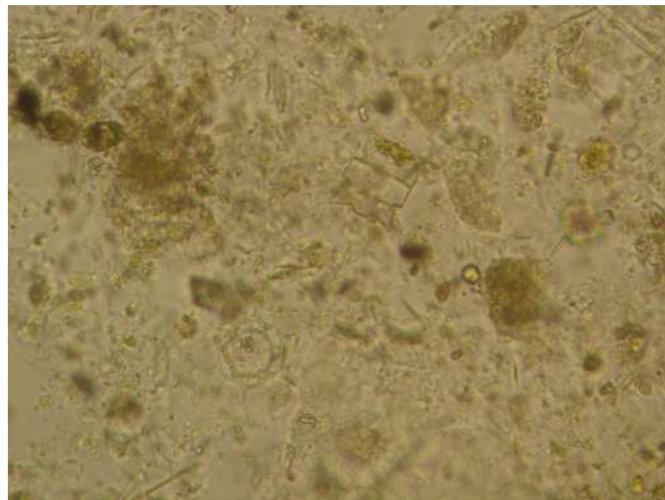


*Kræklingur og hörpudiskur: Greining fæðugerða með
erfðagreiningu*

V 008-10

Lokaskýrsla til AVS rannsóknasjóðs
sumarstarf hjá fyrirtækjum



Valgerður Hlín Kristmannsdóttir
Erla Björk Örnólfsdóttir



SJÁVARRANNSÓKNARSETUR VIÐ BREIÐAFJÖRD
MARINE RESEARCH CENTER AT BREIÐAFJÖRDUR

INNGANGUR

Lífríki Breiðafjarðar er mjög fjölbreytt og lífauðugt og lög frá Alþingi árið 1995 um verndun fjörunnar í innanverðum Breiðafirði og eyjanna á svæðinu má túlka sem staðfestingu íslensku þjóðarinnar á sérstöðu svæðisins. Umtalsverðar rannsóknir hafa farið fram á líffræði og útbreiðslu fjölmargra lífvera í og við Breiðafjörð, en flestar þeirra hafa verið gerðar á nytjastofnum (Skarphéðinsdóttir og Gunnarsson, 1997). Hörpudiskur (*Clamys islandica*) er ein þeirra nytjategunda sem umtalsvert hefur verið rannsökuð í Breiðafirði, með tilliti til útbreiðslu og veiðanleika (Hrafnkell Eiríksson 1986a,1986b) en jafnframt var líffræði tegundarinnar rannsökuð í Breiðafirði með hliðsjón af hugsanlegu eldi á tegundinni (Guðrún Þórarinsdóttir 1992, 1993). Árið 2003 hrundi stofn hörpudisks í Breiðafirði og á undanförunum árum hafa rannsóknir einkum beinst að hugsanlegum orsökum hruns tegundarinnar og stofnmælingum (Jónas Jónasson o.fl. 2006, Sigurður Richter 2008, Karl Gunnarsson 2008). Á árinu 2009 var ástand stofns hörpudisks í Breiðafirði enn óbreytt en ólukið er rannsókn á sýkingartíðni hörpudisks á árinu (Hlynur Pétursson pers uppl.).

Kræklingafjörur eru víða í Breiðafirði en kræklingur er algengastur í fjörum þó hann finnist einnig neðan fjörunnar. Áhugi á kræklingaeldi á Íslandi hefur farið vaxandi á undanförunum árum og í Breiðafirð hafa verið lagðar út línur fyrir kræklingalirfur til að setjast á. Framboð á kræklingalirfum í vatnbolnum virðist vera töluvert, því á undanförunum árum hefur ásæta kræklingalirfa verið góð á nýju búsvæðunum og kræklingur vex hratt (www.blaskel.is). Ástand kræklinga (*Mytilus edulis*) í Breiðafirði virðist því vera annað og betra en hjá hörpudiski og tegundin nýtir sér aukið framboð góðra búsvæða. Vænta má þess að ræktun kræklinga aukist í firðinum sem og víða annars staðar við landið (Þorgeir Pálsson o.fl. 2009). Hlutur frumframleiðni í Breiðafirði sem far mun um meltingarveg kræklinga mun því aukast á næstu árum og þess sama má vænta þá hörpudiskurinn nær sér á strik að nýju.

Kræklingur og hörpudiskur eru hvoru tveggja samlokur sem sía fæðu úr vatnsbolnum. Tálkn samloka gegna mikilvægu hlutverki við fæðunám en samlokur sía fæðuagnirnar úr sjónum sem streymir um tálknin og færa þær að munni (Ruppert o.fl. 2004). Talið er að kræklingur dæli sjó í gegnum sig sem nemur 1 lítra af sjó á klukkustund fyrir hvert gramm af eigin þyngd (Brusca og Brusca 2003) en við tilraunaaðstæður hefur kræklingur mælst sía 4-6 lítra af sjó á klukkustund fyrir hvert gramm af eigin þyngd (Strohmeier o.fl. 2009). Agnirnar sem samlokurnar sía eru aðallega svifþörungur og geta verið mjög smáar, allt að 1 míkrómetri að stærð (Ruppert o.fl. 2004, Kach og Ward 2008) en samlokur sía einnig lífrænar agnir af öðrum toga. Mesta hæfni hafa samlokur til að sía svifþörungur á stærðarbilinu 2-20 míkrómetrar (Kach og Ward 2008 og heimildir þar í). Samlokur bregðast við fæðuframboði

og umhverfisaðstæðum og auka eða minnka síunarhæfni eftir aðstæðum og því hvaða tegund á í hlut (Saurel o.fl. 2007, Strohmeier o.fl. 2009, McDonald og Ward 2009). Hér á landi hefur afkoma hörpudisks og kræklinga verið tengd lífmassa svifþörunga, mælt sem blaðgræna *a*, og hærri styrkur blaðgrænu tengist meiri vexti/betri afkomu (Guðrún G. Þórarinsdóttir 2003, Jónas Jónasson o.fl. 2006). Athugun á fæðunámi kræklinga, og annarra tegunda, með ísótópamælingum á lífverunum og fæðugerðum þeirra í fjörunni við Hvassahraun á Reykjanesi bendir til þess að kræklingur nærast jafnframt á fæðu annari en svifþörungum og þá herra í fæðukeðjunni (María Steinarsdóttir o.fl. 2009). Uppspretta fæðugerða var ekki könnuð í fjörunni við Hvassahraun en við athugun á fæðunámi kræklinga í Bantry Bay við Írlandi kom í ljós að kræklingur síaði meðal annars lífrur samloka (Lehane og Davenport, 2004).

Einkenni lífrænna agna (grots) í vatnsmassa er að agnir eru hlutar lífvera sem brotnað hafa niður og uppruni lífveruhluta orðinn ógreinanlegur. Svifþörungar, uppistaða frumframleiðni í vatnsbol sjávar, brotna að hluta til niður og verða að lífrænum ögnum (Wetz o.fl. 2008). Rannsóknir á ísótópa samsetningu lífrænna agna benda til að stór hluti lífrænna agna reki uppruna sinn til annarra lífvera en svifþörunga til dæmis botnþörunga á strandsvæðum (Norderhaug o.fl. 2003, Sarà o.fl. 2007) og landplantna þar sem gætir áhrifa afrennslis af landi (Harmelin-Vivien o.fl. 2008). Í Breiðafirði eru miklir þaraskógar (Karl Gunnarsson og Konráð Þórisson 1979) sem væntanlega eru ein af uppsprettum lífrænna agna í vatnsbol Breiðafjarðar. Talið er að lífrænar agnir (grot) auki stöðugleika innan fæðuvefja og gegni þar með mikilvægu hlutverki í vistkerfum (Moore o.fl. 2004). Þáttur baktería í niðurbroti lífrænna agna skiptir þar miklu.

Markmið verkefnisins sem sótt var um til AVS vegna sumarstarfa hjá fyrirtækjum var: *“Sýnataka og frumúrvinnsla sýna vegna rannsóknaverkefnisins Kræklingur og hörpudiskur: greining fæðugerða með umhverfisgenagreiningu.”*

Markmið rannsóknaverkefnis í heild sinni eru: Að nýta nýjustu tækni sameindaerfðafræðirannsókna til þess að dýpka skilning okkar og þekkingu á fæðu kræklinga og hörpudisks. Undirmerkið verkefnis eru: A) að kanna tegundasamsetningu og hlutfallslegt magn fæðu kræklinga og hörpudisks í Breiðafirði, B) að kanna samspils fæðuframboðs og magainnihalds hjá kræklingi og hörpudiski, C) að meta hlutfallslegt magn svifþörunga og grots (lífrænna agna) í fæðu síaranna, D) að kanna samsetningu og uppruna grots í vatnsbol og meltingarvegi kræklinga og hörpudisks.

Verðmætasköpun verkefnisins og athugunarinnar í heild sinni tengist upplýsingagildi athugunarinnar en rannsóknin mun afla nýrra upplýsinga um uppsprettu lífrænu agnanna sem kræklingur og hörpudiskur nærast á. Aukin þekking á uppruna fæðuagna annarra en svifþörungum (sem eru mikilvægur hlut fæðunnar) bætir skilning okkar á vistkerfum strandsvæða og samspili lífvera á milli. Þess er að vænta að þekkingarsköpun í verkefninu verði gott innlegg í umræðu og ákvarðanatöku tengda ört vaxandi kræklingarækt á Íslandi. Innan Breiðafjarðar munu niðurstöður rannsóknarinnar á fæðusamsetningu tegundanna lýsa tengslum kræklinga og hörpudisks við aðrar lífverur innan fæðuvefs svæðisins og varpa þar með ljósi á þá þætti sem skipt geta máli fyrir vöxt og viðgang tegundanna á svæðinu.

Rannsóknarvinna sumarsins 2010 fólst eingöngu í sýnatöku á kræklingi og hörpuskel sem og krufningu á dýrum til greiningar á magainnihaldi og varðveislu sýna fyrir erfðagreiningu á sýnum.

FRAMKVÆMD

Í upphafi verkefnis var aðferðafræði krufningar á krækling og hörpuskel þróuð þannig að hægt væri að ná úr þeim hreinu magainnihaldi án þess að menga sýnið með vef úr lífverunum sjálfum. Leitað var svara við eftirfarandi spurningum: 1) Hvaða aðferð er best til að drepa krækling/hörpudisk svo að magainnihaldið varðveitist? 2) Hvernig er best að kryfja dýrin? 3) Hvar og hvernig er best að taka sýni úr maganum?

Þróun krufninga og sýnatöku úr meltingarvegi. Í upphafi voru nokkrar hörpuskeljar settar lifandi í frost og látvar drepaðar. Fyrsta hörpuskelin var svo tekin upp 4. júní og látin þiðna. Með skýringarmyndir að vopni var hún opnuð og skoðuð gaumgæfilega. Fyrstu hörpuskeljarnar voru notaðar til þess að fíkra sig áfram og fíka til þess að átta sig á hvernig væri best að opna skelina og komast að meltingarvegi án þess að skemma líffæri (Mynd 1).

Endaþarmurinn var alltaf mjög áberandi og þegar hann var rakinn fram fannst meltingarkirtillinn greinilega; dökk og stór kúla. Þegar hann var opnaður var sýnt sem erfitt var að hafa hemil á. Fyrstu tilraunirnar fóru í það að reyna að átta sig á því hvar væri best að taka sýni. Reynt var að finna vélinda eða munn þar sem fæðan væri enn frekar nýleg og þar af leiðandi heillegri en í maganum. Sú tilraun bar ekki árangur. Reynt var þá að halda sig við meltingarkirtilinn og þarmana. Þar sem hörpudiskurinn



Mynd 1. Líffræði hörpudisks.

var frystur og svo látinn þiðna urðu öll innnyfli mjög lín og erfitt var að athafna sig í skelinni. Sýni sem tekin voru úr meltingarkirtlinum sýndu að eitthvað var um þörungum í fæðu en stór hluti fæðu var

ógreinanlegur og mengun af frumum frá hörpudiskinum sjálfum sýnileg. Árangur af krufningu kræklinga sem hafði verið frystur var sambærilegur og því ljóst að ekki var fýsilegt að vinna með ferskan feng.

Þann 14. júní var ákveðið að prófa að varðveita krækling með því að drekkja honum í alkóhóli. Kræklingur var sóttur á smábátahöfnina í Ólafsvík og settur lifandi í 98% alkóhól. Daginn eftir var hann opnaður og meltingarkirtillinn tekin og settur á pedriskál. Kirtillinn var stífur og auðvelt að meðhöndla hann. Kræklingurinn var settur á hvolf þannig að fóturinn og byssusþræðirnir væru undir honum. Þá var skorið á hann langsum og hann opnaður. Þá kom í ljós glær klasi á einum stað sem reyndist vera meltingarensím úr maganum sem höfðu stífnað í alkóhólinu. Eftir þennan fund var athyglinni beint að maganum. Sama gilti um hörpuskelina. Ef hún var látin drepast í 98% alkóhóli stífnaðu öll innyfli og auðvelt var að komast að meltingarkirtlinum, skera hann frá og opna til þess að taka sýni af fæðu.

Sýnataka. Farið var á sjó 17. júní til þess að ná í krækling og hörpudisk. Kræklingi var safnað af kræklingalínu við Kiðey (Mynd 2) en sýni af hörpudiski voru tekin við Purkey. Kræklingur og hörpudiskur voru sett í dollur með 70% alkóhóli um leið og þau komu um borð (Mynd 3). Sýni voru merkt með miða sem á stóð tegund samloku (kræklingur eða hörpudiskur), dagsetning og staðsetning.



Mynd 2. Bláskel á kræklingalínu.

Að auki voru tekin sjósýni frá báðum stöðum til samanburðar við fæðusýni tegundanna. Sjósýni voru tekin í sjósýnataka og síðan síuð um 15 míkrómetra eða 100 míkrómetra sigti. Sýnin voru merkt og umsvifalaust fryst í þurrís og síðan flutt yfir í -84°C frystikistu við komuna í Vör.



Mynd 3. Sýnataka á hörpudiski.

Seinni sjóferðin var farin 10. ágúst og voru sýni af kræklingi og hörpudiski tekin við Kiðey (Mynd 4). Hörpudiski hafði verið komið fyrir á línunni nokkrum dögum fyrr til þess að tryggja að kræklingur og hörpudiskur síaði fæðu úr sama vatnsbolnum. Einstaklingar af

báðum tegundum voru strax settar í dollur með 98% alkóhóli og sýnið merkt með dagsetningu, staðsetningu og tegund lífveru. Eins og í fyrri ferðinni voru tekin sýni úr vatnsbolnum og var lífverum og öðrum ögnum safnað með háfi með 15 míkrómetra möskva og var það sem safnaðist í háfinn síað um 100 míkrómetra og 15 míkrómetra sigti áður en sýni voru sett í sýnaglös og fryst á þurrís.



Mynd 4. Sýnatökustaðir fyrir krækling og hörpuðisk í júní og ágúst 2010.

Krufning. Kræklingur og hörpuðiskur voru krufðir undir víðsjá og magainnihaldi komið fyrir á dauðhreinsuðum pedridiski. Því næst var sýni skipt í tvennt, annar hluti sýnisins var settur í sýnaglas og frystur í -84°C frysti og geymdur þar fram að einangrun erfðaefnis, hinn hluti sýnisins var settur á smásjargler og skoðaður í smásjá og myndaður til síðari skoðunar.

NIÐURSTÖÐUR

Sýnataka. Úr sýnatökufarð sem farin var 17. júní voru krufðir og skráðir 25 kræklingar og 20 hörpuðiskar. Úr seinni sýnatökunni (10. ágúst 2010) voru krufðir og skráðir 17 kræklingar og 18 hörpuðiskar. Sýnatöku á kræklingi og hörpuðiski lauk með vinnslu ofangreindra sýna og bíða þau nú greiningar á erfðaefni.

Krufning á kræklingi – aðferðafræði.

Kræklingur var tekinn úr sýnadós og settur á bretti og opnaður (Mynd 5). Best var að opna hann með því að skera á vöðvann sem hélt honum saman. Eftir að búið var að sperra krækling upp var meltingarkirtill tekinn úr með því að klippa kynkirtilinn og tálknin frá og klippa á vöðvana sem að festu kirtilinn við skelina. Innvolsið var sett til hliðar á plastskál með loki, á meðan að vöðvasýni var tekið.



Mynd 5. Opinn kræklingur. Innyflin liggja á samskeytum skeljanna, undir fætinum fyrir miðri mynd.

Vöðvasýni var tekið með því að skera bita af stærsta vöðva kræklingins og koma honum fyrir í þar til merktu sýnaglassi. Glasið var nánast fyllt (3/4 af glasinu) með 98% alkóhóli og því næst sett í bakka til geymslu. Að því loknu var meltingarkirtillinn krufinn undir víðsjá. Best var að skera bæði fótinn og byssus-þræðina í burtu svo auðveldara væri að eiga við



Mynd 6. Séð ofaní opinn meltingarkirtil. Á myndinni sést tómur magi eftir að fæða hafði verið fjarlægð.

meltingarkirtilinn. Meltingarkirtillinn var skorinn langsum, um 3 mm niður og opnaður varlega og þá kom magainnihaldið í ljós (Mynd 6). Hnífsoddur var notaður til þess að fjarlægja fæðuna og koma henni fyrir í dauðhreinsuðum bakka. Þar var magainnihaldið skoðað betur og fæða aðskilin frá meltingarensímum og öðrum frumum. Fæðunni var skipt í tvo hluta og var annar hlutinn settur í sýnaglas og beint í frysti (-84°C) en hinn hlutinn var settur á smásjargler í sjódropa (síaður sjór) til skoðunar í smásjá. Í smásjánni var samsetning fæðunnar skoðuð og teknar myndir til varðveislu upplýsinga um samsetningu fæðunnar. Skipt var um hnífsblað fyrir hvert sýni og öll önnur áhöld þrifuð með alkóhóli.

Krufning á hörpudiski – aðferðafræði.

Hörpudiskur var settur á bretti og opnaður. Erfitt gat reynst að opna hann því að við varðveislu í alkóhóli varð vöðvinn mjög stífur. Gott var að nota áhald sem vogarafl til þess að samlokuna og í flestum tilvikum mölbrotnaði efri skelin (Mynd 7). Gæta þurfti þess að brotin styngjust ekki í meltingarkirtilinn. Eftir að búið var að opna hörpudiskinn var tekið hreint

vöðvasýni. Dauðhreinsað blað var sett á hnífsskaftið og skorið ofan í vöðvann og úr honum tekinn vöðvateningur (um 7x7 mm) og settur í merkt glas með 98% alkóhóli.

Meltingarkirtillinn var tekinn heill úr skelinni og best reyndist að skera meðfram honum, þ.e. í vöðvann, kynkirtillinn og himnurnar og losa hann þannig frá skelinni. Meltingarkirtli var komið fyrir á plastskál undir vísjón og hann krufinn þar. Meltingarkirtillinn umlykur magann og nokkuð djúpan skurð þurfti til þess að komast að maganum. Maginn og magainnihaldið var vel aðgreinanlegt frá meltingarkirtlinum (Mynd 8). Fæða í maga var fjarlægð með hnífisoddi og sett í hólfi á dauðhreinsuðum bakka. Fæða var fjarlægð frá meltingarensímum og skipt í tvo hluta. Helmingur fæðu var settur í sýnaglas, merkt og komið fyrir í frysti við -84°C til geymslu fyrir erfðagreiningu á sýnunum. Hinn hluti sýnisins var settur á smásjargler í sjódropa og skoðaður og myndaður í smásjá (sjá mynd á forsíðu).

Fæða kræklings og hörpudisks.

Niðurstaða smásjárskoðunar á fæðu kræklings og hörpudisks bendir til þess að mikill hluti fæðunnar hafi verið lífrænar agnir, en einnig mátti finna töluvert af kísilþörungum og skorubörungum. Auk þess fannst stöku dýrasvif

í maga kræklings og hörpudisks. Fyrstu niðurstöður smásjárskoðunar á fæðu kræklings og hörpudisks benda til þess að fjölbreytileiki fæðugerða sé þónokkur og að búast megi við athyglisverðum niðurstöðum úr erfðagreiningu á fæðugerðum tegundanna.

UMRÆÐUR

Athugun á fæðunámi kræklings og hörpudisks sumarið 2010 er, það best er vitað, fyrsta rannsókn á magainnihaldi umræddra lífvera hér við land. Fyrsta skref rannsóknarinnar var því



Mynd 7. Opinn hörpudiskur.



Mynd 8. Skurður ofaní meltingarkirtil, maginn liggur í miðjum kirtlinum og er magainnihaldið ljóst á litin.

Þróun aðferðafræði til krufningar og einangrunar á fæðu lífveranna. Að aflokinni þróun aðferðafræðinnar var gagnaöflun hafin og gekk hún hnökralaust fyrir sig.

Athygli vakti að stærð kræklinga og hörpudiska virtist ekki tengjast magni fæðu í maga eða þörungafjölda. Einnig var áberandi minna um þörungna í hörpudiski en kræklingi í sýnum teknum í ágúst.

Í lok sumars var krufningu sýna sem aflað hafði verið sumarið 2010 lokið og komið að næsta verkþætti rannsóknar sem var einangrun erfðaefnis og erfðagreining á fæðu kræklinga og hörpudiska sem og erfðagreining á þeim ögnum sem safnað var í vatnsbolnum á sýnatökustað.

Öllum markmiðum verkefnis sumarstarfsmanns Varar í rannsókn þessari var náð. Þá þetta er ritað hefur enginn framhaldsnemi sótt um að vinna að ofangreindri rannsókn. Vonir eru bundnar við að námsmaður finnist fyrr en síðar til þess að vinna að áframhaldandi rannsókn á fæðugerðum kræklinga og hörpudiska, enda verkefnið spennandi og framsækið.

Fyrstu niðurstöður smásjárskoðunar á fæðugerðum í maga kræklinga og hörpudiska benda til þess að niðurstöður erfðagreiningar á magainnihaldi geti leitt í ljós nýstárlegar fæðugerðir í mögum einstaklinganna sem krufðir voru úr Breiðafirði sumarið 2010.

ÞAKKIR

Við viljum þakka Símoni Má Sturlusyni fyrir ómælda aðstoð við sýnatöku og fyrir að tryggja sýnatöku á hörpudiski með samskiptum sínum við Sæferðir ehf. Áhöfn Særúnar þann 17. júní eru færðar bestu þakkir fyrir að gefa sér tíma til þess að safna fyrir okkur hörpudiski og handlanga hann um borð í Sturlu Símonarson SH-1.

Allar ljósmyndir í skýrslunni voru teknar af Valgerði Hlín Kristmannsdóttur. Mynd af Breiðafirði var fengin á <http://www.hoeckmann.de/karten/europa/island/index-en.htm>

Ólafsvík 10. september, 2010

Erla Björk Örnólfsdóttir



Mynd 9. Hörpudiskur af ólíkri stærð.

HEIMILDIR

Guðrún G. Þórarinsdóttir. 1992. Tilraunaeldi á hörpudiski, *Chlamys islandica* (O.F. Müller), í Breiðafirði. I. Kynþroski, hrygning og söfnun lirfa. Náttúrufræðingurinn, **61**: 243-252.

Guðrún G. Þórarinsdóttir. 1993. Tilraunaeldi á hörpudiski, *Chlamys islandica* (O.F. Müller), í Breiðafirði. II. Vöxtur. Náttúrufræðingurinn, **61**: 243-252.

Guðrún G. Þórarinsdóttir. 2003. Vöxtur, holdafar, kynþroski og hrygning kræklinga í Mjóafirði. Í: Karl Gunnarsson, ritstj. Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Hafrannsóknastofnunin Fjölrit nr. 92, bls. 77-89.

Halldóra Skarphéðinsdóttir og Karl Gunnarsson. 1997. Lífríki sjávar í Breiðafirði. Yfirlit rannsókna. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 63. 57 bls.

Harmelin-Vivien, M., V. Loizeau, C. Mellon, B. Beker, D. Arlhac, X. Bodiguel, F. Ferraton, R. Hermand, X. Philippon og C. Salen-Picard. 2008. Comparison of C and N stable isotope ratios between surface particulate organic matter and microphytoplankton in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). Cont. Shelf Res. **28**: 1911-1919.

Hrafnkell Eiríksson. 1986a. Veigar og stofnstærð. Sjávarfréttir, **14**: 54-60.

Hrafnkell Eiríksson. 1986b. Hörpudiskurinn, *Chlamys islandica*, Müller. Hafrannsóknir, **35**: 5-40.

Jónas P. Jónasson, Guðrún Þórarinsdóttir, Hrafnkell Eiríksson, Jón sólmundsson og Guðrún Marteinsdóttir. 2006. Collapse of the fishery for Iceland scallop (*Chlamys islandica*) in Breiðafjörður, West Iceland. ICES Journal of Marine Science, **64**: 298-308.

Kach D.J. og J.E. Ward. 2008. The role of marine aggregates in the ingestion of picoplankton-size particles by suspension-feeding molluscs. Mar.Biol. **153**: 797-805.

Karl Gunnarsson og Konráð Þórisson. 1979. Stórþari í Breiðafirði. Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit nr. 5, 53 bls.

Karl Gunnarsson (ritstj.). 2008. Starfsemi Hafrannsóknarstofnunarinnar árið 2008. Hafrannsóknastofnunin, Reykjavík. 64 bls.

Lehane, C. og J. Davenport. 2004. Ingestion of bivalve larvae by *Mytilus edulis*: experimental and field demonstrations of larviphagy in farmed blue mussels. Mar. Biol. **145**: 101-107.

MacDonald B.A. og J.E. Ward. 2009. Feeding activity of scallops and mussels measured simultaneously in the field: Repeated measures sampling and implications for modeling. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. **371**: 42-50.

María B. Steinarsdóttir, Agnar Ingólfsson og Emil Ólafsson. 2009. Trophic relationships on a furoid shore in south-western Iceland as revealed by stable isotope analysis, laboratory experiments, field observations and gut analyses. J. Sea Res. **61**: 206-215.

Moore, J.C., E. L. Berlow, D.C. Coleman, P.C de Ruiter, Q. Dong, A. Hastings, N.C. Johanson, K.S. McCann, K. Melville, P.J. Morin, K. Nadelhoffer, A.D. Rosemond, D.M. Post, J.L. Sabo, K.M. Scow, M.J. Vanni og D.M. Wall. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. Ecol. Letters **7**: 548-600.

Norderhaug, K.M., S. Fredriksen og K. Nygaard. 2003. Trophic importance of *Laminaria hyperborea* to kelp forest consumers and the importance of bacterial degradation to food quality. Mar. Ecol. Prog. Ser. **255**: 135-144.

Ruppert E.E., R.S. Fox, R.D. Barnes. 2004. Invertebrate Zoology. 7. útgáfa. Brooks/Cole CENGAGE Learning, Belmont, USA. 963 bls.

Sarà, G., M.De. Pirro, C. Romano, P. Rumolo, M. Sprovieri og A. Mazzola. 2007. Sources of organic matter for intertidal consumers on Ascophyllum-shores (SW-Iceland): multi-stable isotope approach. Helgol. Mar. Res. **61**: 297-302.

Saurel, C., J.C. Gascoigne, M.R. Palmer og M.J. Kaiser. 2009. In situ mussel feeding behavior in relation to multiple environmental factors: Regulation through food concentration and tidal conditions. *Limnol. Oceanogr.* **52**: 1919-1929

Sigurður H. Richter (ritstj.).2008. Ársskýrsla Keldna. Tilraunastöð Háskóla Íslands í Meinafræði, Keldum, Reykjavík. 88 bls.

Strohmeier T., Ø. Strand og P. Cranford. 2009. Clearance rates of the great scallop (*Pecten maximus*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) at low natural seston concentrations. *Marine Biology.* **156**: 1781-1795.

Wetz, M.S., B. Hales og P.A. Wheeler. 2008. Degradation of phytoplankton-driven organic matter: Implications for carbon and nitrogen biogeochemistry in coastal ecosystems. *Estuarine, Coast. Shelf Sci.* **77**: 422-432.

Þorgeir Pálsson, Björn Theodórsson og Jón Örn Pálsson. 2009. Stefnumótun í bláskeljarækt á Íslandi 2009-2015. Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða. 41 bls.

VIÐAUKI I

EFNI OG ÁHÖLD

Sýnataka á sjó: merkimiðar, blýantur, merkipenni, 15 míkrómetra sigti, 100 míkrómetra sigti, 15 míkrómetra háfur, sjósýnataka, fullt af dollum og lokum, nokkur lítil sýnaglös, sýnapokar með rennilás, þurrís, frystisprey, þykkur frauðkassi, alkóhól.

Sýnataka á rannsóknastofu: víðsjá, smásjá, bretti, hnífsskaft og ný hnífublöð, skæri, tangir, þrjónn, plastskálar, tilbúin eyðublöð fyrir kræklinga og hörpudiska, myndavél, reglustika, lítil sýnaglös, bakki fyrir sýnaglös, smásjargler, þekjugler, 98% alkóhól, síaður sjór, dolla undir notuð blöð, pípettur, merkipenni, límband og bréf (Mynd 10).

Áður en krufning fer fram þarf að hafa eftirfarandi hluti og áhöld við höndina:

- Bretti með pappír undir til þess að vernda umhverfi víðsjárrinnar.
- Öll áhöld sem til þarf: fullt af nýjum hnífublöðum, hnífsskaft, tóng, skæri, þrjón, reglustiku, límband, merkipenna og bakka undir sýnaglös.
- Hreinar plastskálar þurfa að vera tilbúnar sem og smásjár –og þekjugler. Best er að hafa nokkrar plastskálar til taks svo ekki þurfi að eyða tíma í að þrifa skálar milli sýna.
- Áætla þarf hvað á að skera mikið upp og merkja glösin eftir því. Hvert sýni þarf tvö glös, annað fyrir vöðva og hitt fyrir magainnihald. Glösin eru merkt á eftirfarandi hátt:
 - Kræklingur/hörpudiskur nr.
 - Vöðvi/matur (fæða)
 - Dagsetning sýnatökudags og dagsetning dags sem sýnið er unnið.
- Glösin eru merkt með merkipenna og yfir textann er límt með límbandi svo merkingin leysist ekki upp ef að alkóhól lekur úr glösunum.
- Síaður sjór fyrir smásjársýnið.
- 98% alkóhól til þess að varðveita vöðvasýni og til þrifa á áhöldum.
- Sérmerktar plast pípettur fyrir alkóhól og sjó.
- Dauðhreinsaður bakki fyrir magainnihaldið.
- Dollu merktar *kræklingur/hörpudiskur* og mánuður *júní/ágúst* í djúpfrysti (-84°C).



Mynd 10. Hlutir sem þarf að hafa við höndina við krufningu kræklinga og hörpudisks.