin segir okkur að hafís gæti skapað vandamál við Ísland á ca 10 ára fresti⁶⁷.

4.7.2 Hitastig

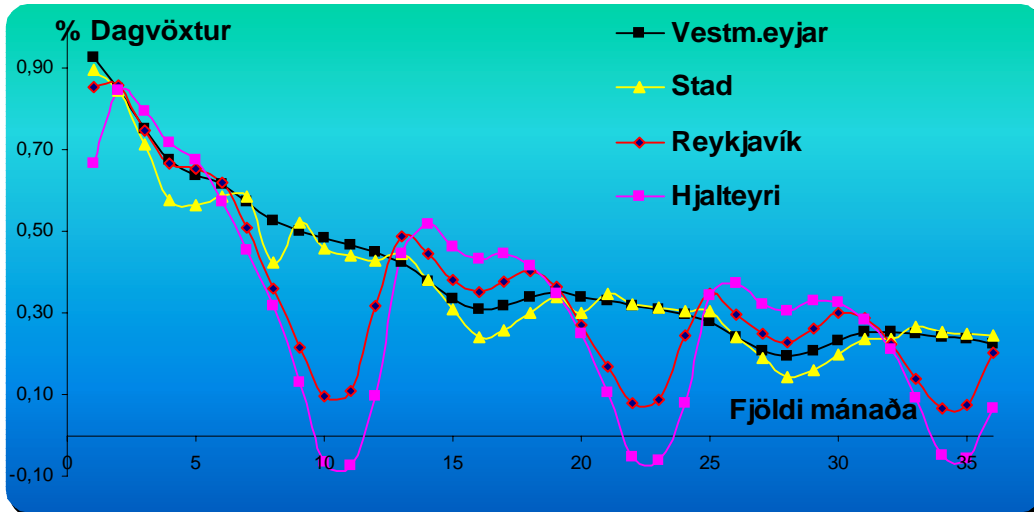
Þorskstofninn við Ísland er aðlagður umhverfisaðstæðum þar sem hitastig er á bilinu 2-11°C. Kjörvaxtarhraði þorsks í eldisstærð (0,1-3,5kg) að teknu tilliti til einnar gráðu lækkunar, til lágmarkunar á fóðurstuðli, er sennilega á milli 5 og 6°C. Sjávarhitatölur við Íslandsstrendur eru, að meðaltali á því róli.



Mynd 15 Hitaferlar sjávar á völdum stöðum

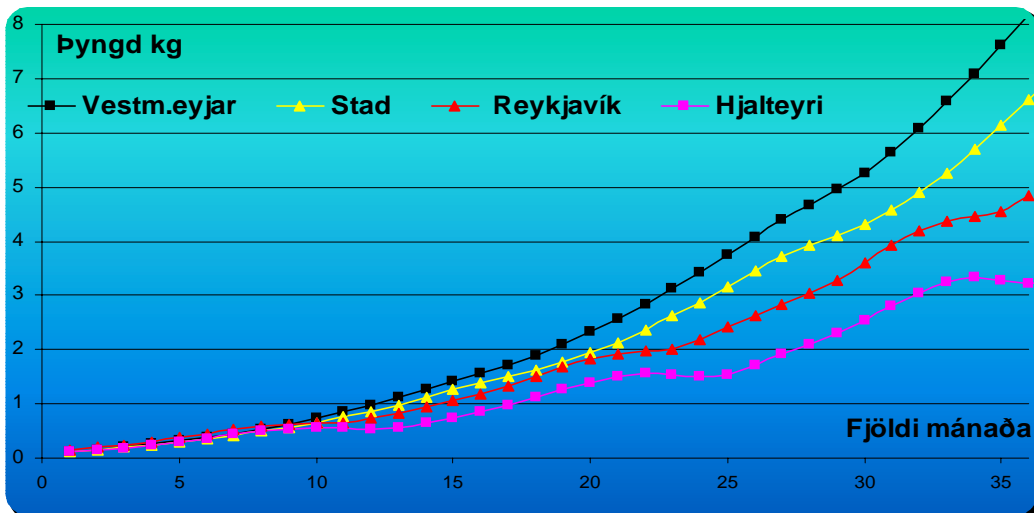
⁶⁷ Steingrímur Jónsson. Október 2000

COPY



Mynd 16 Dagvöxtur (%) á völdum stöðum

Vestmannaeyjar myndu gefa stöðugan og jafnan vöxt, á öðrum stöðum eru miklar sveiflur í vexti.



Mynd 17 Þyngd eldisþorsks eftir aldri

Í þeim arðsemisúteikningum sem gerðir eru síðar í skýrslunni er miðað við vöxt í Reykjavík, að 120g seiði nái í sláturstærð 3,5 kg á 30 mánuðum. Ef miðað væri við Vestmannaeyjar næðist sláturstærðin á 23-24 mánuðum og ef miðað væri við Hjalteyri næðist sláturstærðin á 36-37 mánuðum.

Á 30 mánuðum nær fiskur í Reykjavík 3,5 kg eins og áður sagði en fiskur í Vestmannaeyjum nær 5,3 kg og fiskur á Hjalteyri aðeins 2,8 kg.

Ef arðsemi eldisins er lítil, gætu þessir mánuðir, til eða frá, skipt sköpum um arðsemina.

Það er því ljóst að staðsetning stöðvar getur haft gríðarlega mikið að segja um vaxtarhraða.

COPY

4.8 Samantekt

Það er mikil áhætta í öllu fiskeldi og er hún meiri hér við Ísland en í Noregi, Færeyjum og Skotlandi. Við Ísland eru ekki jafn skjólsælir firðir og hitastig sjávar er lægra hér á landi. Hætt er við kvíar gætu laskast í verstu veðrum og fiskur sloppið. Áhættu af völdum hafíss má heldur ekki gleyma, það á þó helst við um Norður og Austurland. Sjávarhiti við Ísland virðist nægur til viðunandi vaxtar, sérstaklega á það við um Suður- og Suðvesturland (úr 120 g í 3,5 kg á 30 mánuðum). Hröð kólnun sjávar á vetrum víða við strendur landsins gæti dregið verulega úr vexti og jafnvel valdið dauða. Hætt er við að eldisþorskur í kvíum sem hreppir slæman sjógang samfara miklum kulda, örmagnist og drepist. Möguleikinn á skiptieldi virðist, við fyrstu sýn, ekki líklegur til arðsemi, þó það hafi ekki verið skoðað sérstaklega.

Sjúkdómar og afföll eru í raun óþekkt stærð en hægt er að draga lærdóm af reynslu laxeldismanna í þeim efnum. Þar komu upp miklir sjúkdómir, bæði þekktir og óþekktir og ollu til skamms tíma miklum afföllum. Tekist hefur að komast fyrir þá sjúkdóma að mestu en það kostaði tíma, rannsóknir og miklar fórnir.

Fóðrun á þorski með heilum fiski s.s. síld eða loðnu, hefur gefið mjög góðan vöxt (fóðurstuðull í kringum 3 en því miður einnig hátt lifrarhlutfall (12-15% af þyngd). Hátt lifrarhlutfall hjá eldisþorski hefur verið mönnum höfuðverkur, ástæðan er sú að þorskur safnar forða sínum í lifur meðan lax safnar forðanum (fitu) í holdið. Magn fitu í fóðri virðist skila sér línulega í herra lifrarhlutfalli. Ljóst er að þorskfóður verður að innihalda mun meira próteinmagn á kostnað fitu en laxafóður gerir. Afleiðingin er sú að þorskfóður yrði að öllum líkindum dýrara en litarefnalaust laxafóður. Við vaxartilraunir með tilbúið fóður hefur náðst fóðurstuðull í kringum 1,2.

Ótímabær kynþroski hjá eldisþorski hefur komið í ljós, líklegt er þó að honum megi seinka með ljósastýringu, geldingu og kynbótum.

COPY

5 Arðsemi

Til þess að geta rekið þorskeldisstöð þarf að gera fjárhagsáætlun og athuga hvaða þættir hafa mest áhrif á reksturinn. Rekstrarniðurstaða er sett upp fyrir 3 ára tímabil og niðurstaðan segir til um hvort stöðin borgi sig eður ei, að gefnum þeim forsendum sem settar voru fram í upphafi. Næmnisgreining er eining gerð til þess að sjá hvaða þættir hafa mest áhrif á reksturinn. Kostnaðarútreikningar verða gerðir út frá breyttum forsendum, til að meta hvaða áhrif framtíðin ber í skauti sér.

Stuðst er við þekktar forsendur úr eldi og eru til hliðsjónar notaðar forsendur úr norskri skýrslu sem gerð var á þessu ári. Skýrslan heitir *Torskeutredning for SND* og er bent á hana til frekari lesturs.

Í þessum kafla eru settar fram forsendur útreikninga fyrir stöð sem á að geta framleitt 1000 tonn af þorski. Gert er ráð fyrir að stöðin eigi að geta haldið uppi stöðugri 1000 tonna framleiðslu á ári. Fyrirhugað er að slátra 4-5 sinnum í viku, 4-5 tonnum í hverri slátrun. Stöðin er staðsett við Faxaflóa og er staðsetningin valin með hliðsjón af umhverfisaðstæðum og nálægð við þjónustu.

Reiknað er með því að öll seiði séu keypt inn í stöðina því kostnaðartölur við uppbyggingu seiðaeldisstöðvar eru mjög óljósar og of margir óvissuþættir gera það að verkum að slíkt væri efni í annað verkefni sem þetta. Keypt verða seiði sem eru um það bil 120 grömm vegna þess að þau þykja lífvænlegri heldur en smærri seiði. Hægt er að setja þessi seiði beint í kvíarnar, en minni seiði t.d 5 gramma þyrfti ala á landi vegna smæðar og svo yrðu aföll meiri hjá þeim.

COPY

5.1 Forsendur

Forsendur		Ár 1	Ár 2	Á 3
Fjárfesting				
Stærð stöðvar	1000 m ³	10	25	40
Mesti lífmassi	tonn	194	533	1.000
Þéttleiki	kg/m ³	20,00	21,25	25,00
Fjárfesting kvíar	Þús kr	19.440	30.710	29.849
Fjárfesting á landi	Þús kr	40.000		
Samtals	Þús kr			120.000
Fiskur				
Vaxtartími í sjó	mánuðir	30,00	30,00	30,00
Afföll seiða	fjöldi/ár	5%	5%	5%
Upphaflegur fjöldi seiða	1000 stk	315	315	315
Upphafspyngd seiða	grömm	120	120	120
Fóðurstuðull	kg fóður/kg framleitt	1,20	1,20	1,20
Framleitt magn	tonn	156	495	962
Fóðurnotkun	tonn	187	594	1.155
Heildar sláturþyngd	tonn	0	0	1.000
Þyngd á ári	kg	0,7	1,9	3,5
Sláturþyngd	kg óslægður			3,5
Söluverð	kr/kg óslægður			150
Breytilegur kostnaður				
Verð seiða	kr/stk	120	120	120
Fóðurverð	kr/kg	60	60	60
Trygging	kr/stk	3,5	3,5	3,5
Bólusetning	kr/kg	1,7	1,7	1,7
Slátur/pökkunarkostnaður	kr/kg	30	30	30
Annar breytilegur kostnaður		10%	10%	10%
Fastur kostnaður				
Arsverk		2,5	3	4
Launakostnaður	1000 kr/ársverk	3.500	3.500	3.500
Heildarlaunakostnaður	1000 kr	8.750	10.290	14.000
Annar fasturkostnaður	1000 kr	8.000	8.000	12.000
Afskriftir 10% á ári í 10 ár	1000 kr	5.944	9.015	12.000

Tafla 7 Forsendur reikninga

COPY

5.2 Útskýring á forsendum

5.2.1 Þéttleiki

Farið er eftir norskum tillögum um þéttleika, þar sem hann er áætlaður um 25kg/m^3 sem er sami þéttleiki og er í laxeldi. Með því þó að auka þéttleikann um helming má segja að fjárfestingarkostnaður á kg minnki um helming. Þessi þéttleiki sem var valinn miðast við það að stöðin sé komin í full afköst, þess vegna er hann minni meðan stöðin er að ná fullum afköstum.

5.2.2 Vöxtur

Vöxtur er miðaður við formúlu Agnars Steinarssonar og miðað er við hitatölur frá Reykjavík. Kynþroski var ekki reiknaður inn í dæmið og því er engin rýrnun á þyngd út af kynþroska. Reiknað er með 30 mánaða vaxtartíma við að ná 3,5 kg.

5.2.3 Eldistími í sjó

Eldistími í sjó er reiknaður út frá hitatölum í nágrenni Reykjavíkur enda gefa tölurnar mestan vöxt miðað við tíma og er þorskurinn 30 mánuði að ná fullri slátursærð sem er 3,5 kg miðað við að upphafsþyngd sé 120 grömm.

5.2.4 Fjárfestingar

Það sem fellur undir þennan flokk eru fullbúnar kvíar niðursettar, fóðurbyssa, flotbryggja, fiskdæla, fóðurgeymsla, starfsmannaaðstaða, lyftari, nótaþvottavél, stærðarflokkunarvél og bátur. Kostnaður við fjárfestingar skiptist niður á tvö ár. Á ári 1 eru keyptar kvíar sem eru 9.700 þúsund rúmmetrar og allur útbúnaður sem þarf til rekstursins. Á ári 2 eru svo bætt við 25.000 rúmmetrum og það sem vantar uppá er keypt á ári 3.

5.2.5 Stærð seiða og útsettur fjöldi

Fjöldi seiða sem settur er út, fer eftir stærð stöðvar, dánarstuðli og þéttleika yfir framleiðslulotuna. Valin voru lífvænleg seiði með tilliti til stærðar 120 grömm og eru þau sett út á árs fresti..

5.2.6 Dánarstuðull

Hann segir til um hvað drepast margir fiskar á ári. Gert er ráð fyrir því að hann sé 5% á ári 1 og 2. Framleiðslulotan stendur yfir í 30 mánuði og ekki er gert ráð fyrir því að þorskur deyji í mánuðum 25 –30 því þá ætti þorskurinn að vera búinn að ná mjög lífvænlegri stærð.

5.2.7 Fóðurstuðull og fóðurverð

Notað verður þurrfóður við þorskeldið, því mjög erfitt er að fá uppsjávarfiska allt árið um kring og með þurrfóðrinu er gert ráð fyrir að fóðurstuðullinn verði 1,2 kg af fóðri

á hvert kg af óslægðum þorski⁶⁸. Fóðrun á fiski sem deyr er líka tekin inn í stuðulinn. Norskir fræðingar nota fóðurstuðulinn 1,05⁶⁹. Ástæðan fyrir því að hann er ekki valinn er sú að ekki hefur verið sýnt fram á það að hann sé svona lágur. Viðmiðunarverð fyrir þurrfóður sem á að henta í þorskeldi er 60 kr/kg.⁷⁰

5.2.8 Söluverð

Þegar hægt verður að tryggja vinnslum jafnt framboð á þorski allt árið og staðlaða hráefnismeðferð er hugsanlegt að þær borgi hærra verð. Í þessum reikningum er gert ráð fyrir því að verðið sé 150 kr/kg af óslægðum þorski. Það er það markaðsverð sem fékkst fyrir eldisþorsk sem slátrað var í Grindavík⁷¹. Markaðsverð á villtum þorski hefur farið hækkandi síðustu ár og virðist ekki vera komið í jafnvægi. Meðalverð fyrir óslægðan fisk árið í 1999 var 121,05 kr/kg.⁷²

5.2.9 Seiðaverð

Miðað er við verð norskra seiða, en 120 gramma seiði kostar 120 kr. íslenskar stk⁷³.

5.2.10 Tryggingar

Ekkert tryggingarfyrirtæki á Íslandi tryggir rekstur sem þennan svo miðað er við norskar tölur úr laxeldi.⁷⁴

5.2.11 Bólusetning

Tekið er mið af því hvað kostar að bólusetja lax í Noregi.⁷⁵

5.2.12 Slátrun - pökkun

Gert er ráð fyrir því að slátrun og pökkun sé aðkeypt þjónusta. Verð er tekið úr norsku laxeldi.⁷⁶

5.2.13 Launakostnaður

Reynt er að hafa lágmarks mannskap við stöðina á hverju tímabili fyrir sig. Eftir því sem líður á framleiðslulotuna og umfangið stækkar er bætt við mannskap. Tekið er mið af laxeldi. Inn í launakostnaðinum eru öll launatengd gjöld. Eftir því sem stöðin verður stærri því fleiri starfsmenn þarf við hana. Starfsmenn eiga að sjá um þau störf sem falla til eins og þrif, stærðarflokkun og fóðrun. Fóðrað er 2 – 3 sinnum í viku, en það fer eftir árstíma.

⁶⁸ Jón Örn Pálson. 2000

⁶⁹ Torskeutredning for SND. 2000

⁷⁰ Jón Örn Pálson. 2000

⁷¹ Vefsíðaíða Laxár. 2000

⁷² Vefsíða, Reiknistofnun fiskmarkaðanna. 2000

⁷³ Torskeutredning for SND. 2000

⁷⁴ Torskeutredning for SND. 2000

⁷⁵ Torskeutredning for SND. 2000

⁷⁶ Torskeutredning for SND. 2000

COPY

5.2.14 Annar breytilegur kostnaður

Þessi kostnaður er áætlaður 10% af þeim breytilega kostnaði sem hlýst af rekstri stöðvarinnar. Þessi kostnaður er hafður með þó svo að hann sé ekki inni í norsku skýrslunni. Við teljum að þessi kostnaður þurfi að vera með í reikningnum því fiskeldi er mjög áhættusöm atvinnugrein.

5.2.15 Annar fastur kostnaður

Inni í þessum lið er rafmagn, kostnaður vegna smákaupa og bókhaldskostnaður.

5.2.16 Fjármögnun og fjármagnskostnaður

Gert er ráð fyrir því að rekstrar- og stofnkostnaður verði fjármagnaður með hlutafé.

COPY

5.3 Rekstrarniðurstaða

Ár	1	2	3
Söluverð afurða			150.000
Heildartekjur	0	0	150.000
Seiðakostnaður	37.800	37.800	37.800
Fóðurkostnaður	11.275	35.644	69.278
Slátrun og þökkun			30.000
Trygging	548	1.733	3.368
Bóluefni	266	842	1.636
Annar breytilegur kostnaður	1.209	3.822	10.428
Samtals b.k.	51.099	79.840	152.510
Framlegð	-51.099	-79.840	-2.510
Annar f.k	8.000	8.000	12.000
Launakostnaður	8.701	10.291	14.000
Samtals f.k	16.701	18.291	26.000
Veltufé	-67.800	-98.131	-28.510
Afskriftir	5.944	9.015	12.000
Hagnaður/tap án fjármagnsk.	-73.744	-107.146	-40.510
Samtals tap	-73.744	-180.890	-221.400

Tafla 8 Rekstrarniðurstaða, upprunalegar forsendur

Það er greinilegt, miðað við okkar forsendur, að þorskeldi verður ekki arðbært nema eitthvað komi til, hækkun á afurðaverði eða lækkun á kostnaði. Ljóst er að ef ekki næst hagnaður á 3. ári verður engin hagnaður af stöðinni, nema að rekstrarforsendan breytist. Það eina í stöðunni er að ná hagræðingu í rekstri, hún næst með auknum rannsóknnum á lifnaðarháttum þorsksins. Ekki er fjármagnskostnaður, flutningur afurða til kaupanda og umboðskostnaður ef fiskurinn er seldur á markaði, inn í útreikningum svo að tapið verður meira ef það er gert. Uppsafnað tap nýtist ekki til frádráttar frá skatti þar sem engin hagnaður verður.

COPY

5.4 Framleiðslukostnaður á kg

Framleiðslukostnaður kr/kg	Raun	Noregur *	Lax **
Framleitt magn	1.000		
Seiðaverð	37.8	39.5	20.7
Fóðurkostnaður	69.3	73.7	90.3
Tryggingar	3.5	3.5	20.3
Bóluefni	1.7	1.7	0.0
Launakostnaður	14.0	13.2	15.0
Annar rekstrarkostnaður	10.4		
Annar fasturkostnaður	12.0	12.1	2.4
Afskriftir	12.0	8.7	6.2
Framleiðslukostnaður kr/kg af lifandi þorski	161	152	155
Sláturkostnaður	30.0	30.0	30.0
Framleiðslukostnaður eftir slátrun	191	182	185
Verð á óslægðum fiski	150	150	240
Hagnaður/tap án fjármagnskostnaðar	-40.7	-32.3	55.1

Tafla 9 Framleiðslukostnaður á kg á fyrsta reglulega starfsári

Raun er okkar niðurstaða.

* Merkir framleiðslukostnað á 48000 m³ þorskeldisstöð í Noregi að frádregnum fjármagnskostnaði⁷⁷.

** Merkir framleiðslukostnað á kg í laxeldi í Noregi árið 1998⁷⁸. að frádregnum fjármagnskostnaði og verð miðað við 240 kr/kg sem er markaðsverð í dag.⁷⁹

Hér sést að framleiðslukostnaður er mun meiri hér á landi en í Noregi bæði miðað við þorsk og lax. Þennan mismun má að hluta rekja til þess að vaxtarhraði er meiri í Noregi vegna betri skilyrða í sjónum en að hluta til annarra aðferða við vaxtarútreikning. Í norska þorskeldinu byrja þeir að slátra mun fyrr sem sparar mikinn kostnað. Norðmenn hafa náð að lækka framleiðslukostnað í laxeldi um helming, lækkunin er vegna áralangra rannsókna og þróunarstarfs. Líklegt verður að teljast að hægt verði að lækka framleiðslukostnað í þorskeldi í framtíðinni.

⁷⁷ KPMG. 2000

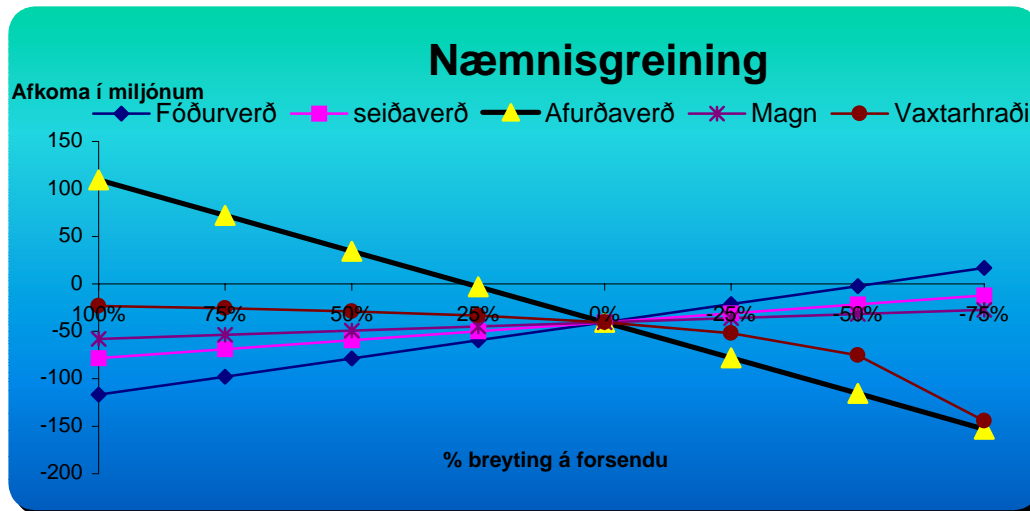
⁷⁸ KPMG. 2000

⁷⁹ Morgunblaðið, úr verinu, 8 nóvember. 2000

COPY

5.5 Næmnisgreining

Með næmnisgreiningu er verið að skoða hvaða þættir eru viðkvæmastir fyrir afkomu stöðvarinnar. Þættir sem skoðaðir verða eru, seiðakostnaður, afurðaverð, framleiðslumagn, fóðurkostnaður, vaxtarhraði og samspil af þessum þáttum. Núll punkturinn í næmnisgreiningunni er hagnaður/tap á fyrsta heila starfsári stöðvarinnar.



Mynd 18 Næmnisgreining, upprunalegar forsendur

Afurðaverð hefur afgerandi áhrif á rekstur stöðvarinnar og þarf ekki að hækka um nema 25% til að stöðin borgi sig, en hafa verður í huga að það er sú breyta sem reksturinn hefur minnst áhrif á. Það er samt líklegt að afurðaverðið þurfi að hækka töluvert meira þar sem enginn fjármagnskostnaður, sölu og flutningskostnaður eru inni dæminu. Líklegt er að verðið þurfi að vera um 250 kr/kg fyrir óslægðan fisk. Fóðurverð þarf að lækka um 55% til þess að stöðin standi á 0 í rekstri og má ná niður fóðurkostnaðinum með því að lækka fóðurstuðulinn. Vöxtur þarf að fara langt yfir 100% til þess að stöðin standi undir sér, en ef vöxtur minnkar tapast miklir fjármunir. Til einföldunar á útreikningum er ekki gert ráð fyrir mismunandi vaxtartíma heldur er miðað við 30 mánaða vaxtarlotu en í staðinn breytilegri sláturstærð. Lækkun á seiðaverði nær ekki að færa reksturinn á núllið nema að seiðin fáist gefins. Með því að framleiða meira magn, eykst tapið, þar sem tap er á hverju framleiddu kíló. Það er ljóst að það þarf samspil þessara þátta til að koma stöðinni á réttan kjöl.

COPY

5.6 Breyttur rekstrargrundvöllur

Forsendur	Raun	Breyting	Bjartsýni
Stærð stöðvar m ³	40.000		40.000
Sláturstærð	3,50	20%	4,20
Fóðurverð kr/kg	60	-20%	48
Fóðurstuðull	1,20	-13%	1,05
Fóðurstærð kg/kr	69		50
Seiðaverð kr/stk	120	-34%	80
Seiðafjöldi 1000 stk	315		315
Þéttleik kg/m ³	25		30
Framleiðslumagn tonn	1.000		1.200
Vaxtartími mánuðir	30		30
Framleiðslukostnaður kg/kr af lifandi þorski	161		115
Hagnaður/tap stöðvar á fullum afköstum (Ár 3)	-40.510		6.151

Tafla 10 Breyttur rekstrargrundvöllur

Í þessari töflu sést það að bæta má reksturinn með hagræðingu og ef seiðaverð lækkar í komandi framtíð, betri fóðurnýting næst, vaxtarhraði eykst og fóðurverð lækkar, má ná fram hagnaði á ári 3. miðað við að framleiðslulotan taki 30 mánuði. Gert er ráð fyrir í þessum reikningum að þéttleiki aukist í 30 kg/m³ og stöðin haldist óbreytt að stærð. Vaxtartími er óbreyttur þannig að stöðin framleiðir meira á rúmmeter.

Með þessum aðgerðum lækkar framleiðslukostnaðurinn úr 161 kr/kg niður í 115 kr/kg. Við það næst fram hagnaður á stöðinni. En þetta verður ekki gert nema með rannsóknnum. Niðurstaðan er án fjármagnskostnaðar.

COPY

5.7 Stærðarhagkvæmni

Framleiðslukostnaður kr/kg	Raun				Bjartsýni			
	1.000	2.000	3.000	10.000	1.200	2.200	3.200	12.000
Framleitt magn								
Seiðaverð	37.8	37.8	37.8	37.8	21.0	21.0	21.0	21.0
Fóðurkostnaður	69.3	69.3	69.3	69.3	48.8	48.8	48.8	48.8
Tryggingar	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Bóluefni	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Launakostnaður	14.0	10.5	9.3	7.7	11.7	9.0	8.0	6.4
Annar rekstrarkostnaður	10.4	10.4	10.4	10.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Annar fasturkostnaður	12.0	6.0	4.0	1.2	10.0	5.5	3.8	1.0
Afskriftir	12.0	10.0	6.7	2.0	10.0	9.1	6.3	1.7
Framleiðslukostnaður kr/kg af lifandi þorski	161	145	140	133	115	106	103	98
Sláturkostnaður	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Framleiðslukostnaður eftir slátrun	191	175	170	163	145	136	133	128
Verð á óslægðum fiski	150	150	150	150	150	150	150	150
Hagnaður/tap án fjármagnskostnaðar	-40.7	-25.2	-20.0	-12.8	5.0	14.7	17.9	23.2

Tafla 11 Samanburður á stærðarhagkvæmni

Framleitt magn miðast við tonnatölu við full afköst. Framleiðslukostnaður lækkar miðað við aukna stærð stöðvarinnar, en hér sést það að þegar allar forsendur eru óbreyttar er tap þegar tekið er tillit til framleiðslukostnaðar og slátrunarkostnaðar, þó svo að tapið minnki við aukna stærð. Þegar markmiðum sem sett voru fram um að ná niður framleiðslukostnaði nást, verður hagnaður á rekstri stöðvarinnar þegar hún er komin í full afköst. Það tekur þó tíma að borga upp stöðina vegna þess að umtalsverður kostnaður er þangað til að stöðin byrjar að fá tekjur eða á ári þrjú.

Ekki er gert ráð fyrir því að annar kostnaður aukist með aukinni stærð stöðvarinnar. Launakostnaður lækkar á framleitt kíló vegna þess að það þarf hlutfallslega færri starfsmenn í að framleiða meira magn. Lækkun afskrifta er vegna þess að mestu fjárfestingarnar eru í upphafi rekstrartímans. Fjárfesting á landi og kaup á bát er föst stærð og því óháð stærð stöðvar. En við stækkun stöðvar kemur hins vegar til aukin fjárfesting í fleiri kvíum Hlutfall afskrifta á framleitt kíló verður því lægra eftir því sem stöðin verður stærri.

Gert er ráð fyrir því að allar breytur vaxi, það þarf fleiri seiði, meira magn af fóðri og fleira, þegar stöðin er stækkuð.

COPY

5.8 Samantekt

Það er ljóst að ekki verður hagkvæmt að fara út í þorskeldi miðað við upprunalegu forsendurnar, en hafa verður í huga að þessar tölur eiga við bestu skilyrði í greininni, það þarf ekki mikið að bregða útaf svo að tap verði ennþá meira. Óveður og sjúkdómar geta sett mikið strik í reikninginn. Rannsókn og þekkingar er þörf til að ná niður framleiðslukostnaði eins og gert hefur verið í norsku laxeldi. Með rannsóknum og þróun hefur náðst að lækka framleiðslukostnað í laxeldi um helming. Þegar gert er ráð fyrir því að framleiðslukostnaður hafi lækkað í þorskeldi má fara að vænta hagnaðar. Best væri að lágmarka tap í upphafi með því að reka litla stöð sem framleiðir um 100 tonn á ári og ná fram þeirri hagræðingu sem þarf til að reksturinn skili hagnaði. Þegar viðunandi hagræðingu er náð er hægt að stækka stöðina til fá aukinn hagnað. Rannsóknir og þróun í fiskeldi verða ekki á eini nóttu og fjármuna er þörf til þess verkefnis. Þeir sem fara út í þorskeldi í framtíðinni verða að gera sér grein fyrir því að reksturinn kemur ekki til með að skila hagnaði miðað við núverandi aðstæður fyrr en markmiðum um lækkun á framleiðslukostnaði hefur verið náð.

COPY

6 Umræða

6.1 Markaðsmál

Aðalgæði eldisþorsks eru, að hægt er að bjóða staðlaða afurð og stöðugt og jafnt flæði 52 vikur á ári. Holdið á eldisfiski er hvítara en í villtum fiski. Skilgreining á því hvað gæði eru er mjög huglægt mat og það sem í einu landi eru talin gæði þykja jafnvel gallar í öðru. Mikilvægt er að gera sér grein fyrir þörfum og væntingum ólíkra markaða og "klæðskerasníða" afurðina fyrir hvern og einn. Þróunin er að verða sú hjá norskum laxútflytjendum að sinna vel öllum mörkuðum og útvíkka fyrirtæki sín lóðrétt í virðisdeðjunni. Íslensk umræða um markaðsmál og sölu á fiski á erlenda markaði hljómar oft eins og það sé bara einn markaður og á hann verði að selja allan fisk. Hins vegar teljum við að því fyrr sem við gerum okkur grein fyrir því að markaðirnir eru margir og ólíkir þá aukast möguleikar okkar á verðmætasköpun.

6.2 Seiðaeldi

Dýrasta aðferðin við eldi seiða virðist vera best. Þ.e. frumfóðrun með lifandi fóðri skilar bæði mestum vexti og mestri lifun(survival).

Le Ruyet et al. (1993) reiknaði út að lifandi fóður er aðeins 1,6 % af heildarþurrvigti fóðursins sem lifurnar innbyrða fyrstu 3 mánuði ævinnar, en væri hinsvegar 50 % fóðurkostnaðar á sama tímabili. Artemían ein stendur fyrir 40 % kostnaðarins og því 80 % af kostnaði við lifandi fóðrið. Á þessu sést hve miklu það mundi skipta að geta losnað við, þó ekki væri nema artemíuna úr fóðrunarferlinu. Þó ýmislegt hafi verið gert þá er gríðarlegt rannsókn- og þróunarstarf en óunnið. Gríðarlegt atriði, hvað varðar hagkvæmni greinarinnar í heild, er að ná framleiðslukostnaði seiða niður.

Helstu vandamál við seiðaframleiðsluna virðast vera;

- Dýr fóðrun (lifandi fóður)
- Sjálfrán
- Vantar skilvirkar flokkunaraðferðir á minnstu lifrunum

Vart þarf að taka fram að síun sjávar (helst niður í eitt míkrion), almennt hreinlæti og varfærnisleg umönnun seiða og lirfa eru fyrirbyggjandi þættir hvað varðar sjúkdóma og stress.

6.3 Matfiskur

Það er mikil áhætta í öllu fiskeldi og er hún meiri hér við Ísland en í Noregi, Færeyjum og Skotlandi. Við Ísland eru ekki jafn skjólsælir firðir og hitastig sjávar er lægra hér á landi. Hætt er við kvíar gætu laskast í verstu veðrum og fiskur sloppið. Áhættu af völdum hafíss má heldur ekki gleyma, það á þó helst við um Norður og Austurland. Sjávarhiti við Ísland virðist nægur til viðunandi vaxtar, sérstaklega á það við um Suður- og Suðvesturland (úr 120 g í 3,5 kg á 30 mánuðum). Hröð kólnun sjávar á veturnum víða við strendur landsins gæti dregið verulega úr vexti og jafnvel valdið dauða. Hætt er við að eldisþorskur í kvíum sem hreppir slæman sjógang samfara miklum kulda, örmagnist og drepist. Möguleikinn á skiptieldi virðist, við fyrstu sýn, ekki líklegur til arðsemi, þó það hafi ekki verið skoðað sérstaklega.

Sjúkdómar og afföll eru í raun óþekkt stærð en hægt er að draga lærdóm af reynslu laxeldismanna í þeim efnum. Þar komu upp miklir sjúkdómir, bæði þekktir og

Óþekktir og ollu til skamms tíma miklu afföllum. Tekist hefur að komast fyrir þá sjúkdóma að mestu en það kostaði tíma, rannsóknir og miklar fórnir.

Fóðrun á þorski með heilum fiski s.s. síld eða loðnu hefur gefið mjög góðan vöxt (fóðurstuðull í kringum 3) en því miður, einnig hátt lifrarhlutfall (12-15% af þyngd). Hátt lifrarhlutfall hjá eldisþorski hefur verið mönnum höfuðverkur, ástæðan er sú að þorskur safnar forða sínum í lifur meðan lax safnar forðanum (fitu) í holdið. Magn fitu í fódri virðist skila sér línulega í hærra lifrarhlutfalli. Ljóst er að þorskfóður verður að innihalda mun meira próteinmagn á kostnað fitu en laxafóður gerir. Afleiðingin er sú að þorskfóður yrði að öllum líkindum dýrara en litarefnalaust laxafóður.

Ótímabær kynþroski hjá eldisþorski hefur komið í ljós, líklegt er þó að honum megi seinka með ljósastýringu, geldingu og kynbótum.

6.4 Arðsemi

Það er ljóst að ekki verður hagkvæmt að fara úti þorskeldi miðað við gefnar forsendur, en hafa verður í huga að þær tölur eiga við um bestu skilyrði, það þarf ekki mikið að bregða útaf svo að tap verði ennþá meira. Óveður og sjúkdómar geta sett mikið strík í reikninginn. Rannsóknir og þekkingar er þörf til að ná niður framleiðslukostnaði eins og gert hefur verið í norsku laxeldi. Með rannsóknum og þróun hefur náðst að lækka framleiðslukostnað í laxeldi um helming. Þegar gert er ráð fyrir því að framleiðslukostnaður hafi lækkað í þorskeldi má fara að vænta hagnaðar. Best væri að lámarka tap í upphafi með því að reka litla stöð sem framleiðir um 100 tonn á ári og ná fram þeirri hagræðingu sem þarf til að reksturinn skili hagnaði. Þegar viðunandi hagræðingu er náð er hægt að stækka stöðina til fá aukinn hagnað. Rannsóknir og þróun í fiskeldi verða ekki gerðar á einni nóttu og fjármuna er þörf til þess verkefnis. Þeir sem fara út í þorskeldi í framtíðinni verða að gera sér grein fyrir því að reksturinn kemur ekki til með að skila hagnaði miðað við núverandi aðstæður fyrr en markmiðum um lækkingu á framleiðslukostnaði hefur verið náð.

Hugsanlega liggja framtíðarmögurleikar íslensks þorskeldis fyrst og fremst í seiðaeldi. Innri aðstæður eru hér ágætar og hafa Íslendingar yfir mikilli og góðri þekkingu að ráða við seiðaeldi, s.b.r.. Stofnfiskur og Fiskey. Ýmsar ytri aðstæður teljum við hagstæðari seiðaeldi en matfiskaeldi. Hér er víða góðar aðstæður til sjótöku, þar sem um er að ræða hreinan og síaðan sjó úr borholum. Jarðhiti er víða og væri því hægt að tryggja jafnan hita árið um kring með litlum tilkostnaði.

Akureyri, 14 nóvember 2000.

Birkir Hrannar Hjálmarsson

Björgvin Harri Bjarnason

Erlendur Steinar Friðriksson

COPY

COPY

Heimildaskrá

6.5 Ritaðar heimildir.

Agnar Steinarsson. Björn Björnsson. 1999. *The effects of temperature and size on growth and mortality of cod larve.* Journal of Fish Biology (1999) **55** (Supplement A), 100-109

Agnar Steinarsson. Björn Björnsson. Mattías Oddgeirsson. 2000. *Mat á arðsemi sanhverfueldis á Íslandi.* Hafrannsóknastofnun, Grindavík. Fjölrit nr.74

Baskerville, B., Kling L.J. 1998. *Development and evaluation of microparticulate diets for early weaning of Atlantic cod (Gadus morhua) larve.* School of Marine Science, University of Maine, USA. Aquaculture Nutrition (2000) 6 ;171-182

Baskerville, B., Kling L.J. 1999. *Early weaning of Atlantic cod (Gadus morhua) larve onto a microparticulate diet.* School of Marine Science, University of Maine, USA. Aquaculture 189 (2000) 109-117

Baskerville, B., Kling L.J. 1999. *Larval culture of Atlantic cod (Gadus morhua) at high stocking densities.* School of Marine Science, University of Maine, USA. Aquaculture 181 (2000) 61-69

Björn Knútsson, 1997. Þorskeldi á Íslandi , samanburður á arðsemi í strandeldi, kvíaeldi og fjarðareldi. Meistaraprófsritgerð í sjávarúvegsfræðum.

Björn Knútsson, Vilhjálmur Þorsteinsson, 1997. *Vöxtur þorsks í áfram eldi í sjókvíum í Norðfirði 1994 til 1996* (miðað við vöxt þorsk náttúrulegar aðstæður á sama svæði). Hafrannsóknarstofnun.

Brigham, E., Huston, J., 1998. *Fundamentals of financial management.* Eighth edition, Elm street publishing services, Inc. Us.

Brown, J., Clark, D., Godderd, S., Moir, J., 1995. Activity and feeding behavior of Atlantic Cod (Gadus morhua) in sea pens. Elsevier Science B.V.

Christiansen, B., Jobling, M., Santos, J., Meloy, O. H., 1994. *The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history.* NFH, University of Tromsø, 9037 tromsø, Norway.

Dr. Björn Björnsson. 1987. *Fiskeldismöguleikar á Austurlandi.* Sjómannadagsblað Neskaupstaðar 1987, 10 árg. Nesprent.

Dr. Björn Björnsson. 1994. *Þorskeldi við Íslandsstrendur.* Sjómannadagsblað Neskaupstaðar 1994, 17 árg. Oddi h.f.

Eilertsen, H.C., Omnivorous Larvae of Cod (Gadus morhua) Utilization of phytoplankton during the first 2-4 weeks. Norwegian College of Fisheries Science, University of Tromsø.

COPY

Eldisbóndinn, *Bleikjueldi*, vinnueintak. Hólaskóli, Hólum í Hjaltadal.

Folkvord, A., 1990. *Growth, survival and cannibalism of cod juveniles (Gadus morhua): effects of feed type, starvation and fish size*. Austervoll Aquaculture Research Station, Institute of Marine Research, N-5392 Storebø. Norway. . Aquaculture 97 (1991) 41-59.

Folkvord^a, A., and Otterå^b, H., 1993. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*). ^aUniversity of Bergen, Department of Fisheries and Marine Biology, Bergen High Technology Centre, Bergen, Norway. ^bInstitute of Marine Research, Department of Aquaculture, Nordnes, Bergen, Norway. Aquaculture, 114 (1993) 243-260.

Haugerud, O., 2000. *Attractive fundamentals...but salmon price expectations are too high*. Orcla Enskilda Securities ASA Tordeskioldsgt 8/10 N-0121 Oslo, Norway.

Hegseth, E.N., Henderson, J., NERC, Aberdeen 1991. Arbeidsplan-Problemstillinger, Fôr til torsk, Planteplankton

Jahansen, T., Olafsen, J., 1998. Torsk som oppdrettsfisk, Det biologiske grunnlag, etablering og drift, økonomi og markedsføring. Tromsø.

Jobling, M., 1988. A review of the Physiological and Nutritional Energetics, *Gradus morhua*, with particular reference to growth under farmed conditions. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam

Kristiansen, T., 1999. *Havebruksrapport, fisken og havet, særnummer 3.*, Havforskningsinstituttet.

KPMG, 2000. Torskeutredning for Statens nærings- og distriktutviklingsfond (SND). Trondheim.

Lied, E., Lie, Ø., Lambertsen, G., 1988. Feed optimization in Atlantic Cod (*Gadus morhua*): Fat versus protein content in the feed. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.

Lied, E., Lie, Ø., Lambertsen, G., 1989. *Fôring av oppdrettstorsk*. Fiskeridirektortets Ernæringsinstitutt.

Moksness, E., Februar 1994 *Kultivering av marin fisk*. Arendal.

Morgunblaðið, 2000. Úr verinu 8. nóvember 2000.

Nilsen, P., 1991. *Oppfôring med torsk I merd I Finnmark*, NT – programmet Landelsutvalget, UiF.

Oddvard G., Tj., 1986. *Kunstig startfor til torsk, hvor star vi?* Oppdrett av marinfisk, NFA-kurs 3/86. Norsk forening for akvakultur, Biokemisk Institutt Universitetet i Bergen.

Samstarfsverkefni Hafrannsóknarstofnunar, Rannsóknarstofnunar fiskiðnaðarins og fyrirtækisins Þorskur h.f. á Norðfirði. Eldifréttir 13 árg. 1 tbl. bls. 37-42.

Sigurður Einarsson, Vilhjálmur Þorsteinsson. 1995. *Eldi á smáþorski (Gadus morhua)*. 43. rit, Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.

Útboðsgögn fyrir fjárfesta í norsku þorskseiðaeldi. September 2000. *Information Memorandum, Cod Culture Norway AS*. Sundal Collier & Co ASA. NO -0115 Oslo, Norway.

Valdimar Gunnarsson. 1992. *Þorskur í matfiskeldi*. Sjávarfréttir. 2 tbl. 1992 20.árg. G. Ben. prentstofa h.f.

Valdimar Gunnarsson. 1991. *Hafbeit á þorski*. Sjávarfréttir. 4 tbl. 1991 19.árg. G. Ben. prentstofa h.f.

6.6 Munnlegar heimildir.

Agnar Steinarsson, 2000. Verkefnisstjóri Þorskeldistilrauna, Tilraunastöð Hafrannsóknunnaarstofnunnar á Stað í Grindavík.

Arnar Jónsson, október 2000. Líffræðingur og stöðvarstjóri hjá Fiskeldi Eyjafjarðar, Hjalteyri.

Dr. Steingrímur Jónsson. 2000. Haffræðingur Hjá hafró og doktor við Háskólan á Akureyri.

Jón Þórðarson, október 2000. Deildarforseti Sjávarútvegsdeildar við Háskólann á Akureyri.

Jón Örn Pálsson, 2000. Fóðurráðgjafi Laxár

6.7 Heimildir af veraldarvefnum.

Federation of European Aquaculture Producers. 2000. Vefslóð: <http://www.feap.org>

Food and Agriculture statistic. 2000. Vefslóð: <http://apps.fao.org/page/form?collection=Fishery.Primary&Domain=Fishery&servlet=1&language=EN&hostname=apps.fao.org&version=default>

Fóðurverksmiðja Laxá. 2000. Vefslóð: <http://www.laxa.is>

Hagstofa Íslands,Úvegurinn. 2000. Vefslóð: <http://www.stjr.is/hagstofa/>

Reikningsstofa fiskmarkaðanna. 2000. Vefslóð: <http://rsf.is/sala.htm>

COPY

COPY

7 Viðaukar

Mánuður	Reykjavík	Flatey	Æðey	Grimsey	Hjalteyri	Mjói fjörður	Stöðvar fjörður	Vestm. eyjar	Mykines	Stað	Varenger
Jan	2,4	1,3	1,6	2,1	2,0	2,2	2,2	5,9	6,0	6,0	3,3
Feb	1,8	0,8	0,6	1,5	1,1	1,7	1,8	6,1	6,0	5,0	2,5
Mar	1,9	1,1	0,5	1,4	1,1	1,2	1,3	6,4	6,0	5,0	2,1
Apr	3,2	2,0	1,2	1,6	1,8	1,5	1,7	6,9	6,5	5,0	2,2
May	6,3	4,9	4,1	3,1	4,4	3,7	2,7	7,8	7,0	7,0	3,8
Jun	9,3	7,5	6,7	5,1	7,2	5,6	3,9	9,3	8,0	10,0	6,9
Jul	10,9	9,9	8,8	6,9	9,4	7,1	5,3	10,5	9,5	12,0	9,8
Aug	11,3	10,5	9,7	7,6	9,7	8,1	6,3	10,9	10,0	14,0	10,5
Sep	9,7	8,9	8,5	6,7	7,7	7,3	6,7	10,1	10,0	13,0	8,7
Oct	7,2	6,6	5,8	5,0	5,5	5,6	5,7	8,6	9,0	11,0	7,1
Nov	5,0	4,1	3,8	3,9	4,2	4,1	4,4	6,8	8,0	9,0	5,6
Dec	3,4	2,3	2,8	2,8	3,1	3,0	3,2	6,0	6,5	4,0	4,4
Meðaltal °C	6,0	5,0	4,5	4,0	4,8	4,3	3,8	7,9	7,7	8,4	5,6

Tafla 12 Hitatölur frá Hafró

Næmnigreining	Fóðurverð	Seiðaverð	Afurðaverð	Framleitt magn tonn	Vaxtarhraði
100%	120 -116.716	240 -78.310	300 109.490	2.000 -58.020	7,0 -23.215
75%	105 -97.665	210 -68.860	263 71.990	1.750 -53.643	6,1 -25.686
50%	90 -78.613	180 -59.410	225 34.490	1.500 -49.265	5,3 -28.980
25%	75 -59.562	150 -49.960	188 -3.010	1.250 -44.888	4,4 -33.592
0%	60 -40.510	120 -40.510	150 -40.510	1.000 -40.510	3,5 -40.510
-25%	45 -21.458	90 -31.060	113 -78.010	750 -36.133	2,6 -52.040
-50%	30 -2.407	60 -21.610	75 -115.510	500 -31.755	1,8 -75.100
-75%	15 16.645	30 -12.160	38 -153.010	250 -27.378	0,9 -144.280
Viðmiðunarverð	60	120	150	1.000	3,5

Tafla 13 Næmnigreining

Tafla 14 Vaxtartöflur

COPY

COPY

COPY