



Möguleikar sjávarlíftækni til atvinnusköpunar á landsbyggðinni

Hjörleifur Einarsson Ph.D. og Arnheiður Eypórsdóttir M.Sc.

við Háskólann á Akureyri

Unnið með styrk frá Byggðastofnun

September 2023

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Tilgangur og markmið	1
Bakgrunnur.....	1
Aðferðafræði.....	2
Niðurstöður	2
1: Dæmi um fyrirtæki, verkefni og hugmyndir á okkar nærsvæðum	2
Hefðbundið hráefni – nýir möguleikar	2
Þang og (ör)þörungar	4
Nýjar tegundir	4
Samstarfsverkefni.....	5
2: Hráefni og afurðaflokkar sem geta hentað við íslenskar aðstæður.	5
Aukahráefni frá hefðbundnum fiskveiðum, vinnslu og eldi.....	5
Hráefni sem fæst með ræktun	10
Hráefni sem mætti afla úr vannýttum tegundum.....	12
3: Dæmi um nokkur verkefni og tillögur um hvernig hrinda megi þeim í framkvæmd.....	15
4: Tillaga um regnhlífarverkefni, samhæfing og samvinna milli aðila	21
Stefnumótun	21
Rannsóknir á vannýttum lífmassa	21
Ýmiss lög og reglur til einföldunar.....	21
Aflakaupabanki.....	22
Markaðsmál-söluskrifstofa.....	22
Þjálfun og námskeið	22
Lífmassaver (biorefinery)	23
Lokaorð/samantekt.....	24

Mynd á forsíðu: Arnheiður Eyþórsdóttir – Það er von höfunda að upplýsingar þær sem hér birtast verði til að eitt eða fleiri verkefni taki flugið.

Inngangur

Mörg byggðarlög, sérstaklega við sjávarsíðuna, horfa til hafs hvað varðar möguleika til atvinnuuppbyggingar. Flestir telja möguleikana liggja í auknum kvóta. Ljóst má þó vera, miðað við takmarkaða auðlind, að hér er ekki á vísan að róa og aukning á einum stað getur þýtt samdrátt á öðrum. Auðlindir sjávar eru hins vegar langt frá því að vera bundnar við hefðbundinn kvótafisk. Í hafinu leynast ónýtt verðmæti sem geta verið grundvöllur fyrir nýjum atvinnutækifærum. Þau verðmæti sem hér um ræðir eru til dæmis ýmsir hryggleysingjar, plöntu- og dýrasvif, þang og þari, smáþörungar svo og bakteríur og veirur. Sum þessara verðmæta eru þegar nýtt svo sem þang og þari úr Breiðafirði.

Sjávarlíftækni, sem hér er skilgreind frekar breið, er kjörin leið til að leita að, skilgreina og nýta þessi verðmæti. Einnig nýtist sjávarlíftæknin vel til að nýta og auka verðmæti aukaafurða úr hefðbundinni fiskvinnslu.

Tilgangur og markmið

Markmið þessa verkefnis var að kortleggja möguleika, benda á dæmi og koma með tillögur sem nýta má með grunn að nýrri atvinnustarfsemi.

Kortleggja átti verkefni og hugmyndir sem eru í gangi á okkar nærsvæðum (Íslandi, Noregi, Skotlandi og Írlandi) og koma með tillögur um hvernig hægt væri að yfirfæra þá reynslu til að auka atvinnusköpun á landsbyggðinni.

Bakgrunnur

Sjávarnytjar hafa lengi verið ein aðaltekjulind Íslendinga. Hefðbundin nýting sjávarauðlinda byggir nú á kvótakerfi. Ekki er fyrirjáanlegt að veruleg aukning verði í kvóta enda flestar tegundir fullnýttar. Miklar og stórstígar breytingar hafa orðið í sjávarútvegi sem meðal annars hefur leitt til samþjöppunar á kvóta og fækkunar starfa til sjós og lands. Bent hefur verið á að nýliðun sé erfið og möguleikar utanaðkomandi til verðmætasköpunar takmörkuð.

Árin 2003 og 2004 kom höfundur (HE) að skrifum tveggja skýrslna fyrir iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið sem bentu á möguleika líftækninnar til nýsköpunar hvað varðar úrvinnslu verðmætra efna úr sjó og sjávarfangi.

Líftækni er ekki ný af nálinni og margt hefur verið gert undir hennar merkjum en ljóst er, miðað við þá áherslu sem nú er á uppbyggingu þekkingar og færni um heim allan á sviði líftækni, að hún er að opna nýja og áður óþekkt möguleika til verðmætasköpunar. Það sem nú ýtir undir þróun á sviði líftækni er að ýmsir stórir markaðir (s.s. heilsu-, lyfja-, matvæla-, fóður-, fiskeldis- og sérhæfðir tæknimarkaðir) eru að leita að vörum, hráefnum eða lausnum þar sem nýting líftækni er talin líklegasta leiðin til árangurs. Þá er talið að svokallaður „bioscience“ markaður, en þar er að finna t.d. fæðubótarefni, vaxi um 5-10% næstu árin og markaður fyrir tæknileg hjálparefni um allt að 15% á ári.

Nokkur fyrirtæki hafa þegar verið stofnuð á grundvelli hugmynda sem komu fram í áður nefndum skýrslum, t.d. BioPol ehf á Skagaströnd og MÝSKöpun ehf við Mývatn. Verkefnum á þessu sviði hefur einnig verið hrundið af stað, bæði hérlendis og í nágrannalöndunum.

Aðferðafræði

Til að ná markmiðum verkefnisins var því skipt í nokkra verkþætti:

#1: Safna saman upplýsingum um verkefni og hugmyndir sem eru í gangi á okkar nærsvæðum og geta verið fyrirmynd að atvinnuuppbyggingu hér á landi.

#2: Setja saman lista af hráefnum sem nota má og afurðaflokkum sem geta hentað við íslenskar aðstæður.

#3: Velja nokkur verkefni og gera áætlun um hvernig þeim megi hrinda í framkvæmd. Lýst verður forsendum sem þurfa vera til staðar, svo sem aðföngum og tækjabúnaði.

#4: Gera tillögu um regnhlífarverkefni til að tryggja samhæfingu og samvinnu milli aðila

Gagna var aflað úr greina- og gagnasöfnum á netinu, á upplýsingasíðum fyrirtækja og stofnana, með þátttöku á ráðstefnum og fundum um efnið en einnig með heimsóknnum í stofnanir og fyrirtæki sem stunda rannsóknir eða framleiðslu úr aukaafurðum sjávarfangs á Íslandi, Noregi, Skotlandi og Írlandi.

Niðurstöður

1: Dæmi um fyrirtæki, verkefni og hugmyndir á okkar nærsvæðum

Hérlendis er greinilega vaxandi áhugi á sjávarlíftækni, svo sem kollagenvinnslu úr roði, vinnslu örþörungna o.fl. Sömuleiðis er vöxtur í framleiðslu snyrti- og húðvara með efnum úr íslenskri náttúru. Þó nokkur fyrirtæki starfa á því sviði sem þessi skýrsla fjallar um bæði hér á landi sem á okkar nærsvæðum. Suma starfsemi þessara fyrirtækja mætti staðfæra á nýjum stað og /eða heimfæra á ný hráefni eða vörur. Hér verður gerð grein fyrir nokkrum þeirra og einnig nokkrum verkefnum sem eiga að stuðla að nýsköpun og bættri nýtingu sjávarfangs.

Hefðbundið hráefni – nýir möguleikar

Kerecis (IS) notar fiskroð og fjölómettaðar fitusýrur til framleiðslu á lækningatæki, þ.e. afurðir til að endurnýja vefi manna. Fyrirtækið hefur fjölþjóðlegt einkaleyfi á vinnslutækni sinni og starfar á Íslandi, Bandaríkjunum og í Sviss. *Kerecis* var selt (júlí 2023) til Coloplast A/S í Danmörku fyrir meira en 150 milljarða kr (1,3billion USD\$). Fyrirtækið er með sína framleiðslu á Ísafirði og hefur áform um að stækka við sig þar.

Primex (IS) á Siglufirði framleiðir ýmsar tegundir af kítósan úr rækjuskel. Fyrirtækið hefur einnig þróað línur af neyslurvörum sem byggja á kítósani, svo sem fæðubótarefni, húðvörur og þyngdarstjórnunarvörur.

Genis (IS) á Siglufirði vinnur með kítófásýkrur (*e. chitooligosaccharides*) sem eru unnar úr kítíni frá rækjuskel. *Genis* stefnir að framleiðslu lækningatækja og lyfja sem byggjast á kítínafleiðum. Þar er einkum horft til endurmyndunar vefja eða beina og hjöðnun bólgu. Fyrirtækið hefur þróað efnasambönd sem nú eru í forklíniskum rannsóknum. *Genis* hefur einnig þróað línu af neyslurvörum sem fæðubótarefni undir vörumerkinu *Benecta*®.

Marine Collagen (IS) í Grindavík er sprotafyrirtæki sem á rætur sínar að rekja til samstarfs fiskvinnsluaðila í Grindavík (Codland) og Junca-Gelatine á Spáni. Marine Collagen framleiðir kollagen / gelatín úr fiskroði með vatnsrofi (e. *hydrolysis*). Vörunar eru ætlaðar sem innihaldsefni matvæla eða sem fæðubótarefni.

Langa ehf (IS), sem er að stærstum hluta í eigu Vinnslustöðvarinnar í Vestmannaeyjum hefur nýverið sett þar upp vinnslu fyrir kollagen úr roði ásamt aðstöðu til frekari vinnslu lífrænna efna, s.s. próteina og/eða fitu úr sjávarfangi.

Margildi (IS) í Reykjavík framleiðir lýsisafurðir úr loðnu, síld og makríl sem eru ríkar af omega-3 fitusýrum. Fyrirtækið hefur þróað aðferðir til að einangra og hreinsa lýsið og hefur fengið einkaleyfi á þeim.

North Marine Ingredients (IS) framleiðir m.a. fiskikraft úr hliðarafurðum frá vinnslu bolfisks, rækju og/eða humri. Ensímtækni er nýtt til framleiðslunnar og er krafturinn seldur sem bragðgjafi í súpur eða aðra rétti. Einnig framleiða þeir beinapúlver.

Nordic Fish Leather (IS) á Sauðárkróki framleiðir leður úr sútuðu fiskroði af laxi og hlýra. Vörunar eru aðallega notaðar í handunnar leðurvörur t.d. handtöskur, belti o.fl.

AMC (IS) á Akureyri/norðurlandi er nýtt sprotafyrirtæki sem enn er í þróunarfasa. Stefnt er að framleiðslu á roðleðri sem ætlað er til bólstrunar eða í sambærilegar vörur og að nota til þess eins vistvæna ferla og kostur er.

Enzymatica (SE) keypti íslenska fyrirtækið Zymetech árið 2016 og heldur áfram að nýta ensímið trypsín úr þorskörmum. Trypsínið er notað m.a í húðvörur. Fyrirtækið hefur þróað munnúða til að meðhöndla eða vernda gegn kvefi.

Marealis (NO) er dótturfyrirtæki stórrar rækjuvinnslu í Noregi. Marealis framleiðir heilsuvörur úr peptíðum (smáum próteinbútum) sem verða til við vinnslu á rækjuskel. Fyrirtækið hefur einkaleyfi á þessum efnasamböndum og markaðsetur, undir vörumerkinu PreCardix®, vörur til að lækka blóðþrýsting.

Seagarden group (NO) framleiðir ýmsar afurðir úr fiski og skelfiski og er með þrjár framleiðslustöðvar í Noregi. Vörunar eru annars vegar þurrkað vatnsrofið sjávarkollagen og hins vegar mismunandi gerðir af kítósani úr rækjuskel. Þessar vörur eru notaðar sem innihaldsefni í snyrtivörur og lyf.

Bjerge Ocean AS (NO) framleiðir fæðubótarefni úr sjávarfangi og er með línu af neysluvörum undir eigin vörumerki. Dæmi um vörunar eru omega3 olíur, hákarlabrjósk og fæðubótarefni sem ætlað er að hjálpa til við þyngdarstjórnun.

biomega® (NO, DK) var upphaflega stofnað til að þróa heilsuvörur og næringarefni úr aukaafurðum sem verða til við vinnslu á laxi og hefur í dag nokkrar slíkar vörur á markaði. Fyrirtækið reisti í kjölfarið lífræna hreinsistöð í Sotra í Noregi í nágrenni stórra laxeldisstöðva. Um þessar mundir er biomega® einnig með nýja starfsstöð og framleiðslu í Hirtshals í Danmörku og er að horfa til annarra aukahráefna svo sem þorsks og uppsjávarfiska. Vörunar eru olíur og prótein og eru ýmist markaðssettar sem fæðubótarefni eða hráefni í gæludýrafóður.

Þang og (ör)þörungar

Algalif (IS) er eitt stærsta fyrirtæki í Evrópu sem ræktar blóðþörung (*Haematococcus pluvialis*) til framleiðslu á litarefninu astaxantín, sem er verðmætt andoxunarefni. Framleiðslan fer fram innanhúss í þar til gerðu rörakerfi og stuðst er við raflýsingu við ræktunina. Fyrirtækið er hluti af Sana Pharma Holding. Algalif hefur fjárfest mikið og hefur nýlega aukið framleiðslugetu sína umtalsvert. Afurðin (astaxantín) er seld bæði í duftformi og sem hylki fyrir smásölumarkað.

Taramar (IS) hefur þróað húðvörur og snyrtivörur úr þangi og jurtum. Fyrirtækið á sér allanga sögu, en stofnendur þess hafa stundað rannsóknir við Háskóla Íslands um árabíl og er Taramar sprottið upp úr þeim rannsóknum. Vörur fyrirtækisins eru seldar undir nafni félagsins.

MýSköpun ehf (IS) ræktar smáþörung (*Spirulina* og *Chlorella*) og er með starfstöð við Mývatn. Þörungana er áætlað að nýta sem fæðubót. Fyrirtækið hefur nýlega (vorið 2023) fengið um 100.000.000 kr hlutafjárukningu til að styrkja innviði fyrirtækisins og markaðssetningu afurða.

Blue Lagoon (IS) hefur þróað húðvörur og snyrtivörur í framhaldi af jákvæðri reynslu af böðum í Bláa lóninu og leirnum sem myndast við útfellingu steinefna við vinnslu jarðhitans á staðnum. Talið er að auk kísils og annarra steinefna valdi hið sérstaka örveru- og þörungasamfélag þessum jákvæðu áhrifum.

Þörungaverksmiðjan (Thorverk) (IS) hefur starfað yfir 50 ár við söfnun og þurrkun á klóþangi og hrossaþara (*Ascophyllum*, *Laminaria*). Vörur fyrirtækisins eru aðallega seldar í mjölforni og stórpakkingum til framhaldsvinnslu á bindiefnum sem síðan nýtast í fjölbreyttar vörur.

Marea (IS) er sprotafyrirtæki sem miðar að því að þróa lífplast úr stórþörungum. Fyrirtækið er enn í þróunarfasa.

Vaxa (IS) er tiltölulega ungt fyrirtæki og ræktar örþörung (*Spirulina*) innandyra og nýtir umframorku frá jarðvarmavirkjuninni á Hellisheiði. Vörurnar eru þurrkaðar og seldar sem fæðubótarefni undir vörumerkinu Örlö.

Íslandsþari (IS) hyggur á allumfangsmikla töku stórþara (*Laminaria hyperborea*) við strendur á Norðurlandi og vinnslu afurða úr honum. Fyrirhugaðar starfsstöðvar eru á Húsavík og Akureyri.

Ocean rainforest (FO) ræktar fimm tegundir stórþörung (*Laminaria*) í færeyskum firði. Fyrirtækið hefur þróað sína eigin ræktunartækni. Eins og er selja þeir uppskeruna frosna eða þurrkaða til frekari vinnslu, t.d. í matvæli eða snyrtivörur. Ocean Rainforest tekur einnig virkan þátt í ýmsum rannsókn- / nýsköpunarverkefnum.

Algea (NO) á sér langa sögu hvað varðar uppskeru þangs og þara í Noregi. Fyrirtækið framleiðir nú þörungabykkni fyrir dýrafóður og áburð úr uppskerunni.

FjordAlg (NO) elur örþörung (*Chlorella*) sem upprunnir eru úr sjó og ferskvatni í Noregi. Fyrirtækið hyggst framleiða astaxanthin til notkunar í laxafóður.

Nýjar tegundir

Zooca® (NO). Fyrirtækið, sem áður hét Calanus AS, veiðir rauðátu (*Calanus finmarchicus*) við strendur Noregs og er með vinnslustöð í Sortland þar sem unnin er olía úr hráefninu. Þessi olía er rík af

fjölómettuðum fitusýrum og litarefninu astaxantín. Fyrirtækið er nú með fjórar skráðar vörur á markaði, þar á meðal Calanus olíu og vatnsrofin prótein (hydrolysöt).

Arctic star[®] (IS) er fiskútflutningsfyrirtæki sem hefur nýlega beint sjónum sínum að heilsuvörum / næringarefnum. Fyrirtækið framleiðir kollagen úr fiskroði og hylki með þurrkuðum sæbjúgum (*Cucumaria frondosa*) ætluðum til mannelis.

Samstarfsverkefni

PROFIUS -Lumpfish and tuna (IS, GR, DK, NO). BluBioERA verkefnið PROFIUS tekst á við áskoranir í aðfangakeðjunni sem tengjast grásleppu (hrognum og skrokkum) og hliðarstraumum túnfisks. Markmiðið er að þróa bætta varðveislulausnir til að viðhalda gæðum og bæta nýtingu alls lífmassa. Einn liður í verkefninu er að þróa gelatínvinnsluferla fyrir grásleppu.

Baltic herring (FI). *The National Resource Institute* í Finnlandi hefur unnið verkefni um virðisauka af Eystrasaltssíld, sem er hefðbundinn afli í Finnlandi en tiltölulega verðmætur. Í verkefninu var unnið með ferla fyrir afurðir eins og fisklýsi, gelatín, virk prótein hydrolysöt og steinefni, með markmiðið „núll-úrgangur“, þ.e. að allur lífmassi sé nýttur.

Seafarm (SE) er umfangsmikið samstarfsverkefni fjögurra sænskra háskóla með það að markmiði að rannsaka ræktun og nýtingu stórþörungna. Verkefninu lauk um 2020 og skilaði fjölda vísindagreina auk doktorsritgerða, þar sem m.a. er fjallað um ræktunaraðstæður og umhverfisáhrif, efnasamsetningu, einangrun nýtilegra efna og möguleika varðandi orkuvinnslu.

GoJelly (EU) er samstarfsverkefni þriggja norrænna aðila, sem styrkt var af Evrópusambandinu. Í verkefninu var meginmarkmiðið að nota marglyttur (slím marglytta) til þróunar lífrænnar síu til að binda örplast úr skolpi eða sjó. Slímið var árangursríkt við að ná pólýstýreni, en viðunandi aðferð til að varðveita slímið hefur ekki fundist. Í verkefninu var einnig safnað gögnum um marglyttutegundir sem mögulegt væri að nýta sem matvæli eða innihaldsefni í matvælum og m.a. var gefin út lítil uppskriftabók með réttum úr marglyttum (sjá síðar).

2: Hráefni og afurðaflokkar sem geta hentað við íslenskar aðstæður.

Aukahráefni frá hefðbundnum fiskveiðum, vinnslu og eldi.

Fiskveiðar á heimsvísu hafa staðið í stað síðastliðin 30-40 ár eða um 90 milljón tonna landaður afli á ári, en eldi hefur stórauðist og er nú (2022) á pari við veiðar¹. Á Íslandi hefur veiði verið nokkuð breytileg milli ára en þó hafa bolfiskveiðar verið nokkuð stöðugar með um 450.000 tonna ársafli (470.000 tonn 2021) en veiðar á uppsjávarfiski verið frá nokkur hundruð tonnum í yfir milljón tonn (650.000 tonn 2021)². Rannsóknir á lífríki sjávar benda til þess að talsverður lífmassi („grái lífmassinn“)

¹ FAO. 2022. [The State of World Fisheries and Aquaculture 2022](https://doi.org/10.4060/cc0461en). Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

² Hagstofa Íslands: [Afli og ráðstöfun eftir kvótaflokkum skipa](https://hagstofa.is), fisktegundum og mánuðum 1992-2022. <https://hagstofa.is>

sé í höfunum sem hugsanlega mætti veiða og auka þannig veiðar umtalsvert umfram þennan 90 millj. tonna núverandi afla.

Við hefðbundna fiskvinnslu (flökun og flatningu) fellur til aukahráefni svo sem slóg, afskurður, roð, bein og fleira. Við flakavinnslu eru flökin u.þ.b. helmingur og þá aukahráefnin 50%. Aukahráefnið er þá t.d. haus (20-30%), beingarður (10-15%), afskurður (5-10%) og roð (5%). Miðað við 450 þús. tonn af bolfiski sem veidd eru árlega við Ísland þá eru aukahráefnin því um 225 þús. tonn. Nú er ekki allur þessi afli flakaður og unninn á Íslandi en miðað við útflutning á frystum og söltuðum afurðum frá Íslandi árið 2021, má gróflega áætla að slíkt aukahráefni hafi numið a.m.k. 60 þúsundum tonna³. Þess ber að geta að þegar eru þessir hliðarstraumar nýttir að mörgu leyti og er þess getið hér á eftir. Skv. tölum Hagstofunnar fyrir árið 2020 eru „aukaafurðir“ úr þorski rúmlega 19 þús. tonn og er meðalverð um 145 kr/kg, en breytileiki mjög mikill.

Slóg bolfisks

Slóg þar með talið hrogn, svil, gallblaðra og lifur getur verið allt að 35% af þyngd hráefnisins, en er mjög árstíðabundið og einnig að hluta svæðisbundið (5 – 35%). Nýting á hrognum og lifur er vel þekkt en einnig má nýta maga og garnir. Tilraunir til að fullnýta slóg hafa verið gerðar, einkum sem meltu til áburðar eða gæludýrafóðurs, t.d. eru til Matís skýrslur um efnið^{4,5}. Eitt vandamál við fullnýtingu slógs er andstaða Matvælastofnunar (MAST). Á heimasíðu MAST segir:

„Ef litið er til skilgreiningar á slógi þá er um að ræða líffæri fiska sem skilin eru frá kviðarholinu þegar fiskur er slægður. Slóg inniheldur lifur, hrogn, svil, gallblöðru, maga og skúflanga. Ljóst er því að nýting slógs skv. framangreindri skilgreiningu er heimil við matvælavinnslu, svo framarlega sem meðferð hráefnisins sé í samræmi við hollustuhætti sem kveðið er á um í lögum um matvæli og reglugerðum settum á grundvelli laganna.

Það verður þó að gera þann fyrirvara á notkun á slógi við matvælavinnslu að matvælafyrirtæki er óheimilt að taka við hráefnum ef vitað er að þau séu eða ætla má að þau séu menguð af sníklum, sýklum eða eiturefnum, niðurbrotsefnum eða framandi efnum í þeim mæli að fullunnin vara verði óhæf til neyslu þótt beitt hafi verið eðlilegum, hollustusamlegum flokkunaraðferðum og/eða undirbúnings- eða vinnsluáðferðum. Ljóst er að innihald meltingavegar fellur hér undir og af þeim sökum verður að gera kröfu um að innihald meltingavegar sé skilið frá ef nýta á aðra hluta slógsins til matvælavinnslu.“⁶

Full ástæða er til að endurskoða þessa afstöðu, þar sem ekkert bendir til þess að innihald meltingavegar fisks sem veiddur er í ómengduðum sjó, innihaldi sýkla eða eiturefni. Fylgst er með þessum þáttum á Íslandsmiðum. Vambir og garnir jörturdýra hafa um langt skeið verið nýttar í matvælavinnslu, en hætta á sýklum er mun meiri í meltingarvegi slíkra dýra.

³ Hagstofa Íslands: Útflutningur sjávarafurða eftir afurðum, fisktegundum og löndum 1999-2021.

⁴ Ragnheiður Sveinþórsdóttir, Ásbjörn Jónsson og Muhammad Rizal Fahlivi (2017): [Mælingar og nýting á slógi](#). Skýrsla Matís 09-17

⁵ Sigrún Mjöll Halldórsdóttir (2014): Vinnsla verðmætra afurða úr slógi. Skýrsla Matís 09-14

⁶ Matvælastofnun: [Aukaafurðir dýra](#). www.mast.is.

Hrogn

Vinnsla á hrognum hefur verið mjög einföld, söltun (grásleppuhrogn) eða frýsting (loðnuhrogn), til frekari fullvinnslu erlendis, t.d. sem túpu-„kavíar“. Grásleppuhrognakavíar sem lagður er niður í krukkur, er framleiddur af a.m.k. einu fyrirtæki hérlendis. Gerðar voru nokkuð umfangsmiklar tilraunir með framleiðslu á rækjuhrognakavíar fyrir allmörgum árum, en sú vara fór aldrei á markað enda minnkaði rækjuvinnsla umtalsvert á landinu.

Lifur

Lifur hefur verið soðin niður og unnið úr henni lýsi og lýsisafurðir. Lýsi hf framleiðir t.d. afurðir úr þorsk-, ýsu- og ufsalifur sem safnað er innanlands og rekur einnig lifrarniðursuðu.

Svil

Svil hafa verið seld til Kína frá Noregi en Kanadamenn hafa reynt að vinna úr þeim sérhæfð prótein sem virka hemjandi á örveruvöxt.

Skúflangar

Skúflangar eru hluti meltingarvegjar fisksins og taka við af maganum. Þeir eru því ríkir af virkum meltingarensímum, sem má hagnýta. Dæmi um það eru Penzim vörur (sjá umfjöllun um Enzymatica) sem innihalda trypsín úr þorski.

Haus

Af hausnum má vinna gellur, kinnar, augu og bein og einnig nýta roðið. Í dag eru þorskhausar úr landvinnslu almennt þurrkaðir og fluttir til Afríkúríkja.

Afskurður

Afskurður sem myndast t.d. við snyrtingu getur verið umtalsverður (allt að 10%) en er oft ágætis hráefni til frekari vinnslu. Þó getur afskurður innihaldi blóð og bein sem hugsanlega takmarkar not, en að stofni til er efnasamsetningin sú sama og í flakinu. Afskurður hefur verið nýttur í marning, sem er lágverðmætisvara, en afskurð mætti vel nýta í prótein hydrólýsöt (vatnsrofin prótein) og í framhaldinu í orkudrykki eða til bragðefnaframleiðslu.

Beingarðar / hryggur

Beingarðar/hryggir, sem geta verið 10-15% af heildarþyngd á slægðum fiski, hafa verið þurrkaðir og fluttir út á svipaða markaði og þurrkaðir hausar. Þessa afurð, ásamt afskurði og haus má „melta“ eða brjóta niður með sýru og/eða ensímum. Útkoman er vökvi sem skilja má í prótein- og fitufasa auk beina. Beinin eru rík af bandvef (m.a. kollagen) og kalki. Þessi efni eru tilvalin í ýmiss fæðubótarefni.

Sundmagi

Gelatín sem unnið er úr sundmögum ýmissa fisktegunda (e. *isinglass*) er nýtt í bjór- og vínframleiðslu til að fá fram tærari vökva. Það er einnig markaður fyrir sundmaga, einkum í Asíu og einhver fyrirtæki hafa reynt fyrir sér með heila sundmaga, en helsti vandinn er að aðskilja hann frá hryggnum á hagkvæman hátt.

Roð

Roð sem er allt að 5% hráefnis hefur verið fryst og þurrkað t.d. í gælu- og pelsdýra fóður. Einnig hefur roð verið flutt út til Kanada til framleiðslu á kollageni. Nýlega er hafin framleiðsla á kollageni í Grindavík og í Vestmannaeyjum og líklegt er að roðvinnsla á vegum Kerecis muni aukast á næstu árum. Hugsanlega verður því stutt í að allt þorskroð fari í vinnslu hérlendis.

Uppsjávarfiskar

Uppsjávarfiskar, svo sem síld (*Clupea harengus*), loðna (*Mallotus villosus*), kolmunni (*Micromesistius poutassou*) og makrill (*Scomber scombrus*) eru einstaklega ríkir af fjölómettuðum fitusýrum, ekki síst ω -3 fitu sem er eftirsótt. Fitumagnið er þó árstíðabundið í samræmi við lífsferil fiskisins. Eitt fyrirtæki hefur þegar hafið framleiðslu á lýsi og lýsishylkjum úr síld og loðnu (sjá Margildi). Þegar fita er aðskilin frá öðrum hlutum fiskisins verður hinn hlutinn að mestum hluta prótein. Þessi massi getur nýst í prótein hydrolysöt (prótein brotin niður í minni einingar t.d. með ensímum), sem tiltölulega einfalt er að framleiða. Ýmiss konar lífvirkni hefur verið tengd slíkum hydrolysötum úr uppsjávarfiskum⁷. Loðnuhrogn eru fryst og eru að mestu leyti seld á Japansmarkað, en vinnsla þeirra kostar mikla skolun (þvottur og fleyting) og í því ferli tapast nokkuð af próteinum. Hið sama má segja um annað affallsvatn (blóðvatn) frá vinnslunni og vert að skoða hvort þar sé verðmæti að finna. Á öðrum stað er fjallað um rauðátu, en meltingarvegur uppsjávarfiska inniheldur oft talsvert magn af henni og vinna er í gangi varðandi hugsanlega nýtingu svo sem astaxantínvinnslu. Þá er fita í hrognum að stórum hluta á formi fosfólípíða (með ω -3 fitusýrum), en þessi fitugerð nýtur vaxandi athygli sem innihaldsefni í fæðubótar- og húðvörur⁸.

Rækja og humar

Aukaafurð (skel) úr rækjuvinnslu nemur 62-72% af heildarmassa og þá eru hrogn ekki talin með. Úr skelinni var til skamms tíma einungis unnið rækjumjöl, en nú er unnið úr henni kítósan og afleiður þess, svo sem kítófáskykrur (sjá umfjöllun um Primex og Genís). Skelin inniheldur einnig talsvert magn af litarefniinu astaxantín, sem er verðmætt. Litarefnið skolast að miklu leyti út með próteinum í hefðbundinni rækjuvinnslu og væri því líklega áhugaverðast að reyna að vinna það úr afrennslinu. Um humarskel gildir hið sama, nema hvað humarinn er oft seldur með skel.

Skel

Hörpuskel í Breiðafirði var veidd og unnin frá því upp úr 1970, en skelfiskurinn þykir herramannsmatur. Að jafnaði voru veidd 8500 tonn/ári á tíunda áratug síðustu aldar, þar til hrun varð í stofninum. Hrunið orsakaðist fyrst og fremst af sýkingu í stofninum, en ofveiði og lág nýliðun höfðu einnig áhrif. Skelin var síðan friðuð árið 2003. Leyfi fyrir tilraunaveiðum hefur verið gefið undanfarin ár, en þær hafa sýnt að stofninn á enn mjög erfitt uppdráttar. Hið sama er uppi á teningnum í Húnaflóa.

Kúfiskel er algeng við Íslandsstrendur, en er eingöngu veidd í litlu magni til beitu. Samkvæmt Hafrannsóknastofnun þolir stofninn talsvert meiri veiði, en skelin er hægvaxta og getur orðið mjög gömul (>200 ára). Rétt fyrir aldamót var sett upp fyrirtæki á Þórshöfn sem veiddi kúfiskel með vatnsþrýstiplógum og var 6300 tonnum landað árið 1996⁹. Afurðin var flutt út á Bandaríkjamarkað. Fyrirtækið lenti í ýmsum hremmingum auk þess sem markaðsaðstæður breyttust til hins verra og vinnslan lagðist af. Kúfiskel hentar vel fyrir súpukraft (*clam chowder*), auk þess sem neysla á ferskri skel er vel möguleg – en kostar mikið markaðsstarf.

⁷ Hayes M (2023): [Maximizing use of pelagic fisheries for global protein supply: Potential and caveats associated with fish and co-product conversion into value-add ingredients](#). Global Challenges, 2023, (5), 2200098 – ásamt heimildum innan greinarinnar.

⁸ Burri L, Hoem N, Banni S, Berge K. (2012): [Marine omega-3 phospholipids: metabolism and biological activities](#). Int J Mol Sci. 2012 Nov 21;13(11).

⁹ Karl Gunnarsson, Gunnar Jónsson og Ólafur Karvel Pálsson: Sjávarnyttjar við Ísland. Mál og menning, Reykjavík 1998.

Grásleppa

Grásleppa er fyrst og fremst veidd vegna hrognanna. Afli er breytilegur milli ára en síðustu ár (2013-2023) hefur heildarafliinn (óslægt) verið að meðaltali 4.888 tonn, mest um 5.992 tonn árið 2021, en minnstur afli árið 2023 eða um 3.850 tonn¹⁰. Afliinn hefur farið yfir 10.000 tonn, mest um 13.000 tonn árið 1984. Tölur Hagstofunnar eru ögn lægri en tölur Fiskistofu fyrir árin 2013-2021 (4.570 tonn/ári) en Hagstofan gerir einnig grein fyrir lönduðum grásleppuhrognum sem að mestu skýrir muninn. Útflutningur á grásleppuafurðum öðrum en hrognum hefur helst verið frosin grásleppa á Kínamarkað. Á árunum 2013 til 2021 voru samtals flutt út um 25.000 tonn, eða um 2.250 tonn á ári. Mest var flutt út árið 2015 eða um 3.750 tonn en síðan dró úr útflutningi og lagðist hann að mestu af í COVID faraldrinum. Árið 2021 voru þó flutt út um 1.660 tonn¹¹.

Skylda til að koma með allan grásleppuafli í land, sem tekin var upp 2012-2013, var felld úr gildi 2021 og 2022 meðal annars vegna markaðsaðstæðna. Að farga afla úti á sjó leysir engan vanda, heldur býr þvert á móti til nýjan sem lýtur að sjálfbærni og umhverfissjónarmiðum. Ljóst er því að mikilvægt er að finna leiðir til að vinna frekari verðmæti úr því aukahráefni því sem verður til við veiðar og vinnslu grásleppuhrognna. Það aukahráefni sem um ræðir er hvelja, hold, haus og beinagarður. Í rannsókn gerð af BioPol ehf var hlutfall hrognna metið 28%¹². Í sambærilegri rannsókn er gerð var af Matís er hlutfall hrognna metið hærra eða um 30%, flök 14%, hvelja, haus og sporður um 40%, hryggur 6%, slóg 6% og lifur 3%¹³.

Í nýlegri rannsókn var hlutfall hrognna metið 40% af óslægðum afla, hveljan 21%, hold 15%, beinagarður 10% og haus 14%¹⁴. Í ljósi upplýsinga um landaðan afla má gera ráð fyrir að aukaafurðir við hrognavinnslu séu að meðaltali um 2.900 tonn, þar af hvelja um 1000 tonn, hold um 700 tonn, haus 700 tonn og beinagarður 500 tonn. Ef miðað er við hrognafyllingu kringum 28-30%, verður hlutfall aukaafurða enn meira.

Grásleppuhvelju má vel nýta til framleiðslu á gelatíni og eða kollageni. Gerðar hafa verið tilraunir í þessa veru á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins¹⁵ og hjá BioPol ehf¹⁶. Nýting er þó frekar lág en fræðilega mætti fá um 20 tonn af þurrkuðu kollageni úr því hráefni sem fellur til. Verðið ræðst alfarið af ætlaðri notkun, eða frá 1000kr á kíló til 100.000kr/kg og jafnvel hærra.

Hausinn mætti einnig nýta til kollagen- og/eða gelatín framleiðslu, en hér skortir gögn til að meta nýtingu og ýmsa aðra þætti. Beinagarður inniheldur einnig gelatín og áhugaverðar sykrur sem hugsanlega mætti nýta, en hér skortir einnig rannsóknir til að meta frekar þessa möguleika. Þessa þrjá þætti mætti einnig þurrka og nýta í gæludýrafóður.

Grásleppuhold er, þvert á það sem margir halda, fyrirtaks matfiskur bæði ferskur svo og heit- og kaldreyktur.

¹⁰ [Fiskistofa](#): Landanir eftir fisktegunum. Mælaborð Fiskistofu www.fiskistofa.is

¹¹ Hagstofa Íslands: [Útflutningur sjávarafurða](#) eftir afurðum, fisktegunum og löndum 1999-2021.

¹² Halldór G. Ólafsson, Hjörleifur Einarsson, Anna María Jónsdóttir og Steindór Haraldsson (2009): [Fullnýting hrognkelsa](#). Lokaskýrsla til AVS.

¹³ Ólafur Reykdal, Þuríður Ragnarsdóttir og Gunnar Þórðarson (2012): [Nýting og efnainnihald grásleppu](#). Skýrsla Matís 05-12.

¹⁴ PROFIOUS (2023): Óbirtar niðurstöður.

¹⁵ Emília Martinsdóttir (1978): [Gelatín eða matarlím úr grásleppuhvelju og nýting fiskholdsins](#). Tæknitíðindi nr. 100. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

¹⁶ Halldór G. Ólafsson, Bjarni Jónasson, Hjörleifur Einarsson og Eyðunn Gaardbo (2010): [Nýting grásleppuhvelju til kollagenframleiðslu](#). Skýrsla BioPol 11-10.

Ekki hefur verið minnst hér á innfli og lifur en skoða mætti nýtingu á lifur með sambærilegum hætti og lifur annarra fiska.

Eins og fram kom hér ofan þá er vinnsla grásleppuhrogna frekar einföld, þau eru einfaldlega söltuð og einhver hluti þeirra lagður niður í krukkur sem grásleppuhrognaðavíar¹⁷. Hér þarf að kanna mun betur frekari vinnslu þeirra í verðmætari afurðir.

Lax

Laxeldi hefur aukist verulega á Íslandi, en afurð eftir slátrun er að langstærstum hluta kældur heill slægður fiskur með haus. Í Noregi hefur lengi verið stundað umfangsmikið laxeldi og hafa Norðmenn í framhaldi af því fjárfest talsvert í úrvinnslu hliðarafurða frá laxaslátrun. Þannig sameinuðust fjögur fyrirtæki um stofnun Vital Rørvik AS í Þrændalögum og byggðu verksmiðju árið 2012, með það að markmiði að framleiða hunda- og kattafóður úr laxaslógi og -afskurði.

Biomega (sjá umfjöllun framar) í Noregi hefur unnið mikið með hliðarafurðir laxaslátrunar og á nú neytendavörur á heilsumarkaði svo sem vörumerkið *biomega*® *SalMe* fyrir fæðubótarefni og *Salmigo*® fyrir hráefni í gæludýraafurðir.

Miðað við áætlanir varðandi umfang laxeldis á komandi árum, væri eðlilegt að huga að nýtingu hliðarafurða, ekki síst slógs og afskurðar. Prótein- og olíur úr slíku hráefni má t.d. vinna á tiltölulega einfaldan hátt (en fer vissulega eftir hversu hreina afurð er ætlað að vinna). Þá gætu leynst tækifæri í að þróa fleiri afurðir úr fiskinum sjálfum.

Hráefni sem fæst með ræktun

Stórþörungur

Stórþörungum (þangi og þara) hefur verið meiri gaumur gefinn í rannsóknum á undanförunum árum og í ljós hafa komið nýir möguleikar. Hleypi- og bindiefni fyrir matvælaíðnað og örverurannsóknir hafa lengi verið unnin úr stórþörungum auk þess sem hefð er fyrir neyslu þeirra víða í Asíu. Ennfremur eru möguleikar á að nýta þörungana sem lífoldsneyti. Úr þangi og þara er jafnframt hægt að vinna vaxtarhormón og áburð fyrir plöntur, en einnig efni sem nýst gætu sem bindiefni, bragðefni, litar-, þráa- eða rotvarnarefni. Fjölsýkrur úr stórþörungum geta verið áhugaverð fæðubótarefni, t.d. eru alginsýra og sölt hennar talin örva lækun blóðþrýstings og bæta meltingu¹⁸, en eru einnig með fjölpætta notkunarmöguleika, t.d. varðandi þykkingareiginleika og húðun í matvæla- eða lyfjaiðnaði. Fucoidans er annar hópur fjölsýkra úr þangi, sem er áhugaverður varðandi lífvirkni, en rannsóknir á því eru enn ófullkomnar. Þang og þari eru einnig sérlega steinefnaríkar lífverur og öskuinnihald (steinefni) getur verið allt að 50% af þurrvigt þeirra, sem er áhugavert varðandi nýtingu. Þá eru ótaldar hugmyndir um notkun stórþörungna sem hráefni í lífplast (umbúðir).

¹⁷ Jón Jóhannesson (2006): [Lumpfish caviar- from vessel to consumer](#). FAO Technical paper no. 485. FAO Fisheries Department, Rome

¹⁸ Kim, Se-Kwon: *Essentials of Marine Biotechnology*. Springer Nature, Swiss, 2019, bls. 178 – 181.

Örþörungar

Örþörungar eru einfrumungar sem margir eru auðveldir í ræktun og geta oft vaxið hratt við réttar aðstæður (sbr. þörungablóma). Þeir hafa margvíslega nýtingarmöguleika, en þekktust er vinnsla eftirsótttra fituefna og litarefna. Nokkur dæmi fara hér á eftir:

- Tvær tegundir ættkvíslarinnar *Arthrospira* (*A. platensis* og *A. maxima*) ganga einnig undir nafninu Spirulina og tilheyra blábakteríum (*e. cyanobacteria*). Spirulina er rík af fituleysnum vítamínum og omega3 fitusýrum og hefur því verið þurrkuð og seld sem fæðubótarefni sem getur t.d. hentað sem fæðuuppþót fyrir vannærða einstaklinga. Spirulina framleiðir einnig græn og blá litarefni sem hægt er að draga út og nýta í matvæli. Einnig hafa komið fram fjölþættar vísbendingar um lífvirkni, s.s. áhrif á þyngdarstjórnun og sykursýki ásamt veiru- og frumuhemjandi virkni, en slíkt er ekki fullrannsakað. Sprotafyrirtækið Mýsköpun í Mývatnssveit hefur einangrað Spirulinustofn úr Mývatni og þróað ræktunaraðferðir á henni. Afurðin er frostþurrkuð og væntanleg á markað.
- *Clorella* ættkvíslin tilheyrir grænþörungum og inniheldur nokkrar tegundir (*C. vulgaris* o.fl.). Líkt og Spirulina er þessi þörungur á neytendamarkaði þurrkaður og seldur sem fæðubótarefni eða innihaldsefni í snyrti- og heilsuvörur. *Chlorella* er prótein- og steinefnarík, inniheldur áhugaverðar fjölsykrur og hefur sýnt margs konar jákvæð áhrif á einkenni hjarta- og æðasjúkdóma, s.s. háþrýsting, blóðfitu o.fl.¹⁹ Fjölsykrur frá a.m.k. einni tegund (*C. stigmatophora*) hafa sýnt bólguhemjandi og ónæmisbælandi áhrif í tilraunum.
- *Dunaliella* ættkvíslin tilheyrir einnig grænþörungum og hefur einkum vakið áhuga vegna hás innihalds gæðapróteina og mikillar framleiðslu á karoten efnum sem eru forveri A-vítamína og geta einnig nýst sem litarefni.
- *Haematococcus pluvialis* er grænþörungur, en getur við réttar aðstæður framleitt mikið magn af astaxantíni, sem er andoxandi efni (þráavörn) og mikið notað sem litarefni í fiskafóður. Þörungurinn er talsvert mikið ræktaður í þessu skyni, m.a. á Íslandi, sjá umfjöllun um Algalíf.

Þá er ótalin notkun örþörungum sem „efnaverksmiðja“, þ.e. að nýta þá til framleiðslu á sértækum efnum. Þetta er yfirleitt gert með genabreytingum til að hámarka framleiðsluna, en rannsóknir á þessu sviði eru víða í gangi.

Aðrir einfrumungar

Einfrumungar sem tilheyra ættinni Thraustochytrida eru algengir í sjó. Þessar lífverur hafa ekki íslenskt nafn og eru því hér nefndir traustar. Traustarnir ljóstillífa ekki eins og þörungar en hafa mikla ensím-virkni til að brjóta niður aðrar lífverur sér til viðurværis. Eitt af því áhugaverðasta við trausta er að þeir framleiða mikið magn ómettaðra fituefna sem eru rík af ω -3 fitusýrum, ekki síst EPA og DHA sem eru hvað eftirsóttastar. Sjávarlíftækni- og Biopol á Skagaströnd stóð fyrir frumathugun á útbreiðslu trausta hér við land árið 2009 þar sem tókst að einangra stofna frá þremur sýnatökustöðum og voru þeir greindir til þriggja tegunda. Fituinnihald þessara sýna var almennt nálægt 9%, en af því var magn DHA oft umtalsvert²⁰. Áhugavert væri að halda þessum rannsóknum áfram með það að lokamarkmiði að geta ræktað hentuga stofna til fituframleiðslu.

¹⁹ Bito T, Okumura E, Fujishima M, Watanabe F. Potential of *Chlorella* as a Dietary Supplement to Promote Human Health. *Nutrients*. 2020 Aug 20;12(9)

²⁰ Magnús Örn Stefánsson, Sigurður Baldursson, Kristinn P. Magnússon, Arnheiður Eypórsdóttir og Hjörleifur Einarsson (2019): [Isolation, Characterization and Biotechnological Potentials of Thraustochytrids from Icelandic Waters](#). *Marine Drugs* 17, 449.

Hráefni sem mætti afla úr vannýttum tegundum

Marglyttur

Hefð er fyrir neyslu á marglyttum eða öðrum hveljum í Asíu, einkum Kína og þar eru þær jafnvel ræktaðar til manneldis. Algengustu tegundir sem nýttar eru á þann tilheyrta ættbálkinum Rhizostomae. Sex til sjö tegundir marglytta finnast hér við land og eru tvær tegundir algengastar, bláglytta (*Aurelia aurita*) og brennihvelja (*Cyanea capillata*). Brennihveljan er stærri og hefur langa brenniþræði sem orsaka „bruna“ á hörundi, sem margir þekkja og hún hefur einnig oft valdið umtalsverðum skaða í fiskeldi. Bláglyttan er algengari og hefur ekki brenniþræði, þ.e. hún er að því leyti skaðlaus, en hefur brennifrumur í gripörmum í kringum munninn. Rannsóknir hafa leitt í ljós að hún getur valdið usla í laxeldi, þar sem hún veldur tálknskemmdum²¹. Bláglytta er mjög algeng marglyttutegund og finnst víðast hvar í heimshöfunum og vistfræði hennar er vel rannsökuð. Þessi tegund er einnig nýtt til manneldis í Asíu. Rannsóknir á vegum Háskóla Íslands árin 2007-8 leiddu í ljós mikinn mismun á fjölda bláglyttu við Ísland milli ára, en slíkt er einnig þekkt erlendis frá. Í þessari rannsókn fannst mest af bláglyttu í Eyjafirði, þar voru einstaklingarnir stærri og fjöldinn jókst með hitastigi, en erfitt er að meta þéttleika út frá niðurstöðunum, þar sem marglyttan er oftast í „torfum“ eða blóma (sbr. þörungablóma). Vísbendingar eru um að marglyttublómar séu að verða algengari á heimsvísu og hefur það verið sett í samhengi við hnattræna hlýnun. Lífsferill marglyttanna er stuttur, þær vaxa hratt í stuttan tíma, fullorðin dýr fara upp á yfirborðið og finnast þar yfir sumarmánuðina, eða ca frá maí til september. Þar sem þær berast með straumum, er ekki ljóst hvort t.d. bláglytta í Eyjafirði er sérstakur stofn eða hvort lifur safnast þar fyrir²².

Marglyttur eru ekki nema ca 5-7% þurrefni, sem samanstendur fyrst og fremst af próteinum og steinefnum. Þær geymast illa ferskar og eru því oftast saltaðar, þurrkaðar eða hálfþurrkaðar.

Hefðbundin vinnsluaðferð á marglyttum í SA-Asíu er að leggja þær í saltþækil með alumi (blanda af áli og kalíumsúlfati). Afurðin er útvötnuð í nokkrum skrefum til að losna við álið, síðan þurrkuð við stofuhita og pressuð. Meðferðin fjarlægir mikið vatn, lækkar sýrustig, ásamt því að gefa stífari og stökka áferð. Lokaafurðin hefur langt geymsluþol - u.þ.b. ár við stofuhita og lengur í kæli. Afurðina má einnig frysta. Í tengslum við verkefnið GoJelly var þróuð ný vinnsluaðferð án alums²³, en engu að síður krefst hún mikilla þvotta og afvötnunar líkt og sú hefðbundna. Einnig er mögulegt að sjóða eða hita afurðina. Fyrir matreiðslu þarf að fjarlægja griparma marglyttanna, þar sem þær eru brennifrumur. Líklegast brotna þessi ertandi efni niður við hitun, það þarf þó að rannsaka betur. Marglyttur verða tæplega uppistaða í máltíðum, til þess eru þær of bragðlitlar, en henta betur sem hráefni í blandaða rétti.

Það má vel hugsa sér að kanna betur hvort ekki megi nýta marglyttur, ekki síst þar sem þær mynda breiður nálægt fiskeldi og ráðast þarf í kostnaðarsamar varnir gegn þeim. Markaður er til staðar í Suðaustur-Asíu, en líklegast ekki auðvelt að keppa við heimaframleiðslu í verði. Annar möguleiki væri

²¹ Baxter EJ, Sturt MM, Ruane NM, Doyle TK, McAllen R, et al. (2011) Gill Damage to Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Caused by the Common Jellyfish (*Aurelia aurita*) under Experimental Challenge. PLoS ONE 6(4): e18529. doi:10.1371/journal.pone.0018529

²² Guðjón Már Sigurðsson (2009): Gelatinous zooplankton in Icelandic coastal waters with special reference to the scyphozoans *Aurelia aurita* and *Cyanea capillata*. Meistaraprófsritgerð við Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands.

²³ Blevé G, Ramires FA, De Domenico S and Leone A (2021): An Alum-Free Jellyfish Treatment for Food Applications. Front. Nutr. 8:718798. doi: 10.3389/fnut.2021.718798

því að þróa afurðir til neyslu í Evrópu með eða án viðbættra hráefna, t.d. snakk, hráefni í salöt eða annað þess háttar.

Dýrasvif

Rauðáta er af ættkvíslinni *Calanus* og er eitt algengasta svifdýrið í Norður-Atlantshafi. Við Ísland finnst hún einkum við sunnan- og vestanvert landið. Rauðáta er aðalfæða margra helstu uppsjávarfiska, en hún er skammlíf og lifir u.þ.b. eitt ár. Talið er að fjórir *Calanus* stofnar finnist við Ísland, en *C. finmarchicus* er algengust. Rauðátan er veiðanleg að sumarlagi, en heldur sig neðan 500 m að vetri til. Rauðáta inniheldur prótein, kítín, olíu sem er rík af ω -3 fitusýrum ásamt astaxantíni. Olían er einnig frábrugðin öðrum fiskolíum þar sem fitusýrur rauðátu eru að miklu leyti bundnar í esterum í stað þríglyseríða eða fosfólípíða. Dýratilraunir hafa bent til að þessi tegund sjávarolíu geti gagnast í meðferð gegn offitu, hafi jákvæð áhrif varðandi hjarta- og æðasjúkdóma og jafnvel fleira²⁴. Þetta er ekki fullrannsakað, en hefur þegar aukið eftirspurn eftir olíunni.

Við þekkingarsetur Vestmannaeyja hafa farið fram rannsóknir á veiðum og vinnslu rauðátu og hefur setrið gert samstarfssamning við Zooca® í Noregi, (sjá umfjöllun frammar). Áætlað að veiðar á stærri skala ásamt tilraunavinnslu hefjist árið 2024. Hafrannsóknastofnun stundaði tilraunaveiðar við suðvesturland sumarið 2012 og ályktaði í framhaldinu að rauðátan væri í veiðanlegu magni og stýrð nýting á henni ætti ekki að hafa áhrif á vistkerfið. Mælt var með að veiða eftir miðjan júní og fram í júlí, þar sem rauðátan væri þá með hæst magn af fitu og astaxantíni²⁵. Matís og Síldarvinnslan hafa enn fremur verið að rannsaka magn og nýtingarmögleika rauðátu sem berst á land í meltingarfærum uppsjávarfiska.

Háfiskar (hákarlar og háfar)

Tuttugu tegundir háfiska hafa fundist við Ísland, en líklega lifa færri innan lögsögunnar. Fleiri tegundir finnast við sunnanvert landið þar sem sjávarhiti er hærri og lifa sumar þeirra á miklu dýpi. Hákarl eða grænlandshákarl (*Somniosus microcephalus*) er þó algengur allt í kringum Ísland og virðist sjávarhiti ekki hafa mikil áhrif á búsvæði hans. Beinhákarl (*Cetorhinus maximus*), háfur (*Squalus acanthias*) og hámeri (*Lamna nasus*) finnast allt í kringum landið. Aðrar tegundir eru: Gíslaháfur (*Apristurus laurussonii*), Jensensháfur (*Galeus murinus*), svartháfur (*Centroscyllium fabricii*), gljáháfur (*Centroscymnus coelolepis*), Þorsteinsháfur (*Centroscymnus crepidater*), flatnefur (*Deania calceus*), litli loðháfur (*Etmopterus spinax*), dökkháfur (*Etmopterus princeps*) og rauðháfur (*Centrophorus squamosus*).

Í þingskjali 738 (mál 436) frá 130. löggjafarþingi (2003-2004) kemur fram í svari sjávarútvegsráðherra til Össurar Skarphéðinssonar að einkum mætti nýta háf (*Squalus acanthias*) sem veiðist á grunnsævi í net en einnig sem aukaafli í botnvörpu og á línu. Einnig mætti horfa til gljáháfs rauðháfs, svartháfs, dökkháfs og Þorsteinsháfs, en þeir eru á miklu dýpi og koma helst sem aukaafli í botnvörpu út af Reykjanesi. Skv. skjalinu liggur ekki fyrir mat á stofnstærð eða veiðipoli, en að afli árána 1993-1998 hafi verið á bilinu 80-160 tonn. Ráðuneytið telur að e.t.v. mætti gera meiri mat úr háfi en síður úr djúpháfunum. Nokkrar N-Evrópuþjóðir hafa nýtt háf og sömuleiðis hafa Bandaríkjamenn og Kanadamenn veitt hann í Norðvestur-Atlantshafi. Einnig kemur fram að auk lifrarinnar er fisksins víða neytt og er hann markaðssettur undir ýmsum dulnefnum, svo sem hafáll og kóngáall. Stofninn er ekki talinn ofveiddur í N-Atlantshafi, en mikill breytileiki er þó í stofnstærðarmælingum. Hann finnst allt í

²⁴ Gasmi, A., Mujawdiya, P.K., Shanaida, M. et al. Calanus oil in the treatment of obesity-related low-grade inflammation, insulin resistance, and atherosclerosis. Appl Microbiol Biotechnol 104, 967–979 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10293-4>

²⁵ Ástþór Gíslason, Hjalti Karlsson, Kurt Tande og Kristján G. Jóakimsson (2021): [Exploratory survey on the abundance and distribution of *Calanus finmarchicus* southwest of Iceland as a potentially harvestable resource](#). Haf- og vatnarannsóknir HV-2021-51.

Hafrannsóknastofnun.

kringum Ísland, en er algengari sunnan- og suðvestanlands í hlýrri sjó. Helsta vandamálið við þennan stofn er hversu seint hann verður kynþroska. Hrygnan verður ekki kynþroska fyrr en 10 -20 ára gömul, meðgöngutími hennar er allt að tveimur árum og ungarnir aðeins 4 -6 í hverju goti. Það er því auðvelt að ganga á stofninn vegna hægs vaxtar og lítillar viðkomu hans²⁶.

Háfur kemur reglulega á land sem aukafli, en í mjög litlu magni. Skv. Fiskistofu²⁷ hefur 2 tonnum verið landað á yfirstandandi ári (2023). Þessum aflu mætti hugsanlega safna og þróa bestu framsetningu á afurðum fiskisins, með veitingahúsa- og/eða neytendamarkað í huga.

Hákarlaveiðar eiga sér langa sögu á Íslandi, en hann var á fyrri öldum einkum veiddur vegna lýsisins sem notað var sem ljósmeti. Á síðustu áratugum 20. aldar var yfirleitt landað nokkrum tugum tonna af hákarli árlega, en á síðustu árum hefur dregið mjög úr því (12 tonnum landað jan-sept 2023, skv. Fiskistofu). Afurðin er kæst með hefðbundinni aðferð og seld á neytendamarkaði innanlands.

Matís hefur rannsakað vinnslu brjósksykra (condroitín sulfat) úr hákarlabrjóski og bentu niðurstöður til að slíkt sé vel framkvæmanlegt. Condroitín sulfat hefur verið notað sem fæðubótarefni til að vinna gegn slitgigt.

Skráp háffiska má súta í leður.

Smokkfiskur

Smokkfiskar eru lindýr af ættbálki smokka, hafa tíu arma með sogblöðkum og tvo griparma. Þeir voru mikið notaðir til beitu á árum áður og er þaðan komið almenna heitið beitusmokkur yfir tegundina *Totarodes sagittatus*, sem er algengasta tegundin hér við land. Beitusmokkur er fardýr og gengur að jafnaði til Íslands annað hvert ár að sumri til, einkum á Vestfjörðum. Hann er hraðvaxta og stækkar mikið þá mánuði sem hann dvelur hér við land²⁸. Ýmsar hvalategundir nærast mikið á smokkfiski og hann er sömuleiðis á fæðulista margra fisktegunda, m.a. háfiska.

Í fyrirspurn Kristjáns Pálssonar til sjávarútvegráðherra í nóv 1995 kemur fram að smokkfiskur sé ein þeirra tegunda sem nýtanleg eru við Íslandsstrendur og hafi verið gert á árum áður (1945-1950) og helst nýttur til beitu. Í fyrirspurninni kemur einnig fram að talið sé að um 8 tegundir smokkfisks séu við Ísland og heimsaflinn hafi verið um 2,7milljónir tonna árið 1992. Helstu markaðir eru taldir vera í Asíu, við Miðjarðarhaf og í Bandaríkjunum. Mest gæði fást við veiðar á krók með lýsingu sem laðar smokkfiskinn að. Enn fremur kemur fram í fyrirspurninni að Hafrannsóknastofnunin telji að smokkfiskur sé í miklu magni fyrir sunnan land enda eru þar fjölmargir tannhvalir sem lifa á smokkfiski en að sárlega vanti upplýsingar um hvaða tegundir séu hér helst og þá í hvaða (nýtanlegu) magni.

Smokkfiskur er algeng neysluvara í Evrópu, einkum sunnarlega. *Calamari rings* sést oft á matseðlum á veitingahúsum og börum, oftast steiktir eða djúpsteiktir í deigi.

„Grái lífmassinn“ í miðsjávarlaginu

Miðsjávarlagið (*e. mesopelagic*) svonefnda er oftast skilgreint sem svæðið frá 200 metra til 1000 metra dýpis og talið að þar nái ljós að hafa einhver áhrif a.m.k. við bestu aðstæður. Hafrannsóknir hafa gefið til kynna að lífmassi fiskis í þessu sjávarlagi geti numið allt að 10 milljörðum tonna og þá er ótalið dýra- og plöntusvif, hveljur og smokkfiskar. Þessar tölur eru byggðar á bergmálmælingum og gætu verið ofáætlaðar vegna takmarkana aðferðarinnar, en ljóst er að lífmassinn er mjög mikill²⁹. Sem dæmi

²⁶ Karl Gunnarsson, Gunnar Jónsson og Ólafur Karvel Pálsson: Sjávarnytjar við Ísland. Mál og menning, Reykjavík 1998.

²⁷ Fiskistofa: Landanir eftir fisktegundum. Mælaborð Fiskistofu www.fiskistofa.is

²⁸ Einar Jónsson (1980): [Líffræðiathuganir á beitusmökk haustið 1979](#). Áfangaskýrsla. Fjölrit Hafrannsóknastofnunar 007.

²⁹ Fjeld K, Tiller R, Grimaldo E, Grimsmo L og Standal IB (2023): Mesopelagics – New gold rush or castle in the sky? Marine Policy, 147, Jan 2023.

dvelur rauðáta í þessu lagi um helming ævi sinnar, þ.e. að vetri til. Í þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið við Ísland, kom í ljós að þéttleiki lífmassa miðsjávarlagsins er mjög mikill í Grænlandshafi suðvestur af Íslandi, en að sama skapi rýr fyrir norðan land í Íslands- og Noregshafi. Algengasta fisktegundin sem veiddist í tilraunaveiðum í miðsjávarlaginu var Norræna gulldepla (*Maurolicus mülleri*), en auk fiska var mikið dýrasvif, krabbadýr svo sem ljósáta, rækjutegundir og ýmsar hveljur/marglyttur, þar sem *Periphylla periphylla* var sú algengasta. Mikil dægursveifla er í þéttleikanum, þ.e. margar lífveranna færa sig ofar í sjóinn að nóttu til³⁰.

Gulldeplan er smávaxinn fiskur (< 1g), verður yfirleitt 4-5 cm á lengd og lifir að hámarki 5 ár. Þegar loðnubrestur varð í kringum 2008-2009, tóku allnokkur skip þátt í tilraunaveiðum á gulldeplu. Alls var landað rúmlega 73 þús. tonnum árin 2008 – 2012, en síðasta árið var aflinn nánast enginn og lögðust veiðarnar þá af. Vinnsla tegundarinnar í mjöl var einnig nokkrum annmörkum háð og hefði þurft að undirbúa hana betur, saltinnihald var mjög hátt og þurfti að gera ráðstafanir til að ná því niður, sem þó tókst að lokum³¹. Mörgum spurningum er enn ósvarað, svo sem um veiðisvæði og -aðferðir, stofnstærð, aflameðferð og arðbæra vinnslumöguleika, áður en hægt er að mæla með veiðum á gulldeplu eða öðrum fiski úr miðsjávarlaginu, en áhugavert að halda áfram rannsóknum á hugsanlegri nýtingu. Gera má ráð fyrir að ákjósanlegra sé að stefna að háverðmætisafurðum, s.s. fæðubótarefnum, frekar en hefðbundinni mjölvinnslu sem byggir á massaveiði og tiltölulega lágu verði^{32 33}.

3: Dæmi um nokkur verkefni og tillögur um hvernig hrinda megi þeim í framkvæmd.

Ljóst er af ofangreindu að mikil tækifæri eru ónýtt til verðmætasköpunar þó einnig hafi ýmislegt þegar verið gert. Lagt er til að eftirfarandi verkefni verði skoðuð sérstaklega með það að markmiði að þeim verði hrint í framkvæmd í kvótalitlum byggðalögum.

Mikilvægt er að fyrir liggji vönduð viðskiptaáætlun áður en ráðist er í verkefni af þessu tagi, hvort sem um er að ræða stór eða smá verkefni.

Framleiðsla á gelatíni og eða kollageni

Kollagen er prótein sem helst er að finna í bandvef, húð(roði) og víðar. Kollagen getur umbreytt í gelatín við upphitun og nýtist þá sem bindiefni (matarlím). Í grunninn er framleiðslan frekar einföld en flækjustigið vex eftir því sem framleiðslan stækkar og einnig ef framleiða á vöru með mjög sérhæfðum

³⁰ Ástþór Gíslason (2019): Rannsóknir á lífríki miðsjávarlaga: MEEEO verkefnið. [Málstofa Hafrannsóknastofnunar 17. janúar 2019.](#)

³¹ Magnús Valgeir Gíslason, Sigurjón Arason og Sindri Sigurðsson (2010): [Aukið verðmæti sjávarafurða með áherslu á nýtingu í mjöl og ýsisvinnslu til vöruþróunar.](#) Skýrsla Matís 48-10.

³² Ragnheiður Sveinþórsdóttir, Margrét Geirsdóttir og Hólmfríður Hartmannsdóttir (2012): [Tilraunaveiðar og nýting gulldeplu.](#) Skýrsla Matís 31-12.

³³ Fjeld K, Tiller R, Grimaldo E, Grimsmo L og Standal IB (2023): Mesopelagics – New gold rush or castle in the sky? Marine Policy, 147, Jan 2023.

eiginleikum. Aðstaða fyrir slíka vinnslu verður að uppfylla sömu kröfur og gerðar eru til matvælaframleiðslu.

Hráefni sem til greina koma eru: grásleppuhvelja og haus, annað roð, marglyttur.

Eftirfarandi dæmi um kollagenvinnslu er miðað við grásleppuhvelju:

Ef miðað er við vinnslu úr 100kg af hráefni, þarf að hafa til staðar hakkavél, farsvél eða "hefil" sem getur unnið hráefnið í litla bita eða þunnar skífur. Þá þarf að hafa tvo til þrjá 500-1000 lítra tanka með hrærum ásamt hita- og kælimöguleikum, til að leysa hráefnið upp. Það þarf dælur til að pumpa hráefni milli tanka og að síum. Það þarf síur, en stærð og eiginleikar þeirra ráðast af þeirri vöru sem framleiða skal. Þá þarf búnað til að þurrka afurðina í lokin. Einnig gæti verið gott að hafa skilvindu.

Helstu efni eru lútur (NaOH) og sýrur (saltsýra eða ediksýra). Hafa ber í huga að þessi efni eru ætandi og þarf varúð og kunnáttu til að umgangast þau, sérstaklega saltsýruna.

Framleiðsluferlið er í grófum dráttum eftirfarandi:

Gert er ráð fyrir að hráefnið sé laust við öll óhreinindi og að það sé frosið í 5-10 kg blokkum. Hráefnið (frosið eða hálfrosið) er hakkað eða skorið í þunnar skífur.

- 1) Gerð er ~0,5% lausn af NaOH (5-10L fyrir hvert kg hráefnis), lausnin svo kæld ef með þarf í 5-10°C.
- 2) Hakkað hráefnið sett út í og látið liggja í allt að 24 klst. og hrært í blöndunni. Þetta vinnsluprep miðar að því að fjarlægja önnur prótein en kollagen.
- 3) Lausnin síuð og skoluð með hreinu köldu vatni þar til hráefnið hefur náð sýrustiginu 7 (pH=7). Sían í þessu þrepi þarf ekki að vera mjög fín en þó það fín að ekki tapist mikið af því sem óleyst er.
- 4) Útbúin 1-2% sýrulausn, hér er lagt til að nota ediksýru, þar sem hún ekki eins vandmeðfarin og saltsýra. Miða skal við 5-10 lítra fyrir hvert kg hráefnis. Þessa lausn þarf líka að kæla niður í 5-10°C.
- 5) Hveljan úr þrepi 3 er leyst upp í sýrunni og hrært vel í 24 tíma. Á þessu vinnsluprepi leysist kollagenið upp í vökvanum en óleysanlegt efni verður eftir.
- 6) Lausnin er síuð og vökvinn tekinn frá. Salti (50-100g per líter) er bætt í hann og fellur kollagenið þá út og er síað frá.
- 7) Kollagenið er nú tilbúið til frekari hreinsunar, t.d. að ná saltinu burt, eða það má þurrka það með saltinu.

Ýmsar aðferðir má nota til að þurrka svo sem frostþurrkun, úðaþurrkun eða með vægum hita. Til að ná saltinu burt má leysa kollagenið aftur upp í daufri sýru og díalýsera eða himnusía.

Þetta kollagen hentar til frekari vinnslu (vatnsrofs) með ensímum til að framleiða kollagen peptíð en einnig má umbreyta því í gelatín ef verkast vill. Ef afuðin á að verða kollagen peptíð, er unnt að nota vatnsrofsensímin frammar í vinnsluferlinu.

Veiðar og vinnsla á dýrasvifi

Lagt er til að hefja veiðar og vinnslu á rauðátu og eða ljósátu. Sambærilegt verkefni er farið af stað í Vestmannaeyjum en það útilokar alls ekki að aðrir staðir fari í slíkt verkefni. Veiðar og vinnsla á rauðátu

hafa verið stundaðar í Noregi frá 2007 og þar var byrjað með að veiða um 100 tonn, nokkuð sem gæti verið viðmið hér.

Rauðáta er veidd í mjög fínriðið "troll", háfa eða sambærilegt veiðarfæri. Athuga þarf að hætta getur á meðafli sem huga þarf að og forðast. Afli er tekinn um borð þar sem hann er síaður og kældur eða frystur ef veitt er mikið magn.

Til vinnslu rauðátunnar þarf tvo til þrjú 500-1000 lítra tanka með hræri-, hitunar- og kælimöguleikum, til að leysa hráefnið upp. Það þarf dælur til að pumpa hráefni milli tanka og að síum. Það þarf síur og skilvindu(r). Framleiðsluferlið er í stórum dráttum eftirfarandi:

- 1) Hráefnið er hakkað og mulið og sett í tanka ásamt viðeigandi ensímum. Hrært í blöndunni til að fá góða upplausn.
- 2) Blandan er hituð til að stöðva ensímvirknina.
- 3) Blandan er síuð í gegnum fínt sigti til að skilja óuppleyst efni frá.
- 4) Vökvinn er keyrður í gegnum skilvindu, þar sem próteinfasinn er skilinn frá olíunni.
- 5) Olían er síðan hreinsuð, t.d. með kaldhreinsun. Mikilvægt er að hafa í huga að rauðátuolían getur verið viðkvæm fyrir oxun/þrúnun. Því ber að varast snertingu við málma svo sem kopar og járn, einnig útiloka súrefni, ljós og hita eins og mögulegt.

Olían er rík af astaxantíni og er seld sem fæðubótarefni og sem íblöndunarefni í snyrtivörur og eldisfóður. Reiknað hefur verið út að verð til framleiðanda geti verið á bilinu 50-150 þús. kr/kg olíu.

Olíuna má svo einnig vinna áfram og einangra úr henni astaxantínið.

Próteinið má einangra frá með þéttingu og þurrkun. Það gæti hentað í fóður.

Skelina má þurrka og nýta/selja til kítinframleiðslu.

Veiðar og vinnsla á marglyttum

Lagt er til að hefja tilraunaveiðar og vinnslu á bláglyttu (*Aurelia aurita*) eða sambærilegum tegundum. Marglyttur af öðrum tegundum hafa verið nýttar í SA-Asíu til matar í yfir 1000 ár. Marglyttur sjást of í miklu magni sérstaklega síðsumars og þá er líklega best að huga að söfnun. Það verður þó að hafa í huga að marglyttur geta safnað í sig eitrefnum, t.d. þörungaeitri og þarf að taka tillit til þess fyrir söfnun. Einnig er hugsanlegt að marglyttur safni í sig ör-plasti. Marglyttur eru sem fyrr sagði að mestu vatn (~95%) og restin prótein og mest af því kollagen.

Veiða má marglyttur í "troll" eða "nót" með viðeigandi möskvastærð.

Marglyttur eru næmar fyrir skemmdum og þarf að huga að því að koma í veg fyrir skemmdir t.d. með kælingu, frystingu, söltun eða þurrkun strax eftir veiðar.

Strax eftir veiðar skal aðskilja hveljuna frá meltingarfærum og öðrum innýflum og skola vandlega.

Þá er hveljan söltuð, 100g salt per 1kg hvelja. Til að vernda áferð og stilla pH (sýrustig) er alúmi (kalíum aluminium sulfat) blandað í saltið (styrkur 1-10%). Einnig má setja smávegis af lyftidufti í sama tilgangi. Þetta er geymt í kæli í tvær til þrjár vikur. Skipta má um salt/alum blöndu 2-3 sinnum á tímabilinu. Hveljan er svo þurrkuð frekar með loftþurrkun ef svo ber undir.

Þessa vöru þarf síðan að útvatna fyrir notkun en nota má marglyttuhveljur í margskonar rétti: það má nota hana sem snakk (bar-mat) í salöt og súpur. Fleiri hugmyndir má sjá í afrakstri GoJelly verkefnisins³⁴

Fisksósuframleiðsla (og bein)

Fisksósur eru vel þekktar um alla SA-Asíu og víðar, sérstaklega í heimkynnum fólks sem á uppruna sinn að rekja þangað. Fisksósur eru bæði notaðar sem kraftur (til að fá bragð) en einnig er litið á fisksósur sem próteingjafa enda innihalda þær að jafnaði 8-10% prótein. Hefðbundin framleiðsla á fisksósum byggir á að leggja miðlungsfeitun fisk í sterkan saltpækil í leirkrukkum þar sem fiskurinn leysist smám saman upp. Þessi ferill getur tekið allt að tveimur árum.

Hér er lagt til að framleiða fisksósur / kraft með ensímtækni og stytta þannig ferilinn verulega. Afurðin er gædd flestum þeim eiginleikum sem hefðbundnar sósur hafa, en þó ekki alla. Aðalmunurinn liggur í bragði þar sem hráefnið í hefðbundnu sósunum fer í gegnum mun flóknari efnaferla. Til að koma til móts við það, er lagt til að bæta afoxandi sykrum í blönduna og hita hana svo í framhaldinu til að ná fram meiri krafti og æskilegum lit.

Ferillinn er mjög einfaldur og ekki þarf mikinn eða flókinn búnað, en aðstaðan þarf að uppfylla kröfur um matvælaframleiðslu. Það þarf 30-100 lítra tanka (eða stærri) með hræribúnaði, dælubúnað og síur. Gott væri að hafa hakkavél en það veltur nokkuð á hráefninu og ástandi þess (frosið, uppþitt eða ófrosið). Einnig væri gott að hafa skilvindu eða fínt sigti.

Hráefni getur verið af ýmsum toga en mikilvægt að það innihaldi talsvert af próteinum. Það getur t.d. átt við afskurð, marning og beingarða. Það er í lagi að hráefnið innihaldi smá fitu en ef hráefnið er mjög feitt (>5%) þarf að varast óæskilega þránun og huga að aðskilnaði fitu- og vatnsfasa.

Framleiðsluferlið er í grófum dráttum eftirfarandi:

- 1) Hráefnið sett í tank og vatni bætt við, u.þ.b. 5 lítra fyrir hver 10 kg. Blandan hituð að 50-55°C, þ.e. að kjörhitastigi ensíma skv. leiðbeiningum frá framleiðanda þeirra.
- 2) Ensímunum, t.d. Protamex™ frá Novozymes DK, bætt út í. Fylgja skal ráðleggingum framleiðanda um styrk ensímblöndunnar (0,1-1,0%). Hrært er í blöndunni þar til hráefnið er vel leyst upp. Þetta vinnsluþrep á ekki að taka nema 60-120 mín.
- 3) Blandan er hituð upp í 90°C til að stöðva frekari virkni ensíma. Eftir þetta er allt óuppleyst efni (bein roð o.s.frv.) síað frá og blandan aftur sett í tank.
- 4) Glúkósa, xýlósa, ríbósa eða fruktósa (0,5-1,5%) bætt í blönduna og hún hituð upp í 85-95°C þar til æskilegum lit er náð, sem gæti tekið 90 til 180 mín. Það skal haft í huga að bragð og litur er talsvert breytilegur eftir því hvaða sykrutegund er notuð. Tími og hitastig hafa einnig áhrif á þetta. Blandan er því næst kæld og síðan sigtuð eða sett í skilvindu og þá ætti vökvinn að vera tær en dökkbrúnn að lit.
- 5) Vökvannum er pakkað t.d. í glerflöskur.

Hafi hráefnið verið beinagarður og eða hausar þá má líta á hreinsuðu beinin sem hráefni í t.d. kalk töflur eða sem hráefni í skrautmuni.

³⁴ Antonella Leone (2020): [European Jellyfish Cookbook](#). New perspectives on marine food resources. Cnr Edizioni, Róm 2020.

Prótein hydrólísöt

Aðferðina við framleiðslu á fisksósum með ensímum má nýta í ýmsar aðrar vörur svo sem í súpukraft, fæðubótarefni og dýrafóður.

Lagt er til að hefja framleiðslu á prótein hydrólísati sem selt væri sem “white label” vara í B2B (*business to business*), þ.e. sem íblöndunarefni í neysluvörur.

Ferillinn er sem fyrr frekar einfaldur og ekki þarf mikinn eða flókinn búnað, en aðstaðan þarf að uppfylla kröfur um matvælaframleiðslu. Það þarf 30-100 lítra tanka (eða stærri) með hræribúnaði, dælubúnað og síur. Gott væri að hafa hakkavél en það veltur nokkuð á hráefninu og ástandi þess (frosið, uppþitt eða ófrosið). Einnig væri gott að hafa skilvindu eða fínt sigti. Þá þarf búnað til að eima burt vatn og jafnvel þurrkara.

Hráefni getur verið af ýmsum toga en mikilvægt að það innihaldi talsvert af próteinum. Það getur t.d. átt við afskurð, marning og beingarða. Það er í lagi að hráefnið innihaldi smá fitu en ef hráefnið er mjög feitt (>5%) þarf að varast óæskilega þránun og huga að aðskilnaði fitu- og vatnsfasa.

Framleiðsluferlið er í grófum dráttum eftirfarandi:

1. Hráefnið er sett í tank og vatni bætt við u.þ.b. 1 lítra fyrir hver 10 kg. Blandan hituð að 50-55°C, þ.e. að kjörhitastigi ensíma skv. leiðbeiningum framleiðanda þeirra.
2. Ensímum, t.d. Protamex™ frá Novozymes DK, bætt út í. Fylgja skal ráðleggingum framleiðanda um styrk ensímböndunnar (0,1-1,0%). Hrært er í blöndunni þar til hráefnið er vel leyst upp. Þetta vinnsluþrep á ekki að taka nema 60-120 mín.
3. Blandan er hituð upp í 90°C til að stöðva frekari virkni ensíma. Eftir þetta er allt óuppleyst efni (bein roð o.s.frv.) síað frá og blandan sett í skilvindu til að skilja prótein fasann frá fitufasanum.
4. Próteinfasinn er settur í eimara og vatnið látið gufa upp þar til lausnin er orðin vel þykk.
5. Þennan massa má svo frysta eða kæla ef geymslutíminn er stuttur. Líka má þurrka í þurrkofni eða frostþurrka.
6. Fitufasinn er hreinsaður, t.d. með kaldhreinsun. Mikilvægt er að hafa í huga að sjávarolíur geta verið viðkvæmar fyrir oxun/þránun. Því ber að varast snertingu við málma svo sem kopar og járn, einnig útiloka súrefni, ljós og hita eins og mögulegt er.
7. Próteinmassanum pakkað í 1kg til 10kg ílát
8. Olíunni er pakkað í flöskur eða plastbrúsa.

Veiðar og vinnsla á háfiskum

Veiðar á háfi og hámeri hafa ekki verið stundaðar með markvissum hætti við Ísland í fjölda ára. Þessar tegundir veiðast sem meðafli í mismiklu magni við Ísland. Síðustu þrjú ár (2020-2023) veiddust um 10.000kg af hámeri og um 7.000kg af háfi³⁵.

Lagt er til að kannaðir verði möguleikar á því að veiða með markvissum hætti háfiska með nýtingu í huga. Háfiskar veiðast sem fyrr sagði sem meðafli og þá í net, línu og botnvörpu. Net og lína geta komið til greina sem tilraunaveiðarfæri. Þá væri einnig áhugavert að skoða möguleika þess að veiða háfiska

³⁵ [Fiskistofa, gagnasíður](#) – sótt í september 2023

á sjóstöng. Fiskurinn er blóðgaður og slægður og settur á ís. Í litlu magni eru veitingahús líklegustu kaupendurnir.

Hafa ber í huga að háfiskar eru víða ofveiddir m.a. vegna ugganna. Mikilvægt er að fara varlega af stað og líklega verður aldrei mikið veitt.

Veiðar og vinnsla á smokkfiski

Lagt er til að taka aftur upp veiðar á beitusmokka (*Todarodes sagittatus*) og vinna hann áfram til manneldis. Beitusmokkfiskur er m.a. nýttur til manneldis við Miðjarðarhafið. Einnig mætti athuga tilraunaveiðar á dílasmokkfiski (*Gonatus fabricii*) til frekari greiningar á nýtingarmöguleikum.

Beitusmokkur var veiddur með þar til gerðum önglum en dæmi eru um að hann sé veiddur í nót.

Eftir veiði þarf að hreinsa fiskinn, taka úr honum innfyli og hreinsa laust skinn, fjarlægja bletti og skola vel. Ef fiskurinn hefur bleksekk, má fjarlægja hann varlega og halda til haga. Blek(sekkur) getur verið markaðsvara en bleki eru tileinkaðir ýmsir lífvirkni eiginleikar. Ef geyma þarf fiskinn er nauðsynlegt að kæla hann, best með loftkælingu frekar en ís.

Ef fiskurinn er stór er lagt til að armarnir verði skornir frá og þeir seldir til þeirra sem gera djúpsteikta rétti. Búkin má selja beint (frosinn) eða skera hann í þunna strimla sem síðan má nýta í ýmsa rétti á svipaðan hátt og “calamari” við Miðjarðarhafið. Smærri fisk má frysta heilan, en nauðsynlegt er að hreinsa hann vel fyrst.

Afskurð og aðrar hliðarafurðir má meðhöndla með ensímum til framleiðslu á kollageni, próteinvökva og fisksósum (sjá fyrri umfjöllun).

Smokkfisk má líka sjóða niður og/eða marinera í ediksýru og kryddi.

Gæludýrafóðurgerð

Markaður fyrir gæludýrafóður er stór og gera neytendur talsverðar kröfur til vörunnar. Oft er þá leitað að sambærilegum eiginleikum eða gæðum og gert er við kaup á matvælum. Gæludýrafóðri má skipta í nokkra flokka en í megindráttum er fóðrið annarsvegar úr einu hráefni (t.d. roð og harðfiskur) eða samsett s.k. heilfóður með ýmsum aukefnum svo sem próteinum, vítamínum, steinefnum, omega-3, gelatíni o.s.frv. Þá er gæludýrafóður ýmist selt þurr eða blautt. Erlendis er til hugtakið “treat”, sem er nokkurs konar sælgæti eða smábitar, einkum ætlað hundum til að verðlauna þá við þjálfun.

Einfaldast er að byrja á þurrkuðu einþátta fóðri svo sem eins og roði. Roðið þarf að vera sæmilega hreint og laust við skemmdir. Roðið er annað hvort notað heilt eða það skorið í minni bita. Þá má forma roðið með ýmsu móti. Roðið er þurrkað í þurrkofni við frekar vægan hita (50-70°C) og með blæstri.

Prótein hydrólísöt og kollagen eru algeng hráefni í gæludýrafóðri en lýst er hér ofan hvernig mætti framleiða þau.

4: Tillaga um regnhlífarverkefni, samhæfing og samvinna milli aðila

Stefnumótun

Tillögur þær sem settar eru fram í kafla 3, kalla á talsverða fjárfestingu í tækjum, búnaði og þjálfun starfsmanna og ef hrinda á einni eða fleiri þeirra af stað, er mikilvægt að fyrir liggi stefna um forgangsröðun og útfærslu. Tillögurnar eru umfangsmeiri en rannsóknarverkefni þau sem studd eru af t.d. Tækniþróunarsjóði RANNÍS eða Matvælasjóði, en vissulega geta þeir nýst til að þróa ákveðna verkþætti í ofangreindum tillögum. Eins og tillögurnar bera með sér, þarf að útvega með einum eða öðrum hætti ýmis tæki og tól, en slíkt er ekki styrkt af ofangreindum sjóðum. Matvælaráðuneytið hefur vissulega sett fram matvælastefnu en hér er verið leggja til stefnumótun á mun þrengra sviði. Stefnumótunin yrði um nýsköpun í atvinnurekstri í smáum byggðarlögum. Hún þyrfti einnig að ná til ýmissa þátta sem styðja við þessa atvinnuuppbyggingu, svo sem rannsóknir á “gráa lífmassanum”, breytingar á lögum og eða reglugerðum varðandi veiðar og vinnslu nýrra tegunda. Þá þarf að skoða kosti og galla þess að setja upp eitt eða fleiri lífmassaver (*e. biorefinery*) og sameiginlega markaðsskrifstofu. Í stefnumótuninni þarf að huga að menntun og þjálfun starfsfólks í sérhæfðari hluta framleiðslunnar.

Rannsóknir á vannýttum lífmassa

Efla þarf rannsóknir á vannýttum lífmassa svo sem “gráa lífmassanum” í miðsævinu (sjá ofar) en sérstaklega á tegundum eins og smokkfiskum, marglyttum og háfiskum. Slíkar rannsóknir falla venjulega undir Hafrannsóknastofnun (Hafró) en ekkert mælir gegn því að slíkar rannsóknir séu stundaðar af öðrum, en væntanlega í samráði við Hafró. Rannsóknir á útbreiðslu grásleppu hafa, sem dæmi, verið framkvæmdar af BioPol ehf á Skagaströnd í samstarfi við Hafró.

Ýmiss lög og reglur til einföldunar

Hendur einstaklinga eru mjög bundnar hvað varðar veiðar á sjávarfangi sem ekki er innan kvótakerfisins. Hér þarf að opna fyrir að hægt sé að stunda tilraunaveiðar á sjávarfangi sem ekki er kvótasett. Hægt er að útfæra þetta með ýmsu móti og með takmörkunum til að forðast ofveiði og annan skaða sem hugsanlega gæti komið upp.

Tillögur þær sem settar eru fram ættu ekki að fela í sér framleiðslu á vörum sem falla undir “nýfæðisskilgreiningu”. Þó gæti ný notkun falið slíkt í sér. Hér þarf almennt að einfalda framkvæmd á skráningu.

Þá hefur þröng skilgreining MAST á slógi, þ.e.a.s. undanskilja meltingarveg án sýnilegs áhættumats, verulegar takmarkanir í för með sér. Hér þarf að breyta túlkun eða sýna með gögnum að nýting þessa hluta slógs hafi í för með sér aukna áhættu fyrir neytendur, umfram nýtingu á öðrum hlutum sama sjávarfangs.

Aflakaupabanki

Á árunum kringum 1990 var starfræktur svo kallaður aflakaupabanki hjá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Hlutverk hans var að kaupa (frosinn) meðafla af bátum á föstu verðlagi og reyna að koma honum í verð. Aflakaupabankinn var fjármagnaður með styrkjum og sölu afurða. Með þessu móti skapaðist tækifæri til að safna saman smáum slöttum í stærri einingar sem voru líklegri til að skapa hagkvæmni við úrvinnslu.

Lagt er til að aftur verði settur upp aflakaupabanki sem fengi fjármagn og aðstöðu til að kaupa, geyma og selja sjávarfang.

Markaðsmál-söluskrifstofa

Ljóst er að árangur verður ekki að framsettum tillögum nema það takist að selja afurðirnar á ásættanlegu verði. Ísland er líttill markaður og sumar tillögur eiga kannski ekki upp á pallborðið hjá Íslendingum þar sem oft er um nokkuð framandi vörur að ræða. Best væri þó að geta prófað vörurnar á Íslandi. Mikilvægt er að huga að markaði áður en farið er af stað með þessar hugmyndir, þannig að örugglega finnist kaupandi að vörinni. Það getur verið erfiðleikum um bundið fyrir smáa aðila að koma sér á framfæri og hér gæti stuðningur frá hagsmunaaðilum, Íslandsstofu og öðrum sambærilegum aðilum komið sér vel. Stórar matvælasýningar sérstaklega þær með sjávarfang gætu verið fýsilegur kostur, en hér þurfa nýsköpunarfyrirtæki styrki.

Þjálfun og námskeið

Tillögurnar í kafla 3 fela í sér framleiðslu sem er ekki verulega frábrugðin annarri matvælaframleiðslu, svo tækni-, verkfræði- og rekstrarkunnátta skila sér vel. Þó eru nokkrir þættir sem telja má frekar sérhæfða og þarfnast sérþekkingar sem nálgast má með þjálfun og námskeiðum.

Þjálfun getur farið fram í sambærilegri vinnslu, en oft bjóða tækja- og efnaframleiðendur slíka þjálfun.

Almennt námskeið til að auka frekar þekkingu og færni starfsmanna gæti litið út með eftirfarandi hætti:

1. Kynning á hráefni (lífmassa) sem hentar fyrir lífmassaver.
 - a. Aukaafurðir frá fiskveiðum
 - b. Ræktaður lífmassi.
 - c. Aðgengi, dreifing og magn
 - d. Efnafræðilegir eiginleikar.
2. Vinnsla á sjávarlífmassa í vel skilgreindar afurðir
 - a. Hönnun ferlisflæðis fyrir mismunandi gerðir hráefna og afurða.
 - b. Val á hentugum vinnsluefnum (sýrum, bösum, ensímum, örverum o.s.frv.).
 - c. Massa- og orku-jöfnur
 - d. Vöruflokkar / vörur
 - e. Kostnaður og tekjur.

3. Stór- og smápörungar
 - a. Ræktun og nýting.
4. Ensím í framleiðsluferlum
 - a. Iðnaðarensím og -örverur
 - b. Efnahvörf ensíma
 - c. Notkun ensíma og örvera.
5. Tækni til að einangra og geyma hráefni/vörur
 - a. Aðskilnaður: síun, skilvindur, útdráttur, eiming, þykking, uppgufun
 - b. Varðveisla: frysting, kæling og þurrkun.
6. Nýsköpun, markaðssetning, viðskiptalíkön og hugverkaréttur

Lífmassaver (biorefinery)

Lífmassaver er í grunninn aðstaða með setti af tækjum sem umbreyta lífmassa, aðskilja helstu efnisþætti hans, þétta og pakka í einingar sem eru annað hvort lokavaran eða hráefni til frekari vinnslu. Loðnubræðsla og mjólkurbú eru dæmi um lífmassaver þó hugtakið hafi ekki verið notað um þá framleiðslu. Í báðum dæmunum eru notaðir tankar sem má hita og kæla, tæki til að hakka/blanda, tæki sem hitar vöruna, pressur, skilvindur, síur, þurrkarar og pökkunarvélar o.s.frv.

Til að vinna kollagen úr grásleppuhvelju þarf í grundvallaratriðum sambærileg tæki og nefnd voru hér ofar. Það er því nokkuð ljóst að slíkur tækjabúnaður gæti nýst í mun fjölbreyttari framleiðslu.

#1: Það mætti vinna kollagen úr öðru hráefni líka t.d. marglyttum (vannýtt sjávarfang) svo ekki sé minnst á roð, skinn og bein.

#2: Það mætti vinna sjávarolíur í fæðubótarefni úr traustum, hrognum og rauðátu (hugsanlega vannýtt sjávarfang).

#3: Það mætti vinna (fjöl)-sykrur úr þangi og þörungum.

#4: Við þessa vinnslu verða einnig til hliðarstraumar svo sem prótein og olía eftir því hver aðalframleiðslan er. Þessa strauma mætti nýta í fóður eða fæðu.

#5: Það mætti vinna afurðir úr fiskislógi.

Þau dæmi sem voru nefnd í 1-5 eru til þess að gera einföld og lokafurðin oftast millihráefni í aðra framleiðslu nema kannski sumt sem færi í fóður.

Frekari vinnsla á afurðum úr 1-5 gæti t.d. verið glúkósamín-glykan úr hvelju, nokkuð sem BioPol ehf á Skagaströnd hefur áður reynt í litlum mæli. Einnig mætti vinna olíu úr hrognum og rauðátu og vinna astaxantín. Þá mætti hugsa sér að vinna karótenefni úr traustaolíum, en þau eru forverar A-vítamíns.

Ein aðalræðan um lífmassaver erlendis tengist framleiðslu á líf-eldsneyti úr plöntum, þó helst ekki matjurtum heldur trjákvoðu, þangi og smápörungum. Nýta þarf stofna sem framleiða olíu sem hentar til lífdísil framleiðslu. Þetta gæti skapað vistvænt eldsneyti úr vannýttu hráefni t.d. úr grásleppupróteini, trjákvoðu og þangextróktum.

Lífmassaver er því mjög áhugaverður kostur fyrir lítil samfélög. Benda má á að hugmyndir eru uppi um að byggja fullvinnsluver af þessum toga á Neskaupstað (uppsjávarfiskar) og hugsanlega í Stykkishólmi og/eða Reykhólum (þang).

Ljóst er að svona vinnsla kostar talsvert og kröfur til vinnsluumhverfis eru ekki minni en í matvælaframleiðslu. Því þarf að vanda til verks og skipuleggja verkefnið frá grunni m.a. með gerð viðskiptaáætlunar. Tryggja þarf hráefni og hafa góða hugmynd hvert skal stefna (hvað á að selja).

Það er hægt að byrja smátt ef varan er dýr og stækka við sig þegar reynsla er komin. Ef vel tekst til gæti svona vinnsla skapað fjölmörg störf þegar fram í sækir.

Lokaorð/samantekt

Skýrsla þessi fjallar um möguleika til nýsköpunar í atvinnurekstri á landsbyggðunum. Gerð hefur verið grein fyrir nokkrum fyrirtækjum og verkefnum á þessu sviði, sem skoða má sem fyrirmyndir. Gerð var ítarleg grein fyrir helstu hráefnum og nefnd dæmi um vörur sem vinna má úr þeim.

Skýrslan inniheldur tillögur um nokkur verkefni sem hægt væri að ráðast í, sum með litlum undirbúningi og önnur sem krefjast frekari undirbúnings. Sumar tillögurnar eru sára einfaldar og kannski settar fram til að sýna að það þarf ekki að vera flókið að koma sér af stað. Höfundar gera sér grein fyrir að ýmsar þær hugmyndir sem settar eru hér fram eru kannski þegar í framkvæmd en það hindrar ekki aðra að fara af stað, nema viðkomandi vara eða ferli sé einkaleyfisvarið.

Þá var að lokum bent á nokkra þætti sem þarf að bæta og tengjast rekstrarumhverfinu.

Þessi skýrsla undirstrikar, það sem sagt hefur verið áður um þennan málaflokk, að miklir möguleikar felast í nýsköpun og fullvinnslu sjávarfangs bæði þess sem aflað er og þess sem er ræktað.

Þessi skýrsla fer skrefinu lengra en margar slíkar með því að benda á og lýsa verkefnum sem ætla má að hrinda megi í framkvæmd víða um land.