

Heilnæmi krækings og uppskera

**Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G.
Þórarinsdóttir og Björn Theodórsson**



Veidimálastofnun

Vagnhöfða 7, 110 Reykjavík
Sími: 567 6400 Fax 567 6420
Heimasíða: www.veidimal.is
Netfang: veidimalastofnun@veidimal.is

Vesturlandsdeild

Bjarnarbraut 8, 310 Borgarnes
Sími: 437 1197 Fax: 437 1097
vesturlandsdeild@veidimal.is

Norðurlandsdeild

Hólum í Hjaltadal,
551 Sauðarkrókur
Sími: 453 6599 Fax: 453 6694
nordurlandsdeild@veidimal.is

Suðurlandsdeild

Austurvegi 1, 800 Selfoss
Sími: 482 2318 Fax: 482 3897
sudurlandsdeild@veidimal.is

Efnisyfirlit

0. SAMANTEKT.....	3
1. INNGANGUR	4
2.0 KRÆKLINGUR	4
2.1 Vöxtur.....	4
2.2 Holdfylling	6
2.3 Efnainnihald og bragðgæði	7
3.0 HEILNÆMI KRÆKLINGS	9
3.1 Eitraðir þörungar.....	9
3.2 Mengandi efni	12
4.0 HEILNÆMI RÆKTUNARSVÆÐA	13
4.1 Heilnæmiskannanir	13
4.2 Vöktunarmælingar	16
5. UNDIRBÚNINGUR Á UPPSKERU	16
5.1 Mælingar á heilnæmi kræklings.....	16
5.2 Aðferðir til að koma í veg fyrir tjón af völdum þörungaeiturs	18
5.3 Afeitrun og hreinsun	18
5.4 Uppskerutími.....	19
6. UPPSKERA.....	21
6.2 Kræklingur tekinn upp úr sjó.....	21
6.2 Kræklingur losaður af kræklingahengju.....	22
6.3 Afklösun og stærðarflokkun	24
6.4 Hlutfall af söluhæfum kræklingi.....	25
7. ÞAKKARORÐ	26
8. HEIMILDIR	26

0. Samantekt

Í Hvalfirði tekur það um tvö ár að ná kræklingi upp í markaðsstærð. Takmarkaðar upplýsingar eru um vöxt kræklinga á öðrum svæðum við Ísland. Almenn er þó hægt að segja að vöxtur kræklinga sé minni eftir því sem farið er réttsælis með landinu austur á Austfirði þar sem vöxtur er minnstur. Það eru einnig takmarkaðar upplýsingar til um holdfyllingu á ræktuðum kræklingi á Íslandi. Gera má ráð fyrir að holdfylling sé hæst að hausti, lækki upp úr október-nóvember þegar fæðuframboð minnkar og hækki aftur í mars-apríl þegar fæðuframboð eykst. Holdfylling lækkar síðan við hrygningu á sumrin og getur þá minnkað um allt að 70%. Flest dýr safna forðanæringu í formi fitu, en kræklingurinn safnar forðanæringu í formi sterkju (glykogen) á þeim árstíma sem mikið er af fæðu í sjónum. Miklar breytingar eru í efnasamsetningu kræklinga eftir árstíma og bragðgæði því breytileg, en lökust eru þau eftir hrygningu á sumrin.

Þörungaeitur hefur valdið töluverðu tjóni í skeldýrarækt hjá nágrannalöndum. Þó fá dæmi sé um eitranir af völdum svifþörungum hér á landi ber að hafa í huga að rannsóknir eru tiltölulega fáar og tíðni þörungaeitruna getur hugsanlega breyst með auknu umfangi kræklingaræktunar og tíðari sýnatökum. Vitað er um þrjár tegundir af *Dinophysis* hér við land sem geta valdið DSP-eitrun. Tvisvar hefur DSP-eitur mælst yfir hættumörkum í skelfiski. Í sjónum við Ísland hafa fundist nokkrar tegundir af *Alexandrium* sem geta framleitt PSP-eitur. Fjöldi þessara svifþörungum er sjaldan mikill en þó hafa komið upp tvö tilfelli hér þar sem PSP-eitrið mældist yfir hættumörkum í skelfiski. Helst er að vænta *Alexandrium* tegunda í sjónum í byrjun sumars en *Dinophysis* tegundir taka síðan við. ASP-eitrun er af völdum *Pseudonitzschia* tegunda og fundist hafa tvær tegundir hér við land sem geta framleitt eitrið. Þrátt fyrir það hefur ASP-eitur ekki mælst yfir hættumörkum í skelfiski á Íslandi. Kerfisbundnar mælingar á mengunarefnum í lífríki hafsins við Ísland þ.m.t. kræklingi hafa verið framkvæmdar frá árinu 1989. Niðurstöður eru þar að mengun er tiltölulega lítil og með því besta sem gerist.

Fyrir öll ræktunarsvæði þarf að fara fram heilnæmiskönnun til að staðfesta heilnæmi kræklinga m.t.t. innihalds þungmálma og örvera. Áður en uppskera hefst þarf að senda sýni til viðurkenndrar rannsóknastofu til að fá staðfest að kræklingurinn innihaldi ekki þörungaeitur. Þessar mælingar eru tiltölulega dýrar og til að draga úr kostnaði er t.d. hægt að uppskera einu sinn eða tvisvar í mánuði og geyma krækling í körum með rennandi hreinum sjó. Kosturinn við að hafa ávallt til staðar birgðir af lifandi kræklingi er einnig sá að þannig er hægt að tryggja stöðugt framboð af ræktuðum kræklingi á innanlandsmarkað. Kræklingaræktendur geta einnig hugsanlega dregið úr kostnaði með notkun fljótvirkar aðferðir til að mæla ákveðnar tegundir þörungaeiturs í kræklingi. Niðurstöður eigin prófana leiða síðan til þess hvort senda eigi sýni til viðurkenndra rannsóknarstofa til að fá leyfi til að hefja uppskeru.

Í þeim tilvikum sem kræklingur inniheldur of mikið af þörungaeitri eða örverum er hægt að afeitra eða hreinsa hann í sérstökum hreinsistöðvum áður en hann fer til neyslu. Tíminn sem tekur að afeitra krækling fer eftir því hvaða þörungategund veldur eitruninni, magni eiturs og umhverfisaðstæðum. Afeitrunin getur tekið allt frá einni viku upp í fleiri mánuði.

Við uppskeru eru notaðir litlir bátar eða prammar og allt upp í stór skip. Í þeim tilvikum sem uppskerubúnaður er lítið tæknivæddur er kræklingahengjan skopin af burðarlínu og sett í kar eða poka. Kræklingur er síðan losaður af ræktunarbundi í vinnslustöð. Í þeim tilvikum sem fullkominn búnaður er notaður er kræklingur losaður af böndum, afklasaður, stærðarflokkaður og þvegin um borð í skipi. Framleiðsla á hvern metra ræktunarbands af söluhæfum kræklingi getur verið mjög breytileg eða allt frá 5 kg upp í 20 kg, mismunandi eftir ræktunabúnaði og ræktunaraðferðum.

1. Inngangur

Neysla kræklinga á Íslandi fyrr á öldum var mjög takmörkuð og einkum bundin harðari (Lúðvík Kristjánsson 1980), en til eru þó dæmi þess að kræklinga hafi verið neytt að staðaldri (Bergsteinn Skúlason 1976). Á seinni árum hefur villtur kræklinga verið tíndur í fjörum til neyslu (Þórunn Þórsdóttir 1995). Nú er hafin kræklingarækt á Íslandi og er því að vænta ræktaðs kræklinga á markað héraðs. Mikilvægt er að unnið verði skipulega að því að koma í veg fyrir að eittraður kræklingur af völdum þörungaeiturs eða örvera berist á borð neytenda.

Á árunum 1945-1946 var flutt út talsvert af frystum kúfiski til Bandaríkjanna. Á þessum árum kom upp skelfiskeitrun í Kaliforníu. Ekki var vitað um uppruna hins eittraða skelfisks en grunur féll m.a. á íslenska kúffiskinn og stöðvaðist þar með allur útflutningur á honum (Sigurður Pétursson 1962b). Í tilefni af þessu fóru fram rannsóknir á íslenskum kúffiski á Íslandi en eitur fannst ekki í honum (Sigurður Pétursson 1963c).

Því hefur verið haldið fram að kræklingur væri eittraður og því ekki neyslu hæfur í “r-lausum mánuðum” það er sumarmánuðunum maí til ágúst. Þessi alþýðuvísdomur er vafalaust af erlendum uppruna, en hins vegar er víst að héraðs átti matskeljatekja sér einkum stað að vetrarlagi og í vorbyrjun en þá var einnig mestur matarskortur og þörfin brýnust fyrir skelfiskinn (Lúðvík Kristjánsson 1980). Þetta getur skýrt hve lítið er til af beinum heimildum um eitranir af völdum skelfiskáts, en eittraða þörungar er helst að finna yfir sumarmánuðina (Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal 1998). Í Íslenskum sjávarhátum stendur skrifað; „*Þar sem kræklingaát var algengast, virðist sú reynsla hafa verið almenn, að óheppilegt væri að eta mikið af kræklingi sem einmeti á fastandi maga, og voru börn strengilega vörud við því. Afleiðingarnar af slíkri kræklinganeyslu urðu máttleysisslen, einkum í hnjáliðamótum, drungi í höfði, og hann jafnvel svo mikill að menn áttu erfitt með að halda sér vakandi*” (Lúðvík Kristjánsson 1980).

Nokkrar heimildir eru til um litaðan sjó hér við land vegna blóma svifþörungar en í flestum tilfellum er um skaðlausar tegundir að ræða (Gunnar S. Jónsson 1986). Nú á seinni árum hafa farið fram vöktunarmælingar þar sem fylgst hefur verið með blóma eittraða þörungar tímabundið á nokkrum stöðum við landið (Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal 1998; Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997). Í dag er krafa um að rannsakað sé magn þörungaeiturs í kræklingi áður en heimilt er að selja hann til neyslu. Til að fylgjast með heilnæmi kræklinga þarf einnig að fylgjast með mengandi efnum, en kerfisbundnar mælingar á mengunarefnum í lífríki hafsins við Ísland hafa verið framkvæmdar frá því um 1990 (Davíð Egilsson o.fl. 1999). Markmið með þessari samantekt er að gefa yfirlit yfir þá þætti sem hafa áhrif á gæði og heilnæmi kræklinga, jafnframt að lýsa framkvæmd eftirlits og uppskeru á kræklingi.

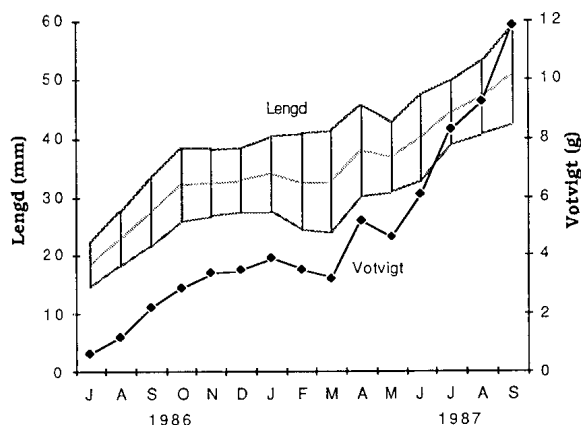
2.0 Kræklingur

2.1 Vöxtur

Aldur, stærð, erfðir, þéttleiki dýra, sjávarhiti og fæðuframboð hafa áhrif á vaxtarhraða kræklinga (Hawkins og Bayne 1992). Á mynd 2.1 er sýndur lengdarvöxtur og votvigt ræktaðs kræklinga við Hvítanes í Hvalfirði 1986-1987. Vaxtartímabil kræklinga var frá mars til október og virtist vöxturinn frekar tengjast fæðu en hita. Kræklingur sem settist á safnara í september var 18 mm í júní árið eftir og 50 mm tveggja ára

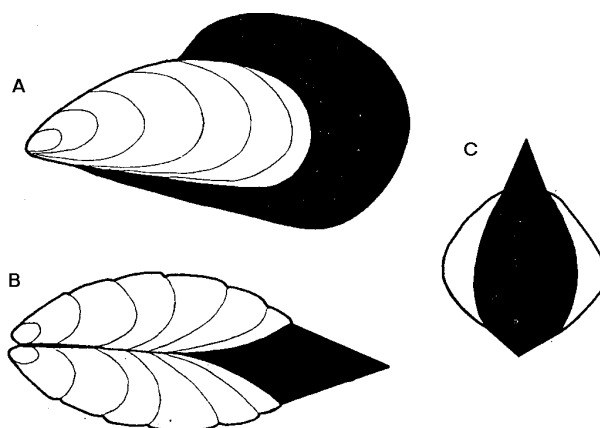
(Guðrún G. Þórarinsdóttir 1996). Takmarkaðar upplýsingar eru um vöxt kræklinga á öðrum svæðum við Ísland. Almennt er þó hægt að segja að vöxtur kræklinga sé minni eftir því sem farið er réttisælis með landinu austur á Austfirði þar sem vöxtur er minnstur (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2002).

Mynd 2.1. Meðalvöxtur kræklinga, lengd (mm) og votvigt (g) á hengjum í Hvalfirði af árgangi 1985 (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Úlfar Antonsson 1993).



Vöxtur kræklinga getur verið breytilegur í lengd, breidd og hæð (Seed 1968). Það er því að finna töluverðan breytileika í lögun kræklinga allt eftir aðstæðum. Við mikinn þéttleika verða skeljarnar ílangar að lögun en við lítinn þéttleika fremur hringlaga (Alunno-Bruscia o.fl. 2001). Kræklingur sem flyst á milli svæða getur breytt lögun sinni (Seed 1968) (mynd 2.2). Aðlögun kræklinga er mikil og í nærveru afræningja getur hann einnig breytt lögun sinni til að geta betur varist þeim. Í rannsóknnum hefur komið fram að kræklingur getur aukið þykkt skeljar og orðið kúptari í lögun í nærveru afræningja (Reimer og Tedengen 1996; Smith og Jennings 2000).

Mynd 2.2. Breyting á skelvexti kræklinga eftir flutning á svæði með betri vaxtar-skilyrði. Dökka svæðið sýnir vöxt eftir flutning (Seed 1968).



Greinamun þarf að gera á vexti á holdi kræklinga og skeljar. Fæðuframboð hefur meiri áhrif á holdvöxt en skelvöxt. Kræklingur getur aukið við skellengd sína þrátt fyrir takmarkað fæðuframboð og rýmun á holdi. Aftur á móti er skeljarvöxtur hlutfallslega hægari en holdvöxtur við hagstæð skilyrði (Alunno-Bruscia o.fl. 2001). Vegna betri skilyrða og meiri vaxtarhraða er skel ræktaðs kræklinga þynnri en hjá villtum botnlægum kræklingi (Hovgaard o.fl. 2001a). Aðrir þættir geta einnig skýrt þunna skel og er þekkt að skelvöxtur sé hlutfallslega minni þar sem seltan er lág (Malone og Dodd 1967).

2.2 Holdfylling

Tvær aðferðir eru notaðar við mat á holdfyllingu kræklinga, önnur er kennd við Evrópu en hin við Kanada (tafla 2.1). Þessar aðferðir gefa ekki sömu niðurstöður þar sem sú evrópska gefur lægra hlutfall en sú kanadíska. Sem dæmi má nefna að kræklingur sem hefur 25% holdfyllingu eftir evrópskri aðferð hefur 40% eftir kanadíska aðferðinni. Það skal þó haft í huga að þessi hlutföll geta verið breytileg, t.d. ef kræklingurinn missir mikinn vökva. Kanadíska aðferðin er því betri og nákvæmari þar sem vökvatap kræklinga hefur engin áhrif á niðurstöður mælinga. Skekkju af völdum vökvataps má þó minnka verulega með því að taka krækling alltaf beint úr sjó eða úr fötu með sjó til mælinga.

Tafla 2.1. Tvær aðferðir til að ákvarða holdfyllingu kræklinga (Bernard 1998).

Holdfylling skv. kanadískum staðli

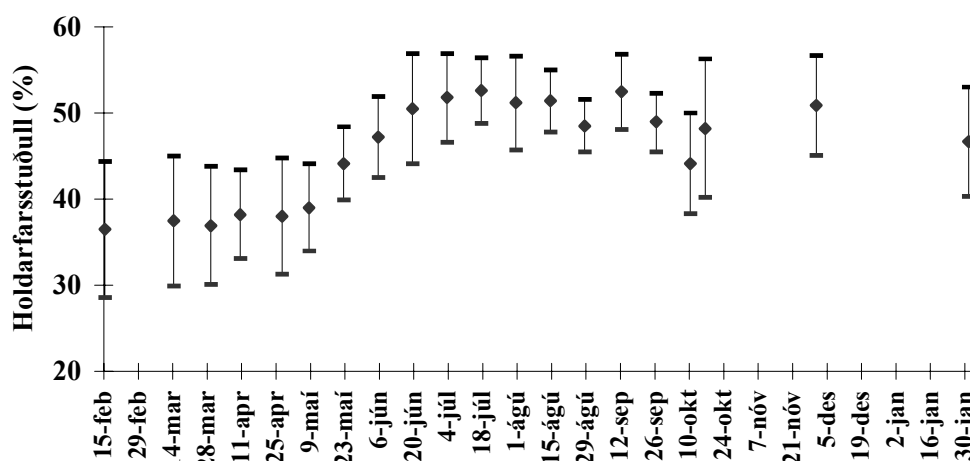
- 30 kræklingar, 55 mm og stærri teknir tilviljunarkennt úr stærra sýni og hreinsaðir í rennandi ferskvatni.
- Kræklingurinn gufusoðinn án vatns í 10 mínútur og síðan hold aðskilið frá skel.
- Hlutfall holdfyllingar er síðan ákvarðað með eftirfarandi formúlu:

$$\frac{\text{Þyngd á gufusoðnu holdi}}{\text{Gufusoðin skel} + \text{þyngd á gufusoðnu holdi}} \times 100 = \% \text{ holdfylling}$$

Holdfylling skv. evrópskum staðli:

$$\frac{\text{Þyngd á gufusoðnu holdi}}{\text{Þyngd á ferskum kræklingi}} \times 100 = \% \text{ holdfylling}$$

Takmarkaðar upplýsingar eru til um holdfyllingu á ræktuðum kræklingi á Íslandi. Niðurstöður frá Mjóafirði sýna mikla holdfyllingu frá júní til september (mynd 2.3). Notuð var kanadíska aðferðin við útreikningana en, sýnin voru ekki gufusoðin sem leiðir til hærri holdfyllingar en ella.

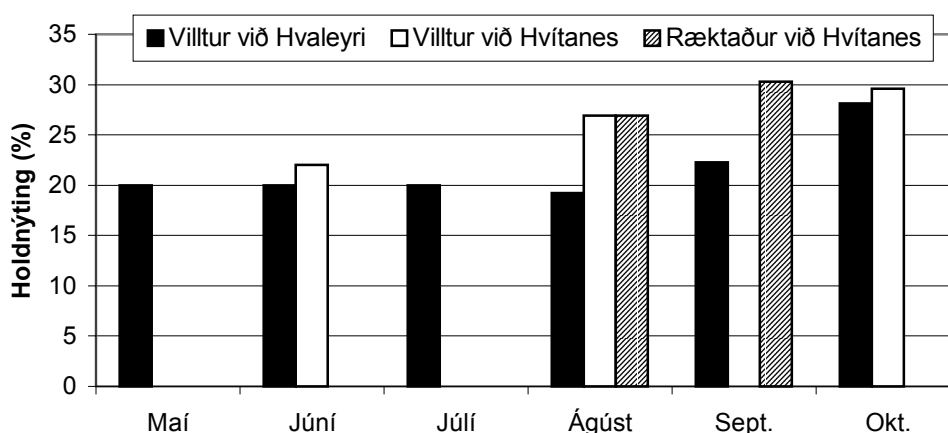


Mynd 2.3. Holdarfarsstuðull(holdfylling) á kræklingi í Mjóafirði frá 15 febrúar 2000 til 30 janúar 2003. Notaður var hrár kræklingur og kanadíska aðferðinni breytt við útreikninga (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2003).

Niðurstöður á holdfyllingu úr rannsókninni í Mjóafirði byggja á ungri skel í rækt þar sem breyting á holdarfarsstuðli var lítil yfir sumarið og þar með yfir hrygningartímann. Almenn minnkar holdfylling mikið við hrygningu því meira eftir

því sem skelin er stærri (Kaustsky 1982) og eru dæmi um að hún minnki um allt að 70% (Hovgaard o.fl. 2001a).

Frá Hvalfirði eru aðeins til mælingar af holdfyllingu kræklinga frá maí-október árið 1986 fyrir villtan og ræktaðan krækling og sama tímabil árið 1968 en þá aðeins fyrir villtan (mynd 2.4). Yfir sumarmánuðina var holdfyllingin um og yfir 20% en fór hækkandi að hausti og var hæst hjá þeim ræktaða. Gera má ráð fyrir að holdfylling sé hæst að hausti, lækki upp úr október-nóvember þegar fæðuframboð minnkar og hækki aftur í mars-apríl þegar fæðuframboð eykst (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987; Agnes Eydal 2000, 2003). Töluverður breytileiki getur verið í holdfyllingu á milli svæða og einnig á milli ára á sama svæði (Bernard 1998; Clemens, o.fl. 1999; Edwards 2002). Þykkt skeljanna hefur veruleg áhrif á holdfyllingarstuðulinn. Ræktaður kræklingur hefur yfirleitt þynnri skeljar en sá villti (Reimer og Tedengren 1996; Alunno-Bruscia o.fl. 2001) og þar með meiri hærri holdfyllingarstuðul (Slabyj o.fl. 1978).



Mynd 2.4. Samanburður á holdfyllingu villts kræklinga við Hvaleyri 1968 (Sigurður Pétursson 1968) og villts og ræktaðs kræklinga við Hvítanes 1986 (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987). Niðurstöðum á holdfyllingu kræklinga við Hvaleyri var breytt úr fersku sýni í gufusoðið með að lækka hlutfallið um 16%.

2.3 Efnainnihald og bragðgæði

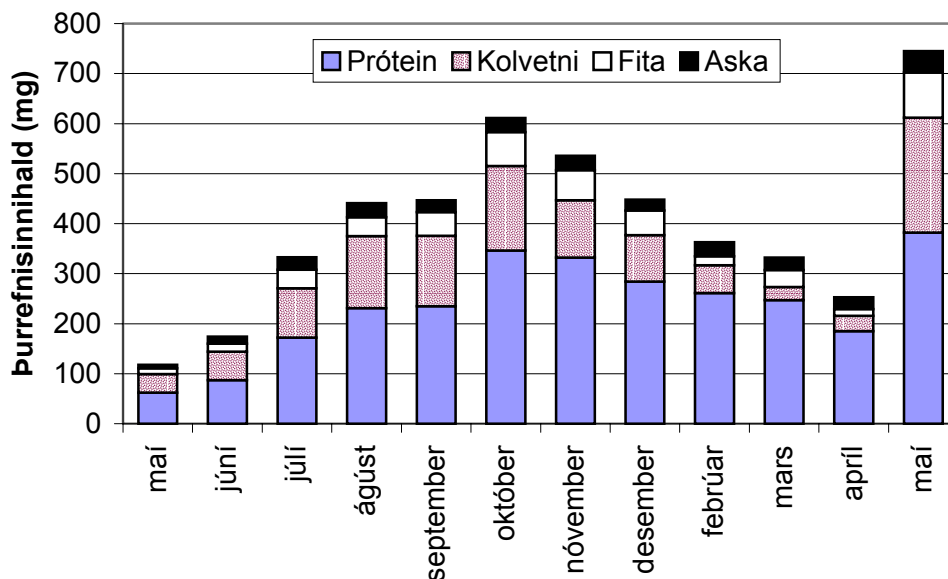
Á Íslandi hafa verið gerðar nokkrar efnamælingar á villtum kræklingi frá mismunandi stöðum og tímum þar sem eggjahvítuinnihald mældist frá 12 til 17%, en fita í flestum tilvikum aðeins um 2% (Unnsteinn Stefánsson 1958, 1959; Sigurður Pétursson 1963). Í september árið 2000 mældist fita í holdi kræklinga í Hvalfirði 1-1,5%, saltinnihald 1,6-2,0 og vatnsinnihald 80-84% (Guðjón Atli Auðunsson o.fl. 2001). Erlendar rannsóknir hafa sýnt verulegar sveiflur í efnainnihaldi eftir árstíma (Gabbott og Peek 1991; Okumuş og Stirling 1998).

Flest dýr safna forðanæringu í formi fitu, en kræklingurinn safnar forðanæringu í formi sterkju (glykogen) á þeim árstíma sem mikið er af fæðu í sjónum. Yfir veturinn þegar fæðuframboð er takmarkað minnkar forðanæringin þar sem það nýtist sem orkugjafi og til viðhalds og ef til vill uppbyggingu kynkirtla (hrogn og svil). Sterkja getur numið allt að 50% af þurrvigð innmatar kræklinga (Gabbott og Peek 1991). Hátt innihald sterkju ásamt fríum amóníusýrum gefa kræklingnum gott bragð á haustmánuðum, en minnstu bragðgæðin eru rétt eftir hrygningu. Bragð af kræklingi er breytilegt eftir fæðusamsetningu og hold mismjúkt

eftir ræktunarsvæðum (Duinker og Mortensen 1999; Dunker o.fl. 2001). Í flestum tilvikum er ræktaður kræklingur bragðbetri og mýkri en sá villti. Perlumyndun á sér oft stað í villtum kræklingi en ekki þeim ræktaða (Slabyj o.fl. 1978). Svifþörunginn *Mesodinium rubrum*, sem getur valdið rauðum blóma í sjó en er án þörungaeiturs, er víða að finna erlendis (Scarratt 1992). Í sumum tilvikum getur þessi þörungur litað hold kræklinga rautt sem veldur örðugleikum við markaðssetningu hans (Rhodes o.fl. 2001).

Miklar breytingar geta verið í þurfnisinnihaldi ræktaðs kræklinga eftir árstíma. Í Skotlandi var fylgst með breytingu á þurfnisinnihaldi kræklinga í rúm ár (mynd 2.5). Í upphafi tilraunar var kræklingurinn árs gamall um 25 mm að lengd. Hann óx vel yfir sumarið fram á haust en holdfylling minnkaði þá vegna fæðuskorts. Í mars jókst fæðuframboðið aftur en kræklingurinn jók ekki við þyngd sína fyrr en að lokinni hrygningu (Okumuş og Stirling 1998). Í upphafi tilraunarinnar var vöxtur kræklinga mikill og töluverð aukning átti sér stað í eggjahvítu, kolvetni og fitu fram á haustið. Í byrjun vetrar minnkaði kolvetni og eggjahvítuinnihaldið. Við hrygningu var mestur hluti þurfnis eggjahvíta, en hlutfall kolvetna og fitu jókst mikið að hrygningu lokinni (mynd 2.5). Þegar bornar eru saman breytingar í holdfyllingu og efnasamsetningu eftir árstíma virðast vera meiri sveiflur hjá ræktaðum kræklingi en þeim villta (Slabyj o.fl. 1978; Barkati og Ahmed 1990).

Hafa skal í huga að þurfnisinnihald kræklinga hér á landi eftir árstíma er frábrugðið því sem kemur fram á mynd 2.5, þar sem kræklingur við Ísland hrygnir að sumarlagi og má þá gera ráð fyrir að þurfnisinnihald sé í lágmarki. Eins og kemur fram á myndinni eru miklar breytingar í þurfnisinnihaldi og efnasamsetningu kræklinga og eru gæði hans því mjög breytileg eftir árstíma.



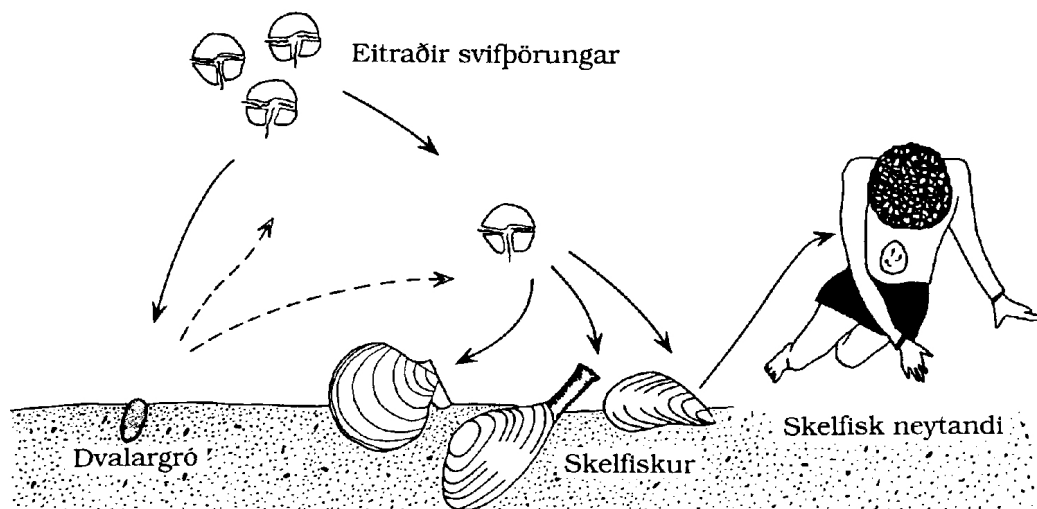
Mynd 2.5. Breytingar á þurfnisinnihaldi kræklinga (eggjahvíta, kolvetni, fita og aska) í Skotlandi. Í upphafi tilraunar var kræklingur rúmlega árs gamall og 25 mm en í lokin var hann rúmlega 50 mm (Okumuş og Stirling 1998).

3.0 Heilnæmi kræklinga

3.1 Eitraðir þörungar

Þörungaeitur; vaxandi vandamál

Skelfiskeitranir af völdum svifþörungum í sjó hafa verið þekkt fyrirbæri í heiminum í um það bil 200 ár. Þegar um skelfiskeitrun er að ræða hefur skelfiskurinn nærst á eitruðum svifþörungum og getur styrkleiki eitursins orðið allverulegur í fiskinum. Eitrið safnast fyrir í skelfiskinum en hefur engin áhrif á hann sjálfan. Eituráhrifanna gætir aftur á móti hjá mönnum og öðrum spendýrum er neyta eitraðs skelfisks. Þeim tilfellum þar sem eitrana hefur orðið vart hefur fjölgað mikið síðastliðin 20 ár og eru þær nú algengar um allan heim og víða árviss viðburður. Fjöldi tegunda er valda skaða, útbreiðsla þeirra og tíðni blóma hefur farið ört vaxandi. Margar skýringar eru á þessari aukningu. Með auknu eldi í sjó og sívaxandi nýtingu lifvera af grunnsævi verður afleiðinga svifþörungablóma vart í ríkara mæli en áður. Með aukinni þekkingu hefur komið í ljós að skaðlegar tegundir eru fleiri en ætlað var og fjölga þeim stöðugt. Aukin mengun í sjó vegna framburðar næringarefna frá landbúnaðarhéruðum og flutningur dvalargróa skaðlega tegunda frá einu svæði til annars með kjölvatni skipa getur beinlínis haft áhrif á tíðni og útbreiðslu þessara blóma (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997; Guðrún G. Þórarinsdóttir 1998).



Mynd 3.1. Skelfiskeitur berst frá eitruðum svifþörungum gegnum skelfisk til neytanda (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997).

Rannsóknir á eitruðum svifþörungum

Tiltölulega fáar rannsóknir hafa verið gerðar á útbreiðslu og tegundasamsetningu (á) svifþörungum í fjörðum hér á landi. Við Hvítanes í Hvalfirði var rannsökuð tegundasamsetning svifþörungum frá júní 1986 til júlí 1987 og fannst *Dinophysis norvegica*, svifþörungategund sem valdið getur skelfiskeitrun, í miklu magni í september 1986 (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987). Á tímabilinu febrúar til nóvember 1997 fundust nokkrar tegundir í Hvalfirði sem vitað er að geta valdið skelfiskeitrun. Það eru skorupþörungarnir *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, og *D. norvegica* og *Phalocroma rotundatum*, *Alexandrium ostenfeldii* og *A. tamarensis* og loks

kísilþörungarnir *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* og *P. seriata*. Af þessum tegundum fundust *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* í miklum fjölda, en aðeins *Dinophysis norvegica* yfir hættumörkum, þ.e.a.s. fjöldi hættulegra þörunga er það mikill að hætta er á að uppsafnað magn þörungaeiturs í kræklingi fari yfir alþjóðleg viðmiðunarmörk fyrir neysluhæfan krækling (Agnes Eydal 2000, 2003).

Í Ísafirði var fylgst með svifþörungum frá febrúar 1987 til febrúar 1988. Eitraðir þörungar fundust í sjósýnum í litlum mæli, mest fannst af *Dinophysis spp.* sem fór yfir hættumörk um miðjan júlí (Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal 1998). Frá marslokum og út október 1994 var tegundasamsetning svifþörunga könnuð á þremur stöðum á Vestfjörðum, í Önundarfirði, Aðalvík og Fljótavík. Í sýnum frá þessum stöðum fundust *Alexandrium* tegundir, en fjöldinn fór aðeins einu sinni yfir hættumörk, en aftur á móti var fjöldi *Dinophysis* tegunda og *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* nokkrum sinnum yfir hættumörkum (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996).

Í Eyjafirði var fylgst með svifþörungum frá apríl til október 1992, en eitraðir þörungar fundust aldrei yfir hættumörkum (Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal 1998). Í þessari rannsókn kom fram að í byrjun júní jókst fjöldi *Alexandrium spp.*, en síðan tóku *Dinophysis* tegundir við. Svipuð framvinda gróðurs er kunn frá öðrum íslenskum rannsóknum (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996).

Í Mjóafirði var skoðuð tegundasamsetning og tíðni eitraðra þörunga frá febrúar til nóvember 2000. Fjöldi *Alexandrium spp.* og *Dinophysis spp.* mældist yfir hættumörkum. Mest var af *Alexandrium spp.* um mánaðarmótin júní-júlí en í ágúst-september var mest af *Dinophysis spp.*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* var nokkuð áberandi í sjónum frá júní til ágúst en þó aldrei yfir hættumörkum (Agnes Eydal 2003a).

Þann 16.-17. ágúst 2000 var rannsakað svifdýrasamfélagið í Reyðafirði. *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *P. seriata*, *Dinophysis acuminata* og *D. norvegica* fundust, en ekki í það miklu magni að hætta væri talin geta stafað af þeim (Hafsteinn G. Guðfinnsson 2001).

Þörungaeitur

Þegar fjöldi eitraðra þörunga í sjónum er orðinn mikill getur skapast hættuástand á viðkomandi svæði. Misjafnt er eftir þörungategundum hver fjöldinn er þegar hætta skapast og sami svifþörungurinn getur einnig verið miseitraður eftir aðstæðum. Í sumum tilfellum getur orðið vart eitrana í skelfiski þó aðeins fáir eitraðir þörungar finnast í hverjum lítra af sjó en í öðrum tilfellum þarf mikið magn til (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997).

Á annan tug þörungategunda sem vitað er að geta framleitt eitru hafa fundist í sjónum hér við land. Sérstök skilyrði í sjónum, eins og endurnýjun næringarefna og lagskipting í kjölfarið geta valdið blóma þessara tegunda, en blóminn er óreglulegur og þarf ekki að vera árviss þó að viðkomandi tegundir finnast á svæðinu (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997). Svifþörungar geta valdið nokkrum tegundum skelfiskeitrana. Algengastar eru PSP-, ASP- og DSP-eitranir.

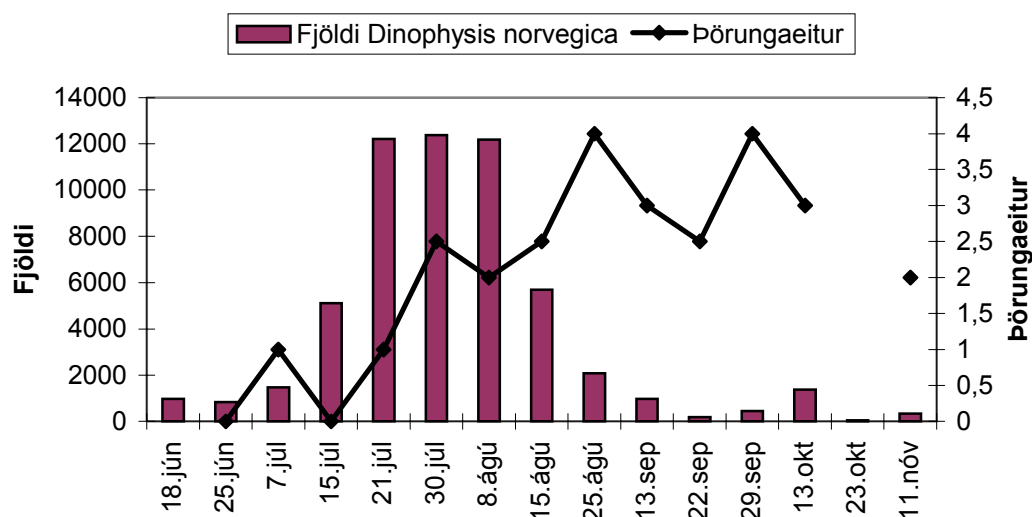
PSP-eitrun

PSP-eitrun (Paralytic Shellfish Poisoning) eða lömunareitrun er af völdum *Alexandrium*, *Gymnodinium* og *Pyrodinium* skorupþörungategunda. Áhrif PSP-skelfiskeitrunar koma fram í taugakerfinu, og geta valdið öndunarlömun sem getur leitt til dauða (Huss 1994). Í sjónum við Ísland hafa fundist nokkrar tegundir af *Alexandrium*. Þessar tegundir finnast umhverfis allt landið og ber mest á þeim í

svifinu í lok maí og byrjun júní. Fjöldi þessara svifþörunga er sjaldan mikill en þó hafa komið upp tilfelli hér þar sem PSP eitrið mældist yfir hættumörkum í skelfiski (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997; Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal 1998). Annars vegar var um að ræða krækling sem safnað var við Vestmannaeyjar í maí 1991 og hins vegar var það hörpudiskur með hrognum sem veiddur var í Breiðafirði í júní 1993 (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995). Í rannsókn sem gerð var í apríl-nóvember 1994 í Aðalvík, Fljótavík og Önundarfirði mældist PSP-eitur í kúffiski úr Fljótavík í október þrátt fyrir að vikuleg söfnun sjósýna af svæðinu hafi ekki sýnt fram á *Alexandrium tegundir* (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995).

DSP-eitrun

DSP-eitrun (Diharretic Shellfish Poisoning) eða niðurgangseitrun er af völdum *Dinophysis* og *Prorocentrum* tegunda sem einnig eru skorupþörungar. DSP-skelfiskeitrun getur valdið ógleði, uppköstum, niðurgangi og magakveisu (Huss 1994). Vitað er um þrjár tegundir af *Dinophysis* hér við land sem geta valdið DSP-eitrun. Ein þeirra fannst í miklu magni í Hvalfirði í september 1986 (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987) og um sama leiti veiktust nokkrir einstaklingar í kjölfar neyslu á kræklingi úr Hvalfirði. Í júní 1994 mældist DSP-eitrun í öðu úr Hvalfirði yfir hættumörkum en lítið af *Dinophysis* fannst í sjósýnum frá svæðinu (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997). Í mælingum sem gerðar voru í Hvalfirði á árinu 1997 kom fram að fjöldi *Dinophysis* fór langt yfir hættumörk (mynd 3.1). Niðurstöðurnar sýndu að kræklingur var fljótur að safna upp eitri og var hann óneysluhæfur frá lokum júlí mánaðar og fram undir nóvember (Agnes Eydal 2000, 2003). DSP-eitur mældis í kúffiski frá Aðalvík, Fljótavík og Önundarfirði í júlí-ágúst en alltaf undir hættumörkum (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995), þó að fjöldi eitraða þörunga í sjónum gæfi tilefni til að ætla annað (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996).



Mynd 3.1. Heildarfjöldi *Dinophysis norvegica* í yfirborði sjávar í Hvalfirði frá 18. júní til 11. nóvember 1997 og niðurstöður músaprófunar á DSP-þörungaeitri í kræklingi fyrir sama tímabil (mælingu af þörungaeitri frá 23. október vantar). Mælikvarði fyrir þörungaeitur í kræklingi; 0 = eitur ekki til staðar, 1 = eitur merkjanlegt, 2 = eitur til staðar, en innan marka fyrir neysluhæfan skelfisk, 2-3 = eitur til staðar, skelfiskur óhæfur til neyslu, 3 = talsvert eitur, 4 = mikið eitur (Agnes Eydal 2000, 2003).

ASP-eitrun

ASP-eitrun (Amnestic Shellfish Poisoning) eða minnistapseitrun er af völdum *Pseudo-nitzschia* tegunda sem eru kísilþörungur. ASP-eitrun lýsir sér með magakrampa, niðurgangi, skynvillu og minnisleysi (Huss 1994). Af þeim fjórum tegundum *Pseudo-nitzschia* sem vitað er um að geta við ákveðin skilyrði framleitt ASP-eitur eru *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* og *P. seriata* algengar við Ísland. Önnur þeirra er mikilvæg tegund í úthafinu suður og vestur af landinu. Þessi þörungur ríkir oft í vorhámarkinu og að sumarlagi getur frumufjöldinn einnig orðið verulegur í strandsjónum. ASP-eitrana af völdum þessara þörungna hefur aldrei orðið vart við Ísland (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997). Í kúffiski frá Aðalvík, Fljótavík og Önundarfirði var ASP-eitur vart mælanlegt frá apríl-október 1994 (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995), þrátt fyrir að fjöldi *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* í sjónum færi yfir hættumörk á sama tíma (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996).

Á hvaða árstíma er helst að vænta þörungaeiturs í íslenskum kræklingi?

Þörungaeitur í kræklingi er helst að finna yfir þá mánuði sem framleiðsla svifþörungna er mest í sjónum, frá vori og fram á haust. Hér á landi hefur PSP eitur fyrst mælst yfir hættumörkum í júní (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997) og DSP eitur hefur mælst fram undir nóvember (Agnes Eydal 2000, 2003). Þó að niðurstöður séu ekki fyrir hendi er ekki hægt að útilok að þörungaeitur geti mælst á öðrum árstímum. Í Noregi má t.d. vænta þess að kræklingur geti verið eitraður allt árið (Dahl o.fl. 1999). Mikill breytileiki er á magni þörungaeiturs í kræklingi í Noregi á milli ára en algengast er að DSP þörungaeitur mælist yfir hættumörkum seinnihluta sumars og á haustin (Hovgaard o.fl. 2001a). Á Nýfundnalandi hefur mælst hátt innihald PSP-eiturs í kræklingi um vetur. Samhengi var fundið á milli fjölda gróa þörungans *Alexandrium fundyense* í maga kræklinga og innihalds PSP-eiturs (Schwinghamer o.fl. 1994). Það er þó talið að rannsaka þurfi þetta betur til að komast að því hvort um raunverulegt samhengi sé að ræða (Harper o.fl. 2002).

Þrátt fyrir að fá dæmi séu um eitranir af völdum svifþörungna hér við land ber að hafa í huga að rannsóknir eru tiltölulega fáar og tíðni þörungaeitrana getur hugsanlega breyst með auknu umfangi kræklingaræktunar og tíðari sýnatökum.

3.2 Mengandi efni

Kerfisbundnar mælingar á mengunarefnum í lífríki hafsins við Ísland hafa verið framkvæmdar frá árinu 1989. Árlegt vöktunarverkefni er á vegum AMSUM- hóps (Arctic Monitoring and Assessment Programme), sem starfar á vegum utanríkisráðuneytisins, en markmið hans er að uppfylla skuldbindingar Íslands varðandi Oslóar- og Parísarsamninginn (OSPAR), auk AMAP (Arctic Monitoring Assessment Program). AMSUM-hópurinn samanstendur af aðilum frá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Geislavörnum ríkisins, Hafrannsóknastofnuninni, Hollustuvernd ríkisins (nú Umhverfisstofa), Veðurstofu Íslands og Umhverfisstofnuninni. Markmið með vinnu AMSUM-hópsis er:

- Öflun upplýsinga um mengun sjávar umhverfis Ísland.
- Mat á hugsanlegum breytingum á mengun sjávar umhverfis Ísland.
- Efling þekkingar á mengun í íslensku umhverfi sem nýta má í innlendu og alþjóðlegu starfi til bættra mengunarvarna og nýtist einnig ef kemur til stórra

mengunaróhappa sem geta haft viðtæk áhrif í för með sér
(<http://www.hollver.is/amsun/info/uppl1.htm>)

Stór hluti þeirrar mengunar sem hér mælist er kominn langt að, frá uppsprettum í öðrum ríkjum. Til að taka þátt í alþjóðlegri samvinnu gegn mengun sjávar hefur Umhverfisstofnun komið á framkvæmdaáætlun um varnir gagn mengun sjávar frá landi (Umhverfisstofnun 2001).

Algenzt er að kræklingur sé notaður til að mæla mengun þar sem hann safnar upp mörgum mengandi efnum sem finnast í sjó (Viarengo og Canesi 1991). Hér á landi hefur kræklingur verið notaður til að mæla megnun og eru niðurstöður þeirra mælinga birtar í skýrslum (Dávíð Egilsson o.fl. 1999; Eva Yngvarsdóttir og Helga Halldórsdóttir 1998, Eva Yngvarsdóttir o.fl. 2002a, b) og á heimasíðu Umhverfisstofnu (<http://www.ust.is/Frodleikur/UtgefingEfni/nr/387>).

Á árunum 1990-1995 voru þungmálmur (blý, kadmín, kvikasilfur, kopar, sink) mældir í kræklingi hér við land. Kvikasilfur og blý í kræklingi við Íslandsstrendur er vel undir alþjóðlegum mengunarmörkum en kopar, sink og arsen er mjög nálægt þeim (Dávíð Egilsson o.fl. 1999). Dæmi eru þó um óeðlilega mikið af kvikasilfri og blýi í kræklingi í nágrenni Reykjavíkur (Jón Ólafsson 1986). Einnig eru dæmi um að kadmín, króm og nikkell séu yfir alþjóðlegum mengunarmörkum. Engar vísbendingar hafa fundist um mengunarvalda á þeim stöðum þar sem mikið magn mældist af kadmín, krómi og nikkell og því má telja víst að um náttúrulegt ástand sé að ræða (Dávíð Egilsson o.fl. 1999).

Styrkur þrávirkra lífrænna efna í kræklingi hér (PCB-efni, HCH, HCB og DDT) er lítill og er ýmist undir eða við greiningarmörk. Styrkur þessara efna almennt í lífríki hér er með því lægsta sem finnst, borið saman við niðurstöður erlendis frá (Dávíð Egilsson o.fl. 1999). PAH-efni var mælt í kræklingi frá Reyðarfirði á rannsóknarstofu NIVA í Noregi og var magnið vart mælanlegt sem er sjaldgæft erlendis (Hafsteinn G. Guðfinnsson 2001). Sama gildir um styrk geislavirkra efna (Cs-137) í kræklingi sem er með því lægsta sem fyrir finnst (Dávíð Egilsson o.fl. 1999).

Í nýlegri rannsókn um áhrif verksmiðjurekstrar í Hvalfirði á mengun í kræklingi kom fram að mengun var tiltölulega lítil og töluvert minni en þekkist t.d. í nágrenni við verksmiðjur í Noregi. Miklir straumar og vatnsskipti í Hvalfirði voru talin helsta ástæðan fyrir þessu (Guðjón Atli Auðunsson o.fl. 2001).

4.0 Heilnæmi ræktunarsvæða

4.1 Heilnæmiskannanir

Áður en uppskera hefst skal fara fram heilnæmiskönnun á ræktunarsvæðinu. Í reglugerð nr. 260, 15. apríl 1999, um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka kemur fram:

„Fiskistofa ákveður hvaða svæði eru viðurkennd til veiða á samlokum samkvæmt prófunum á samlokum, sjósýnum og aðstæðum almennt. Veiðisvæði skulu ekki viðurkennd til veiða á samlokum nema að undangenginni heilnæmiskönnun sem staðfestir að þau uppfylli kröfur í 26 gr. og viðauka 1 og að fram fari reglubundið eftirlit“.

Í 28 gr. í reglugerð nr. 260/1999 hér fyrir neðan er að finna nánar um hlutverk Fiskistofu í opinberu eftirliti á ræktuðum kræklingi.

Reglugerð nr. 260, 15. apríl 1999, um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka með síðari breytingum

28. gr.

Fiskistofa hefur með höndum framkvæmd reglugerðar þessarar og hefur opinbert eftirlit með því að farið sé að ákvæðum hennar. Slíkt eftirlit og umsjón felur einkum í sér eftirfarandi þætti:

1. Yfirumsjón með heilnæmiskönnun á veiðisvæðum fyrir lifandi samlokur og mat á stöðu þeirra. Við það mat skal hafa hliðsjón af kröfum, sem gerðar eru í þessu efni í samningum við stjórnvöld í landi því sem lifandi samlokur eru fluttar til. Fiskistofa kannar strandlengju við veiðisvæði með aðstoð sérfræðinga og annarra opinberra stofnana og ákveður hvar og hvenær sjósýni skuli tekin og hverjum skuli falin þessi sýnataka.
2. Fiskistofa heldur skýrslur um heilnæmiskannanir og flokkun veiðisvæða og miðlar upplýsingum þar að lútandi til ráðuneytis, vinnsluleyfihafa og veiðileyfihafa.
3. Útgáfu vinnsluleyfa eftir að gengið hefur verið úr skugga um að uppfyllt séu sett skilyrði laga og reglugerða.
4. Eftirlit með veiðum og aðstæðum við löndun, flutning, geymslu og vinnslu.
5. Skýrslugerð og miðlun upplýsinga til ráðuneytis, innlendra og erlendra eftirlitsstofnana og annarra aðila sem hlut eiga að máli.
6. Vörslu gagnasafns vegna eftirlits með lifandi samlokum. Þær opinberu stofnanir sem taka þátt í heilnæmiskönnun eða verkefnum varðandi veiði- eða gæðaeftirlit skulu láta Fiskistofu í té eintak af öllum niðurstöðum og skjölum þar að lútandi. Fiskistofa heldur til haga upplýsingum um flokkun og merkingu veiðisvæða, breytingar á flokkun þeirra og ákvæði sem auka kröfur til heilnæmis veiðisvæða.

Fiskistofa flokkar veiðisvæði (ræktunarsvæði) með tilliti til heilnæmis þeirra. Ræktunarsvæði sem sem uppfylla kröfur í 26 gr. reglugerðar nr. 260/1999 og viðauka I í sömu reglugerð, flokkast sem veiðisvæði A (ræktunarsvæði A), og er þá heimilt að uppskera krækling beint til manneldis. Þegar ræktunar- eða veiðisvæði flokkast sem B (sjá viðauka I í reglugerð nr. 260/1999) er eingöngu heimilt að setja krækling af svæðinu á markað til manneldis eftir meðhöndlun í hreinsunarstöð að lokinni umlagningu (kafla 5.1). Með hreinsunarstöð er átt við:

„Viðurkennd starfsstöð með einum eða fleiri tönkum, þangað sem leitt er hreint saltvatn eða sjór og þar sem lifandi samlokum er haldið í nægilega langan tíma til þess að þær hreinsi sig af örverum og verði neysluhæfar“.

Reglugerð nr. 260, 15. apríl 1999, um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka með síðari breytingum

26. gr.

Fiskistofa skal setja sér starfsreglur til að fylgjast með að ákvæði reglugerðar þessarar séu uppfyllt. Reglurnar skulu m.a. taka til eftirfarandi atriða:

1. Örverufræðilegra gæða samloka af veiðisvæðum.
2. Hvort eitradir þörungar finnast á veiðisvæði eða þörungaeitur í samlokum sé yfir leyfilegu hámarki.
3. Eftirlits með því hvort mengandi efni finnast yfir leyfilegu hámarki.
4. Innihalds eitradra eða skaðlega efna sem finnast í náttúrunni eða hafa verið losuð í umhverfið í slíku magni að reiknuð upptaka þeirra í gegnum fæðu fari yfir leyfilegan dagskammt (PDI), eða kunni að skemma bragð samlokanna.
5. Efri mörk fyrir innihald geislavirkra samsæta mega ekki fara yfir sett mörk fyrir matvæli.
6. Prófanir vegna eftirlits með því hvort kröfur í viðauka 1 eru uppfylltar skal gera á prófunarstofum sem Fiskistofa samþykkir.

Samkvæmt reglugerð nr. 260/1999 er skilgreining á umlagningu þessi:

„Flutningur lifandi samloka undir eftirliti opinbers aðila af menguðu svæði á viðurkennt, ómengað svæði þar sem þær eru látnar vera nægilega lengi til þess að þær hreinsi sig af örverum og mengunarefnum. Til umlagningar telst ekki flutningur á samlokum í því skyni að þær nái frekari vexti”.

Afurðir frá ræktunar- eða veiðisvæði C er ekki heimilt að markaðssetja fyrr en eftir umlagningu í að minnsta kosti tvo mánuði þannig að kröfum A-liðar, fyrstu málsgreinar reglugerðar nr. 260/1999, viðauka I, sé fullnægt. Hér á landi er hægt að geyma krækling eftir uppskeru í hreinum sjó úr borholum og þannig hægt að losa hann við örverur fyrir neyslu. Það er því líklegt að heimilt verði að taka kræklinginn í stöðvar á landi til hreinsunar.

Í lok ársins hófust heilnæmiskönnun í tveimur fjörðum, í Eyjafirði fyrir Norðurskel ehf. og í Mjóafirði fyrir Hafskel ehf. Heilnæmiskannanirnar náður yfir 3ja mánaða tímabil, einu sinni á tímabilinu var tekið sýni til að kanna mengandi efni (þungmálmar, þrávirk og geislavirk efni), þrisvar sinum voru sýni tekin til mælinga á örverum og þörungaeitur var mælt tvisvar sinnum í kræklingi (Þór Gunnarsson, Fiskistofu, munnl. uppl.). Yfirlit yfir framkvæmd heilnæmiskannana í Noregi er að finna í skýrslu sem kræklingaverkefnið hefur gefið út (Valdimar Ingi Gunnarsson 2001).

Reglugerð nr. 260, 15. apríl 1999, um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samloka með síðari breytingum

Viðauki I - Viðmiðunarmörk fyrir veiðisvæði og lifandi samlokur.

Lifandi samlokur skulu vera frá veiðisvæðum sem uppfylla kröfur þessarar reglugerðar.

- 1) Fiskistofa skal ákveða staðsetningu og endimörk veiðisvæða þannig að unnt sé að slá föstu á hvaða svæðum má:
 - A. veiða samlokur beint til manneldis. Lifandi samlokur skulu uppfylla kröfur þessa viðauka og 26. gr. þessarar reglugerðar.
 - B. veiða samlokur sem aðeins eru settar á markað til manneldis eftir meðhöndlun í hreinsunarstöð að lokinni umlagningu. Í fimm-glasa og þriggja-þynninga MPN-prófun eða með annarri gerlafræðilegri aðferð með samsvarandi nákvæmni mega ekki finnast í lifandi samlokum frá þessum svæðum meira en 6.000 saurkólígerlar í 100 g af kjöti eða 4.600 *E. coli* í 100 g af kjöti í 90% sýna. Eftir hreinsun eða umlagningu skulu kröfur í þessa viðauka og 26. gr. hafa verið uppfylltar.
 - C. veiða samlokur sem ekki er heimilt að markaðssetja fyrr en eftir umlagningu í langan tíma (að minnsta kosti tvo mánuði), hvort sem hreinsun fylgir eða eftir gagngera hreinsun í þann tíma sem ákveðinn skal af Fiskistofu þannig að kröfum a-liðar sé fullnægt. Í fimm-glasa og þriggja-þynninga MPN-prófun eða með annarri gerlafræðilegri aðferð með samsvarandi nákvæmni mega ekki finnast í lifandi samlokum frá þessum svæðum meira en 60.000 saurkólígerlar í 100 g af kjöti.
- 2) Lifandi samlokur skulu innihalda minna en 300 saurkólígerla eða minna en 230 *Escherichia coli* í 100 g af holdi og vökva miðað við MPN-próf með 5 glösum og þremur þynningum eða með annarri gerlafræðilegri aðferð með samsvarandi nákvæmni. Ekki má finnast *Salmonella* í 25 g holds.
- 3) Í sjósýnum frá viðurkenndum veiðisvæðum þar sem veiða má lifandi samlokur beint til manneldis skal heildarfjöldi kólígerla vera lægri en 70/100 ml og færri en 10% sýna með meira en 230/100 ml. Fjöldi saurkólígerla skal vera lægri en 14/100 ml og færri en 10% sýna með meira en 43/100 ml. Skoða skal a.m.k. 15 sýni.
- 4) Samanlagt innihald lamandi þörungaeiturs (PSP) í ætilegum hlutum lifandi samloka, þ.e.a.s. öllum líkamanum eða sérhverjum hluta sem er borðaður sér má ekki fara umfram 80 µg í 100 g. Sýnt skal fram á magn saxitoxíns með efnafræðilegri aðferð ef nauðsynlegt er talið. Ef niðurstöðurnar eru dregnar í efa skal miða við líffræðilega aðferð.
- 5) Þörungaeitur sem veldur niðurgangi (DSP) má ekki finnast í ætilegum hlutum lifandi samloka.
- 6) Innihald þörungaeiturs sem veldur minnisleysi (ASP) í ætilegum hlutum lifandi samloka má ekki fara umfram 20 µg/g.
- 7) Sýnataka og prófanir skulu gerðar samkvæmt frekari leiðbeiningum frá Fiskistofu.

Sjávarútvegsráðuneytið getur bannað nýtingu lifandi samloka af viðurkenndu veiðisvæði (ræktunarsvæði), ef talin er hætt á að skaðleg mengun berist þar inn. Sjávarútvegsráðuneytið getur lýst yfir veiðibanni á veiðisvæði eða hluta veiðisvæðis ef fjöldi eitraðra þörunga í sjósýnum eða innihald þörungaeiturs í lifandi samlokum nálgast alþjóðlega ákveðin viðmiðunarmörk (Regl. nr.260/1999 um veiðar, meðferð, vinnslu og dreifingu lifandi samlokna).

4.2 Vöktunarmælingar

Viðast erlendis þar sem verið er að rækta skelfisk er fylgst með tegundum og fjöld eitraðra þörunga í sjó. Í öllum löndum í Vestur-Evrópu, Kanada og Bandaríkjunum eru vöktunarmælingar með eitruðum þörungum (Anderson2001). Sjósýnum er safnað á ákveðnum stöðum og þörungar tegundagreindir og taldir. Í Noregi eru vikulega uppfærðar upplýsingar á heimasíðu Hafrannsóknastofnunarinnar (<http://algeinfo.imr.no/index.php3>) varðandi niðurstöðurnar. Eftir að svæði hefur verið lokað vegna fjölda eitraðra þörunga og mælingar sýna að fjöldinn fer minnkandi er mælt þörungaeitur í skelfiskinum og ef það er innan marka er svæðið opnað aftur (Hestdal o.fl. 2001). Á heimasíðu Hollustuverndar í Noregi (Statens næringsmiddeltilsyn) eru gefnar upplýsingar um það hvort villtur kræklingur sé hæfur til neyslu eða ekki (www.snt.no/nytt/blaskjell/).

Greining sviðþörunga í smásjá getur verið erfið og tímafrek, en með DNA mælingum er auðveldlega hægt að greina þessar tegundir og jafnframt er aðferðin hraðvirkari (Rhodes 1998). Á Nýja Sjálandi hafa DNA mælingar verið notaðar við vöktun á *Pseudo-nitzshia* og *Alexandrium* tegundum í nokkur ár (Rhodes o.fl. 2001b). Nú er verið að þróa DNA mælingu til að greina aðrar tegundir eitraðra þörunga (www.geneprob.es.org).

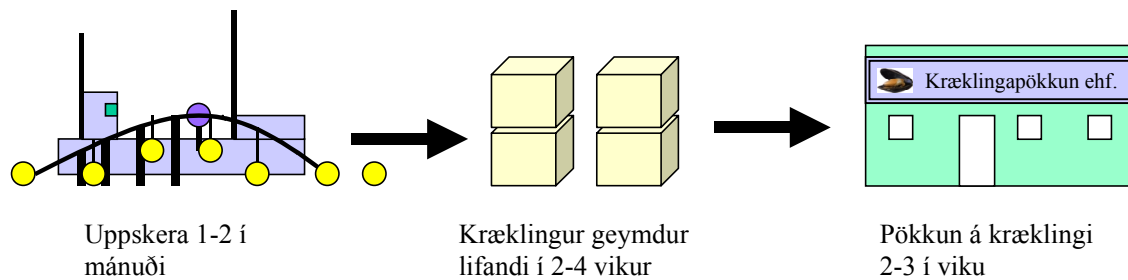
Skipulögð vöktun á eitruðum þörungum hér við land hefur ekki verið stunduð, en er nauðsynleg á ræktunarstöðum og myndi auka þekkingu á tegundum, fjölda og útbreiðslu.

5. Undirbúningur á uppskeru

5.1 Mælingar á heilnæmi kræklinga

Sýnatökustaður: Áður en uppskera hefst skal mæla þörungaeitur í kræklingi. Við sýnatöku skal haft í huga að verulegur munur getur verið á innihaldi þörungaeiturs eftir staðsetningu innan ræktunarsvæðis. Mælst hefur fjórfaldur munur á magni þörungaeiturs í kræklingi eftir staðsetningu innan kerfis sem var 250 m langt og 15 m breitt með 10 línur (Strochmeier o.fl. 2003).

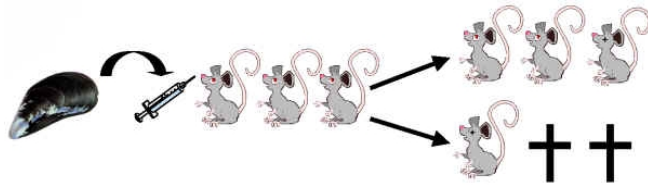
Tíðni sýnatöku: Til að draga úr kostnaði vegna eiturefnamælinga er t.d. hægt að uppskera einu sinn eða tvisvar í mánuði og geyma krækling í körum með rennandi hreinum sjó (mynd 5.1). Kosturinn við að hafa ávallt til staðar birgðir af lifandi kræklingi er einnig sá að þannig er hægt að tryggja stöðugt framboð af ræktuðum kræklingi á innanlandsmarkað. Á Íslandi eru veður ótrygg og oft ekki hægt að uppskera svo dögum skiptir.



Mynd 5.1. Myndræn uppsetning hvernig hægt er að standa að uppskeru, geymslu á lifandi kræklingi og pökkun fyrir innanlandsmarkað.

Mælingar á þörungaeitri: Í dag er eingöngu opinberlega viðurkenndar mælingar á PSP-eitri og DSP-eitri í kræklingi með músaprófi (Hestdal o.fl. 2001). Við músaprófun er útbúinn vökvi úr innmat kræklinga sem sprautað er í mýs og síðan fylgst með liðan þeirra (mynd 5.2).

Mynd 5.2. Músapróf. Innmat úr kræklingi sprautað í mýs (Kleivdal 2003).



Hægt er með efnamælingum að mæla PSP-eitur með „High Performance Liquid Chromatography” (HPLC). Helsta vandamálið við notkun HPLC er að ekki finnast staðlar fyrir öll 20 efnanna sem flokkast undir PSP-eitur. Þróun efnamælinga af DSP-eitri eru enn styttra á veg komin þar sem vantar staðla fyrir flest efnasambönd sem flokkast sem DSP-eitur. Í Noregi er þó HPLC notað til að mæla yessotoxic sem er algengt í norskum kræklingi. HPLC-aðferðin hefur reynst vel við mælingu á ASP-eitri (Hestdal o.fl. 2001).

Mælingar á þörungaeitri á viðurkenndum rannsóknastofum eru dýrar og seinvirkar. Þróðar hafa verið fljótvirkar aðferðir til að mæla ákveðnar tegundir þörungaeiturs í kræklingi. MIST Alert™ prófið er komið lengst í þessari þróun en þá er búinn til vökvi úr innmat kræklinga sem settur er út í prófið (mynd 5.3). Magn eiturs er síðan mælt í litaútslagi og tekur það u.þ.b. 10 mínútur. Fljótvirkar aðferðir til mælinga á þörungaeitri eru í hraðri þróun en með þeim koma kræklingaræktendur sjálfir til með að geta metið innihald þörungaeiturs í kræklingi. Niðurstöður eigin prófana leiða síðan til þess hvort senda eigi sýni til viðurkenndra rannsóknastofa til að fá uppskeruleyfi. Með þessu móti er hægt að draga úr líkum á því að sýni séu sent til rannsóknastofu þegar kræklingur inniheldur þörungaeitur og draga þannig úr kostnaði (Fladmark og Birkeland 2002).



Mynd 5.3. MIST Alert™ próf til að mæla PSP og ASP þörungaeitur í skelfiski (www.jellett.ca).

5.2 Aðferðir til að koma í veg fyrir tjón af völdum þörungaeiturs

Það hefur verið leitað margra leiða til að minnka tjón kræklingaræktenda vegna þörungaeiturs og örvera í kræklingi við uppskeru. Hér koma dæmi um leiðir sem bent hefur verið á sem vænlega kosti fyrir ræktendur:

1. Uppstreymi á næringarríkum djúpsjó: Í Noregi berst *Dinophysis spp.* inn í opna firði með strandstraumnum og safnast fyrir í lagskiptum undir ferskvatnslaginu sérstaklega innst inn í fjörðum. Með því að dæla næringarríkum djúpsjó upp í yfirborðið sjávar og brjóta lagskiptinguna dregur úr framleiðslu á eitruðum þörungum jafnframt eykur það framleiðslu annarra þörungategunda sem hafa jákvæð áhrif á vöxt kræklinga (Hovgaard o.fl. 2001a; Reiten 2003).

2. Sökkva búnaði: Fylgjast skal með fjölda eitraðra þörungna í sjónum og áður en þeir ná hámarki er búnaðinum sökkt undir yfirborð sjávar. Taka þarf sýni á mismunandi dýpi til að komast að því hvar eitraða þörungna er að finna. Búnaðinum er síðan sökkt það djúpt að kræklingur sem á að fara í uppskeru á næstu mánuðum nái ekki að nærast á eitruðum þörungum (Hovgaard o.fl. 2001a).

3. Umlagning: Ef um ræktunarsvæði B er að ræða, er eingöngu heimilt að setja krækling á markað til manneldis eftir meðhöndlun í hreinsunarstöð að lokinni umlagningu. Hér er hægt að taka dæmi af menguðum svæðum í nágrenni við mannabyggð innst inn í fjörðum. Þá er t.d. hægt að safna kræklingi af mengaða svæðinu, flokka og setja í netpoka sem fluttir eru á ómengað svæði til áframhaldandi ræktunar (Hovgaard o.fl. 2001a).

4. Hreinsistöðvar: Þó að krafa sé um að setja krækling af ræktunarsvæðum B í umlagningu áður en hann fer í hreinsistöð má gera ráð fyrir því að í framtíðinni verði heimilt að flytja hann beint í viðurkenndar hreinsistöðvar. Á Íslandi eru nokkrar fiskvinnslustöðvar með borholur þar sem hægt er að dæla upp sjó sem er hæfur til notkunar við vinnslu matvæla. Þessar vinnslustöðvar eru dæmi um hreinsistöðvar sem henta vel til að taka á móti kræklingi með of hátt innihald af örverum.

5. Uppskerutími: Best er að uppskera áður en þörungaeitur byrjar að safnast upp í kræklingi. Þetta getur haft í för með sér að aðeins er hægt að uppskera yfir stutt tímabil og er þá kræklingurinn t.d. frystur til að tryggja jafnt framboð. Framboði er einnig stjórnað með vali á uppskerusvæðum eins og t.d. í Noregi en þar væri þá fyrst uppskorið innst inn firðinum þar sem eitraða þörungna verður mest vart og síðast í utanverðum firðinum (Hovgaard o.fl. 2001a; NUMARIO 2001).

5.3 Afeitrun og hreinsun

Í þeim tilvikum sem kræklingur inniheldur of mikið af þörungaeitri eða örverum þarf að afeitra eða hreinsa hann áður en hann fer til neyslu.

Hve langan tíma tekur kræklinginn að losa sig við þörungaeitur?

Tíminn sem tekur að afeitra krækling fer eftir því hvaða þörungategund veldur eitruninni og magni eiturs. Afeitrunin getur varað frá einni viku upp í fleiri mánuði (Shumway 1992; Christophersen 1994). Dæmi eru frá Noregi um að mikil þörungaeitrun að hausti hafi verið viðvarandi og yfir hættumörkum fram í mars-apríl (Hovgaard o.fl. 2001a).

Takmarkaðar upplýsingar eru til staðar um áhrif umhverfisþátta á losun þörungaeiturs úr kræklingi en margt bendir til að losun eiturefna sé háð hitastigi, þ.e. gangi hægar við minna hita. Aðstæður á hverjum stað geta því ráðið miklu um þann tíma sem tekur að minnka eiturmagn í skel um helming. Í sænskri tilraun minnkaði magn DSP-eiturs um helming á 16 dögum og var sjávarhiti á tímabilinu um 10°C

(Svensson 2003) en í Noregi tók þetta 17-47 daga enda aðstæður mismunandi (Hovgaard o.fl. 2001a).

Fæðuframboð virðist ekki hafa áhrif á þann tíma sem tekur að hreinsa DSP-eitur úr kræklingi. Komið hefur fram að innihald DSP-eiturs í kræklingi minnkar hægt fyrstu dagana hjá þeim einstaklingum sem ekki voru fódraðir en hraðar seinnihluta tímabilsins og var afeitrun lokið eftir 32 daga. Ástæðan fyrir hraðari losun á DSP-eiturs seinnihluta tímabilsins er talin sú að kræklingurinn var farinn að ganga verulega á fituforða sinn, en DSP-eitur er fituuppleysanlegt (Svensson 2003). Aftur á móti er PSP og ASP eitur vatnsleysanleg (Christophersen 1994). Fóðrun með svifþörungum sem ekki innihalda eitur er talin flýta fyrir losun á PSP-eitri úr kræklingi (Suzuki o.fl. 2003).

Hve langan tíma tekur kræklinginn að hreinsa sig af örverum?

Með því að hafa kræklinginn í hreinum sjó er hægt að hreinsa hann af örverum eða fækka þeim niður í ásættanlegan fjölda. Hægt er að ná bakteríufjöldanum niður á örfáum dögum en hreinsunartíminn ræðst af upphaflegum fjölda, tegundum og umhverfispáttum. Hreinsunin tekur lengri tíma við lágt sjávarhitastig (Shumway 1992; Jackson og Ogburn 1999). Til að meta örveruflóru í kræklingi hér á landi er mældur fjöldi saurkóligerla og *E.coli* (kafla 4.1).

5.4 Uppskerutími

Áður en uppskera hefst þarf að kanna gæði kræklingsins og uppfylltar verða að vera opinberar kröfur. Eftirfarandi atriði skulu uppfyllt:

1. Heilnæmiskönnun á ræktunarsvæði skal hafa farið fram og sýna fram á að svæðið sé heppilegt til ræktunar og uppskeru á kræklingi (kafla 4.1).
2. Kræklingurinn þarf að vera að markaðsstærð.
3. Holdfylling þarf að vera góð og uppfylla kröfur markaðarins.
4. Áður en uppskera hefst skal mæla innihald þörungaeiturs í kræklingi (kafla 5.1).

Holdfylling

Töluverður breytileiki getur verið í holdfyllingu á milli svæða, tímabila og ára (Scarratt 1993). Takmarkaðar upplýsingar eru um það hvenær holdfylling kræklings er mest hér við land (kafla 2.2). Það er því nauðsynlegt fyrir kræklingaræktendur að fylgjast með hvenær á árinu kræklingurinn er með mesta holdfyllingu. Holdfylling er talin viðunandi þegar hún er á milli 20-30% og mikil þegar hún fer yfir 30% (Bremnes og Sydskjør 1987). Eftir hrygningu er holdfylling lítil og möttullinn nær gegnsær (Hovgaard o.fl. 2001a).

Rétt fyrir hrygningu er kræklingur mjög viðkvæmur (Harding o.fl. 2003). Ef kræklingur er meðhöndlaður harkalega á þessum tíma getur átt sér stað hrygning og er því mælt með að fresta uppskeru fram yfir hrygningu þar til hann hefur jafnað sig (Scarratt 1993).

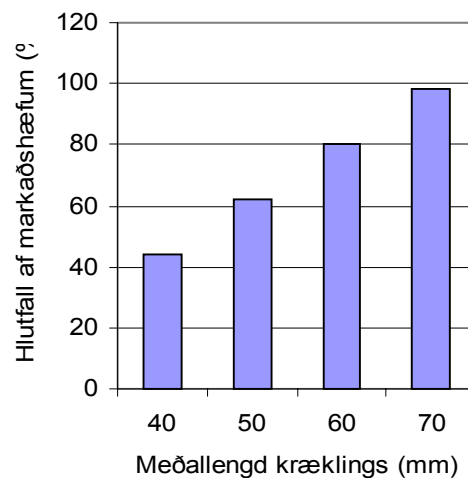
Stærð kræklings við uppskeru

Stærð kræklings ákvarðast af markaðinum eða kaupendum og getur verið nokkur munur á milli markaðssvæða. Við uppskeru getur stærðardreifing verið mikil á kræklingi sérstaklega ef hann hefur ekki verið flokkaður á ræktunartímabilinu. Samkvæmt rannsóknnum frá Nýfundlandi þarf meðalstærð kræklings sem aldrei hefur verið flokkaður að fara upp undir 65 mm til að 95% kræklingsins sé yfir

markaðsstærð (mynd 5.5). Aðeins um 60% kræklinga nær lágmarksstærð ef meðallengd hans er um 50 mm (Brown o.fl. 1999).



Mynd 5.4. Kræklingur með mismunandi holdfyllingu
(<http://collections.ic.gc.ca/peifisheries/scitech/muss.asp>)



Mynd 5.5. Hlutfall kræklinga sem ná markaðsstærð (45 mm) við mismunandi meðallengd (Byggt á Brown o.fl. 1999).



Litill bátur notaður við uppskeru á kræklingi á Prins Edward eyju í Kanada
(www.peimusselking.com).



Öflugt skip notað við uppskeru á kræklingi á Nýja Sjálandi (www.greenshell.com).



Prammi notaður við uppskeru á kræklingi á Prins Edward eyju í Kanada.



Sérhæfður prammi notaður við uppskeru á kræklingalínunum með tvöfalda burðarlínu
(<http://www.xplora.no/Xplora%20Hostekatamaran.htm>)

Mynd 6.1. Skip, bátar og prammar sem notaðir eru við uppskeru á kræklingi.

6. Uppskeyra

6.2 Kræklingur tekinn upp úr sjó

Við uppskeru eru notaðir litlir bátar eða prammar og allt upp í stór skip (mynd 6.1). Á Nýja Sjálandi eru t.d. notuð öflug skip við uppskeru sem afkasta allt að 100 tonnum á dag með fimm manna áhöfn (Strand 1998).

Við uppskeru á stökum ræktunarböndum er fyrst byrjað að kraka burðarlínuna upp (mynd 6.2). Burðarlínan er síðan hífð upp með krana eða spili og fest upp á stjörnuhjól. Síðan er siglt meðfram línunni eða báturinn dreginn áfram með drifbúnaði í leiðara. Leiðari samanstendur af stjörnuhjóli sem t.d. er fest við gálga. Á stjörnuhjóli eru armar og fara ræktunarbönd á milli þeirra þegar bátur fer með línu. Höfð er hlíf yfir stjörnuhjólið sem kemur í veg fyrir að ræktunarbönd vefjist utan um hjólið.



Burðarlína hífð upp (www.lmc-as.no).



Stjörnuhjól (<http://www.fukuina.com>).



Stjörnuhjól með hlíf fest á gálga (www.lmc-as.no).



Uppskeyrabátur fer meðfram kræklingalínu (<http://www.cocci.it/molluschi-ing.htm>).



Kræklingahengja skorin af burðarlínu og sett í kar sem síðan er flutt í pökkunarstöð (Davidson, J. 2002)

Mynd 6.2. Búnaður sem notaður er við uppskeru á ræktuðum kræklingi.

Í sumum tilvikum er kræklingur laus á ræktunarböndum og hætta á að hann losni af þegar kræklingahengja er tekin upp. Til að koma í veg þetta er hægt að hífa kræklingahengjur um borð í körfum (mynd 6.3). Þá er körfunni sökk undir kræklingahengju, henni síðan lyft, hengjan skorin frá og kræklingur hífður um borð í

körfunni. Í öðrum tilvikum er algengt að nota færiband til að flytja krækling um borð í skip. Við það minnkar álag á spunaþræðina og minni líkur á að kræklingur losni af. Á mynd 6.4 er sýndur búnaður til að uppskera af tvöföldum línunum með samfeldum söfnurum.



Kræklingahengja hífd í körfu um borð í skip á Spáni (<http://www.mexillondegalicia.org/ingles/cultivo.php>).

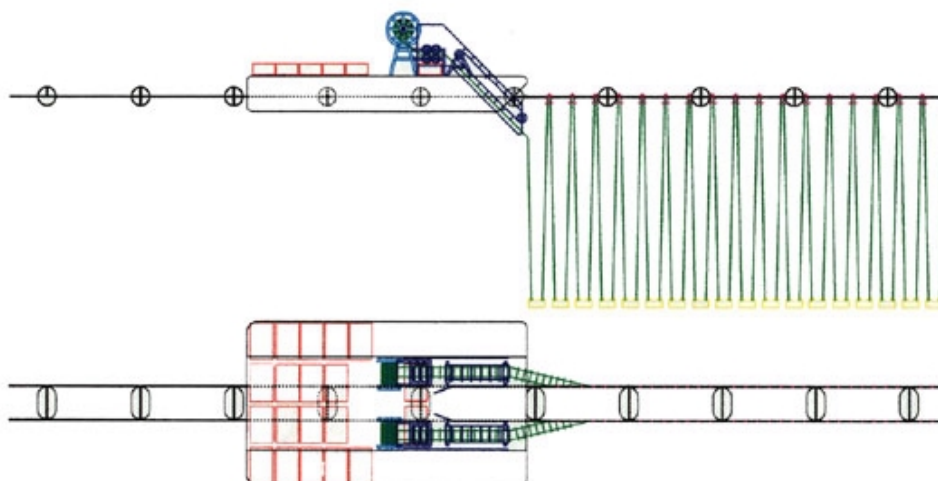


Færiband notað til að flytja krækling upp í skip (www.afford.net/skjell).



Uppskerubúnaður á Írlandi. Færiband flytur kræklingahengju upp að vinnslubúnaði.

Mynd 6.3. Búnaður sem notaður er til að flytja krækling um borð í skip.

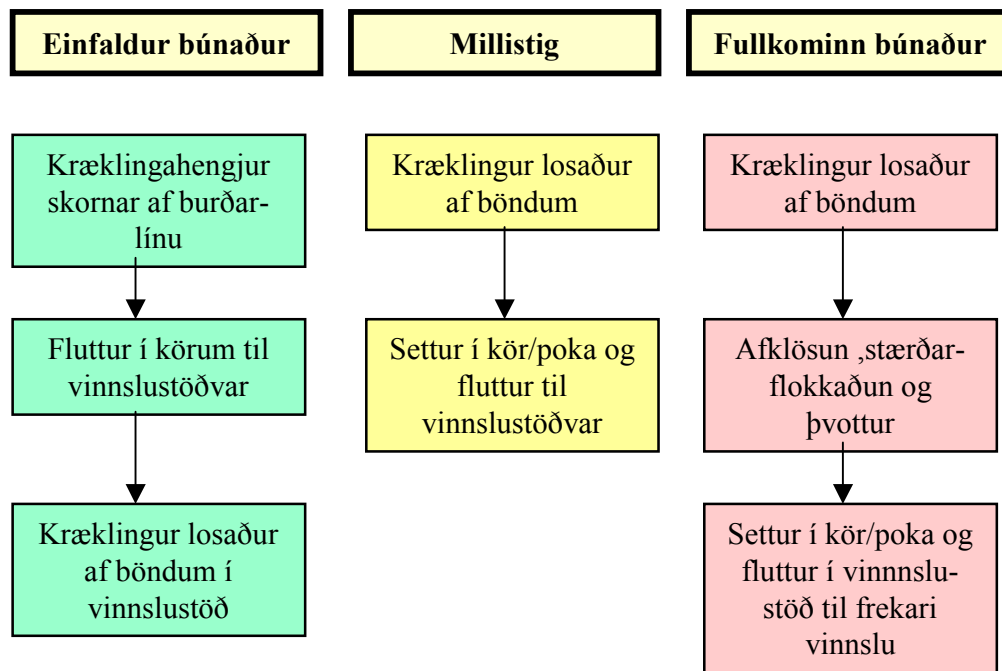


Mynd 6.4. Prammi sem m.a. er notaður við uppskeru á tvöföldum línunum (www.nordical.no).

6.2 Kræklingur losaður af kræklingahengju

Í þeim tilvikum sem uppskerubúnaður er lítið tæknivæddur er kræklingahengjan skorin af burðarlínu og sett í kar eða poka (mynd 6.5). Kræklingur er síðan losaður af ræktunarbandi í vinnslustöð.

Við losun á kræklingi af ræktunarbandi er um að ræða tvær gerðir af búnaði (mynd 6.6). Þegar um er að ræða slétt bönd er notuð þrenging til að ná kræklingi af. Þá er hengjan dregin í gegnum þrengingu sem er með svipaða breidd og bandið. Ef ræktunarband er með ósléttu yfirborði eins og t.d. þegar notaðir eru stopparar er kræklingurinn dreginn í gegnum burst eða annan búnað sem veitir viðnám og losnar hann af (mynd 6.7).



Mynd 6.5. Flæðirit fyrir mismunandi aðferðir við uppskeru.

Mikilvægt er að kræklingur sé fluttur fljótt í vinnslustöð eftir uppskeru og koma verður í veg fyrir hitabreytingar á meðan á flutninginum stendur. Slæm meðhöndlun getur dregið úr lífsþrótti skeljanna með þeim afleiðingum að geymslutími styttesti eða valdið dauða (Scarratt 1993).

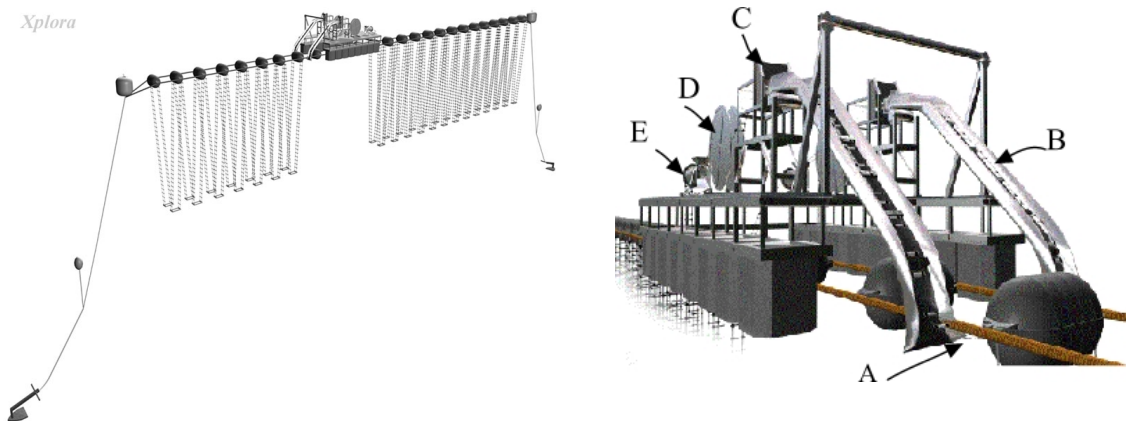


Avskrapar for bláskjell, Nederland.
Kræklingur losaður af bandi með því að draga hann í gegnum þrengingu.



Burstavél losar krækling af ræktunarbändi
(<http://www.xplora.no/Xplora%20Hostekatanaman.htm>).

Mynd 6.6. Búnaður til að losa krækling af ræktunarböndum.



Mynd 6.7. Búnaður sem m.a. er notaður við uppskeru af tvöföldum kræklingalínunum. A) Ræktunarband skorið frá burðarlínu. B) Færiband flytur kræklingahengju upp að burstavél. C) Burstavél skefur kræklinginn af ræktunarböndum. D) Tromla sem vefur inn á sig ræktunarbandi. E) Búnaður sem hægt er að nota til að setja of smáan krækling í netslöngu til áframhaldandi ræktunar (<http://www.xplora.no/Xplora%20Hostekatamaran.htm>).

6.3 Afklösun og stærðarflokkun

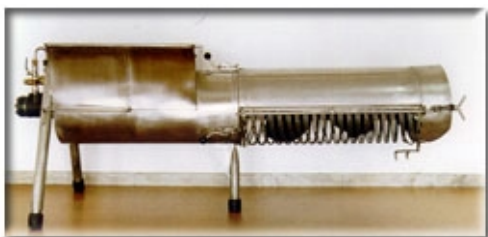
Í þeim tilvikum þar sem vinnsla á sér stað um borð í uppskerubát er kræklingurinn losaður af ræktunarbandi, afklasaður og stærðarflokkaður. Krækling sem er of smár til markaðsetningar er hægt að setja í netpoka til áframhaldandi ræktunar (mynd 6.7).

Í afklasara eru kræklingaklasar losaðir í sundur, en skeljarnar eru bundnar saman með spunapræðum (mynd 6.8). Það þarf að meðhöndla kræklinginn varlega í afklasanum til að koma í veg fyrir að skelin missi vatn eða brotni (Scarratt 1993). Skel ræktaðs kræklinga er þynnri og brothættari en þess villta (Koole 1989). Styrkur spunapræða er mjög mismunandi eftir ræktunarsvæðum og árstíma. Styrkurinn er mestur á svæðum þar sem mikil hreyfing er á línunum (Koole 1989; Scarratt 1993). Reynslan hérlandis sýnir að spunapræðir eru mjög sterkir og verulegt átak þarf til að losa skeljar í sundur.



Mynd 6.8. Spunapræðir halda kræklingi saman í klasa.

Margar gerðir eru til að afklösurum sem henta misvel eftir aðstæðum á ræktunarstað. Á myndum 6.9 og 6.10 er dæmi um afklasara frá Spáni sem notaðir eru hér á landi. Kræklingurinn fer niður um trekt og snigill þrýstir honum fram í afklasarann, hreinsar og losar í sundur. Við afklösun flokkast smæsti kræklingurinn niður um rist.



Mynd 6.9. „Afklasari” sem losar kræklinginn í sundur, þvæð og flokkar minnsta kræklinginn frá (www.aguin.com/ingles.htm).



Mynd 6.10. Snigill í afklasaranum þrýstir kræklingnum fram og losar hann í sundur. Á myndinni er afklasari með lengingu sérstaklega hannaður til að afklasa krækling með sterka spunaþræði (www.aguin.com/ingles.htm).

6.4 Hlutfall af söluhæfum kræklingi

Framleiðsla á hvern metra ræktunarbands af söluhæfum kræklingi getur verið mjög breytileg eða allt frá 5-20 kg/m (Hickman 1992). Margir þættir geta haft áhrif á magn uppskeru eins og mismunandi ræktunarbúnað og ræktunaraðferðir. Þegar verið er að meta uppskeru skal gera greinamun á:

- Heildarþyngd lífvera á hvern metra ræktunarbands
- Heildarþyngd kræklinga á ræktunarbandi
- Hlutfalli af söluhæfum kræklingi.

Í þeim tilvikum sem mikil ásæta er á ræktunarböndum og á skeljunum getur stærsti hluti líffungans verið aðrar lífverur en kræklingur (mynd 6.11). Heildarþyngd kræklinga á hvern metra gefur ekki alltaf góða mynd af væntanlegri uppskeru. Hluti af kræklingnum getur verið undir markaðsstærð, skel brotin eða tóm (mynd 6.12). Þegar kræklingur er ræktaður allan tímann á sama bandi er stærðardreifing hans meiri en þegar hann hefur verið grisjaður og stærðarflokkaður. Í athugun á Nýfundnalandi kom fram að á hverju ræktunarbandi var að meðaltali 28.2 kg (5,5 kg/metra) af markaðshæfum kræklingi, 12-21 kg var ekki markaðshæfur kræklingur og 11.3% af heildarþyngd var tóm skel og ásæta (Brown o.fl. 1999).



Mynd 6.11. Á ræktunarböndum er oft að finna aðrar lífverur en krækling.



Mynd 6.12. Tveir árgangar á sama ræktunarbandi.

7. Þakkarorð

Agnesi Eydal, Hafrannsóknastofnun er þakkað fyrir yfirlestur á kafla 3.0.

8. Heimildir

1. Agnes Eydal 2000. Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörunga í Hvalfirði. M.S. ritgerð, Líffræðistofnun Háskóla Íslands. 93 bls. + viðaukar.
2. Agnes Eydal 2003a. Árstíðabreytingar í fjölda og tegundasamsetningu svifþörunga í Mjóafirði. Í: Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Karl Gunnarsson (ritstj.). Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 92: 29-42.
3. Agnes Eydal 2003. Áhrif næringaefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörunga í Hvalfirði. Hafrannsóknastofnun *Fjölrit* 99.
4. Alunno, Bruscia, M., E. Bourget, & Fréchette, M. 2001. Shell allometry and length – mass – density relationship for *Mytilus edulis* in an experimental food-regulated situation. *Marine Ecology Progress Series* 219:177-188.
5. Anderson, D. M., P. Andersen, V. M. Bricelj, J. J. Cullen, and Rensel J. E. 2001. *Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters*. APEC Report # 201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Programme, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Technical Series No. 59, Paris, France.
6. Bergsteinn Skúlason 1976. *Gamlir grannar – Viðatöl og minningar*. Skuggsjá.
7. Barkati, S. and Ahmed, M. 1990. Cyclical changes in weight and biochemical composition of *Mytilus edulis* L. from Lindåspollene, western Norway. *Sarsia* 75:217-222.
8. Bernard, T. 1998. P.E.I. mussel monitoring program – 1998 report. Fisheries and Aquaculture Division. P.E.I. Department of Fisheries and Tourism. Technical report #221.
9. Bremsnes E. og Sydskjør K., 1987. *Skelldyrking – ny næring i kyststrøk*. Landbruksforlaget. 72 bls.
10. Brown, C., C. Couturier, T. Zockvic, & Parsons, J. 1999. Towards best practices: A practical guideline for mussel aquaculture in Newfoundland. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 99-3:38-41.
11. Christophersen, G. 1994. Algetoksiner i blåskjell. SMR-rapport 17/94. Universitetet i Bergen. ISSN 0803-7132.
12. Clemmes, T., C. Couturier, J. Parsons & Dabinett, P. 1999. Newfoundland aquaculture industry association environmental monitoring program og shellfish farms. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 99-3: 29-34.
13. Dahl, E., A. Reinsvaag & Böhm, N., 1999. Algegifter i skjell i Norge 1994-1998 – erfaring fra 5 års overvåking. *Fiskets Gang* nr.6/7:75-82.
14. Davíð Egilsson, Elisabet D. Ólafsdóttir, Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Flosi Hrafn Sigurðsson, Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Karl Gunnarsson, Sigurður A. Þráinsson, Andri Stefánsson, Hallgrímur Daði Indriðason, Hreinn Hjartarson, Jóhanna Thorlacius, Kristín Ólafsdóttir, Sigurður R. Gíslason & Jörundur Svavarsson, 1999. *Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga*. Starfshópur um mengunarmælingar, mars 1999, Reykjavík. 138 bls.
15. Davidson, J. 2002. Utvikling av blåskjellnæringen på Prince Edward Island, Canada. Nasjonal skjellsamling for skjellnæringa Harstad, 22.-24. februar 2002.
16. Duinker, A. & Mortensen, S. 1999. Kvalitet av skjell – et kritisk punkt for en voksende eksportnæring. *Norsk Fiskeoppdrett* 25(19):30-32.
17. Dunker, A., S. Mortensen, E. Slinde & Strand, Ø. 2001. Saltholdighet, osmoregulering og smak av blåskjell. *Norsk Fiskeoppdrett* 26(12):82-83.
18. Edwards, E. 2002. Scarcity boosts mussel prices. *Fish Farming International*, January 2002.
19. Eva Yngvarsdóttir & Helga Halldórsdóttir 1998. Mengunarvöktun í sjó við Ísland 1996 og 1997. *Skýrsla Rf*. Nr. 20-98. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
20. Eva Yngvarsdóttir & Helga Halldórsdóttir 1999. Mengunarvöktun í lífríki sjávar við Ísland 1997 og 1998. *Skýrsla Rf*. Nr. 6-99. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
21. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir & Elín Árnadóttir 2002a. Monitoring of the marine biosphere around Iceland in 1998 – 2000. *Skýrsla Rf* 13-02. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
22. Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir & Elín Árnadóttir 2002b. Mengunarvöktun í lífríki sjávar við Ísland 2000 – 2001. *Skýrsla Rf* 14-02. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

23. Fladmark, K.E. & Birkeland, M. 2002. Biologisk baserte blåskjelltester. *Norsk Fiskeoppdrett* 27(7):38-39.
24. Gabbott, P. A. & Peek, K. 1991. Cellular biochemistry of the mantle tissue of the mussel, *Mytilus edulis* L. *Aquaculture* 94:165-176.
25. Guðjón Atli Auðunsson & Eggert Gunnarsson 1995. Monitoring of algae toxins in ocean quahog (*Arctica islandica*) from Öfundarfjörður, Fljótavík and Aðalvík, NW-Iceland, April-November 1994. Icelandic Fisheries Laboratories. *Rf Report* 88.
26. Guðjón Atli Auðunsson, Elín Árnadóttir, Helga Halldórsdóttir, J.R.Vaño, M. E. Tighe & Þuríður Ragnarsdóttir 2001. Könnun á ólífrænum snefilefnum og armómatískum fjölhringjum (PAH) í kræklingi við Grundartanga, Hvalfirði, sumarið 2000. Verkefnaskýrsla 03-01. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
27. Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987. Dyrkning af blaamusling (*Mytilus edulis*) í Hvítanes, Hvalfjörður, Island 1986-1987. Cand scient opgave i biologi, Aarhus Universitet, Aarhus, Danmark, 61 bls.
28. Guðrún G. Þórarinsdóttir 1996. Gonad development, larval settlement and growth of *Mytilus edulis* L. in a suspended population in Hvalfjörður, south-west Iceland. *Aquaculture Research* 27:57-65.
29. Guðrún G. Þórarinsdóttir 1998. Aspects of phytoplankton blooms in relation to molluscs and man. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 18(1): 153-158.
30. Guðrún G. Þórarinsdóttir 2003. Vöxtur, holdafar, kynþroski og hrygning kræklinga í eldi í Mjóafirði. Í: Umhverfisaðstæður, sviðþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Karl Gunnarsson (ritstj.). Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrít* 92: 69-81.
31. Guðrún G. Þórarinsdóttir & Úlfar Antonsson 1993. Tilraunarrækt á kræklingi í Hvalfirði. *Náttúrufræðingurinn* 63(3-4):243-251.
32. Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997. Vágestir í plöntusvifinu. *Náttúrufræðingurinn* 67(2):67-76.
33. Gunnar S. Jónsson 1986. Blóðsjór við Ísland. Hafrannsóknir 35:69-75.
34. Hafsteinn G. Guðfinnsson 2001. Rannsóknir á straumum, umhverfispáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. Hafrannsóknastofnun *Fjölrít* nr. 85. 136 bls.
35. Harding, J., C. Couturier, G.J. Parson & Ross, N.W. Aquaculture Association of Canada Special Publication nr. 6:35-38.
36. Harper, F.M., E.A. Hatfield & Thompson, R.J. 2002. Recirculation of dinoflagellate cysts by the mussels, *Mytilus edulis* L., at an aquaculture site contaminated by *Alexandrium fundyense* (Lebour) Balech. *Journal of Shellfish Research* 21(2):471-477.
37. Hawkins, A.J.S. & Bayne, B.L. 1992. Physiological interrelations, and the regulation of production. In: E. Gosling (ed.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. *Developments in aquaculture and fisheries science* 25:171-222.
38. Hestdal, M., T. Aure, K. Tangen & E. Dahl, 2001. Overvåkingsprogrammet for algetoksiner 2000. *SNT-Rapport* 9. Statens næringsmiddeltilsyn.
39. Hickman, R.W. 1992. Mussel cultivation. In: E. Gosling. The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. *Development in Aquaculture and Fisheries Science*, 25:465-510. Elsevier.
40. Hovgaard, P., S. Mortensen & Strand, Ø. 2001a. *Skjell – biologi og dyrking*. Kystnæringen – Forlag og bokklubb AS. 255 sider.
41. Hovgaard, P. Aune, T. & Ramstad, H. 2001b. Ny grenseverdi for yessotoksin – godt nytt for blåskjelldyrkere. In: Havbruksrapport. Olsen, R. og Hanse, T. (red.) *Fisken og havet*, nr.3. s. 89-91.
42. Huss H. H. 1994. Assurance of seafood quality. FAO Technical Paper No 334. Rome, FAO. 169p.
43. Ichimi, K., T. Suzuki & Yamaski, M. 2001. Non-selective retention of PSP toxins by the mussel *Mytilus galloprovincialis* fed with the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense*. *Toxicon* 39:1917-1921.
44. Jackson, K.L. & Ogburn, D.M. 1999. Review of depuration and its role in shellfish quality assurance. FRDC Project no. 96/355. NSW Fisheries Final Report Series no. 13. New South Wales Shellfish Quality Assurance Program. 79 p.
45. Jón Ólafsson 1986. Trace metals in mussels (*Mytilus edulis*) from southwest Iceland. *Marine Biology* 90:223-229.
46. Lúðvík Kristjánsson 1980. *Íslenskir sjávarhættir I*. Bókaútgáfa menningarsjóðs. Reykjavík. 472 bls.
47. Kaustsky, N. 1982. Quantitative studies on gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Marine Biology* 68:143-160.

48. Kleivdal, H. 2003. Utvikling og bruk av hurtigtester for påvisning av algegifter. Foredrag på Skjellkonferansen og Skjellmessen 2003 i Stavanger, Stavanger Forum 21-23 februar 2003.
49. Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal 1998. Svifþörungur sem geta valdið skelfiskeitrun. Niðurstöður tegundagreininga og umhverfisathugana. Hafrannsóknastofnun. *Fjölrit*, 70:1-33.
50. Koole, O. 1989. Mechanisation in mussel-culture and processing. Í: De Pauw, N., E. Jaspers, H. Ackefors, N. Wilkins, (eds.). *Aquaculture – A biotechnology in progress*. pp. 1021-1027. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.
51. Malone, P.G. & Dodd, J.P. 1967. Temperature and salinity effects on calcification rate in *Mytilus edulis* and its paleocological implications. *Limmology and Oceanography* 12:432-436.
52. Mortensen, S. 2000. I dypden: Utfordringer for forvaltning av skjellnæringen. Norsk Fiskeoppdrett 25(3):46-48.
53. NUMARIO 2001. En målrettet strategi for å utvikle lønnsomt oppdrett av kveite, skjell og steinbit. Statens nærings- og distriktsutviklingsfond. 24 s.
54. Okumuş, I. & Stirling, H.P. 1998. Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture* 159:249-261.
55. Reimer, O. & Tdengren, T. 1996. Phenotypical improvement of morphological defences in the mussel *Mytilus edulis* induced by exposure to the predator *Asterias rubens*. *Oikos* 75:383-390.
56. Reiten, K.I. 2003. Tiltaksprosjekt for å sikre produksjon av giftfrie baskjell i Norske fjorder. Foredrag på Skjellkonferansen og Skjellmessen 2003 i Stavanger, Stavanger Forum 21-23 februar 2003.
57. Rhodes, L. 1998. DNA probes to identify harmful algal blooms. NZ Science Teacher, no.88.
58. Rhods, L.L., A.L. Mackenzie, H.F. Kaspar, & Todd, K.E. 2001a. Harmful algae and mariculture in New Zealand. *ICES Journal of Marine Science* 58: 398-403.
59. Rhodes, L., C. Scholin, J. Tyrrell, J. Adamson & Todd, K. 2001b. The integration of DNA probes into New Zealand's routine phytoplankton monitoring programmes. p. 429-432. In: Hallegraeff, G.M., S.I. Blackburn, C.J. Bolch and Lewis, R.J. (eds.). Harmful algal blooms. 2000. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.
60. Seed, R. 1968. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis*. Journal of Marine Biological Association of the UK 48:561-584.
61. Scarratt, D.J. 1993. A handbook of Northern mussel culture. Canadian Cataloguing in Publication Data. Island Press Ltd. Montague, P.E.I.
62. Schwinghamer, P., P. Hawryluk, C. Powell & MacKenzie, C.H. 1994. Resuspended hypnozygotes of *Alexandrium fundyense* associated with winter occurrence of PSP in inshore Newfoundland waters. *Aquaculture* 122:171-179.
63. Shumway, S.E. 1992. Mussels and public health. P. 511-543. In: E. Gosling (ed.). *The mussel mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture. Developments in aquaculture and fisheries science*, volume 25. Elsevier.
64. Slabyj, B.M., D.L. Creamer & True, R.H. 1978. Seasonal effect on yield, proximate composition and quality of blue mussel, *Mytilus edulis*, meats obtained from cultivated and natural stock. *Marine Fisheries Review* 40(8):18-23.
65. Sigurður Pétursson 1962. Skelfisktekja og skelfiskeitrun. *Ægir* 55(4):85-89 og 93.
66. Sigurður Pétursson 1963a. Kræklingurinn í Hvalfirði. *Ægir* 56(10):201-203.
67. Sigurður Pétursson 1963b. Kræklingur. *Náttúrufræðingurinn* 37:12-23.
68. Sigurður Pétursson 1963c. Plöntusvif á skelfiskmiðum. *Náttúrufræðingurinn* 33(2):84-91.
69. Sigurlinni Sigurlinnason 1994. Skelfiskeftirlit. *Sjávarmál* 2(1):4-7.
70. Smith, L.D. & Jennings, J.A. 2000. Induced defensive responses by bivalve *Mytilus edulis* to predators with different attack modes. *Marine Biology* 136:461-469.
71. Suzuki, T., K. Ichimi, Y. Oshima & Kamiyama, T. 2003. Paralytic shellfish poisoning (PSP) toxin and short-term detoxification kinetics in mussels *Mytilus galloprovincialis* fed with the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense*. *Harmful algae* 2: 201-206.
72. Svensson, S. 2003. Depuration of okadaic acid (Diarrhetic shellfish toxin) in mussels *Mytilus edulis* (Linnaeus), feeding on different quantities of non-toxic algae. *Aquaculture* 218:277-291.
73. Strand, Ø. 1998. Dyrking af grønnskjell (*Perna canaliculus*) i New Zealand. *Norsk Fiskeoppdrett* 23(11):34-35.
74. Storchmeier, T., J. Aure & A. Duinker 2003. Blåskjelldyrking – bæreevne, skjellkvalitet og avgifting. S. 51-53. I: Ervik, A., A. Kiessling, O. Skilbrei, og van der Meeren, T. (red.), 2003. Havbruksrapport 2003. *Fisken og havet*, særnr.3-2003.
75. Unnsteinn Stefánsson 1958. Efnarannsóknir á kræklingi. *Fjölrit*.
76. Unnsteinn Stefánsson 1959. Rannsóknir á kræklingi í Hamarsfirði sumarið 1958. *Fjölrit*.

77. Umhverfísráðuneytið 2001. *Framkvæmdaáætlun um varnir gegn mengun sjávar við Ísland*. Umhverfísráðuneytið.
78. Valdimar Ingi Gunnarsson 2001. Kræklingarækt í Noregi. Veiðimálastofnun. VMST-R/0121. 19 bls.
79. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson & Sigurður Már Einarsson 2001. Kræklingarækt á Íslandi - Ársskýrsla 2001. Veiðimálastofnun. VMST-R/0123. 44 bls.
80. Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson & Sigurður Már Einarsson 2002. Kræklingarækt á Íslandi - Ársskýrsla 2002. Veiðimálastofnun. VMST-R/0219. 34 bls.
81. Viarengo, A. & Canesi, L. 1991. Mussel as biological indicators of pollution. *Aquaculture* 94:225-243.
82. Þórunn Þórðardóttir and Agnes Eydal, 1996. Phytoplankton at the ocean quahog harvesting areas off the Northwest coast of Iceland 1994. Hafrannsóknastofnun, *Fjölrit* nr. 51.
83. Þórunn Þórsdóttir 1995. Daglegt líf: Forðabúr kræklinga og öðu og fleiri skelja í fjörunni. *Morgunblaðið* 21. júlí. bls. B5.

Netheimildir:

1. Algeinfo en ukentlig informasjon som utgis av Havforskningsinstituttet i samarbeide med Oceanor, Fiskeridirektoratet og NIVA (<http://algeinfo.imr.no/index.php3>)
2. Explora Mussel Farming Equipments (<http://www.xplora.no/Xplora%20Hostekatamaran.htm>)
3. Fisheries then & now. Prince Edward Island (<http://collections.ic.gc.ca/peifisheries/scitech/muss.asp>)
4. Fukui North America (<http://www.fukuina.com>)
5. GeneProbes.org (www.geneprob.es.org)
6. Hollustuvernd ríkisins (<http://www.hollver.is/amsun/info/uppl1.htm>)
7. Jellett rapid test (www.jellett.ca).
8. Lofoten Mussel Company (<http://www.lmc-as.no/>)
9. Luciano Cocci (<http://www.cocci.it/molluschi-ing.htm>)
10. Mexillón de Galicia (<http://www.mexillondegalicia.org/ingles/cultivo.php>)
11. New Zealand Mussel Industry Council Limited (http://www.greenshell.com/Resources_Detail.asp?Cat=Harvesting)
12. Nordical (www.nordical.no)
13. PEI Mussel King Inc. (<http://www.peimusselking.com/>)
14. Statens næringsmiddeltilsyn. Overvåkingsprogram for algegifter i skjell. (www.snt.no/nytt/blaskjell/).
15. Umhverfisstofa (<http://www.ust.is/Frodleikur/UtgefingEfni/nr/387>)
16. Talleres Aguin (<http://www.aguin.com/ingles.htm>)
17. Åfjord-Skjell AS (<http://www.afjord.net/skjell/>)