

Etterbruk av rensefisk

Sluttrapport for prosjekt #900976



This page is intentionally left blank

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

**Rapporttittel / Report title**

Etterbruk av rensesk, Sluttrapport for prosjekt #900976

Forfatter(e) / Author(s)Ane Vigdisdatter Nytrø, Snorri Gunnarsson,
Bjørn Roth, Stig Fagerholt, Albert Imsland**Akvaplan-niva rapport nr / report no**

6837

Dato / Date

06.01.2015

Antall sider / No. of pages

29 + 0

Distribusjon / Distribution

Offentlig

Oppdragsgiver / ClientFHF –Fiskeri- og havbruksnæringens
forskningsfond**Oppdragsg. referanse / Client's reference**

900976

Sammendrag / Summary

Foreliggende rapport tar for seg en kunnskapsstatus av eksisterende- og potensielle marked for rensesk, samt en vurdering av muligheter for rensesk som matvare på det norske- og internasjonale markedet.

Bruken av rensesk som biologisk avluningsmetode har tatt seg kraftig opp i løpet av de siste årene, og både for villfanget- eller oppdrettet berggylt, samt oppdrettet juvenil rognkjeks sees det som sterkt hensiktsmessig å styrke det bærekraftige aspektet bruken av rensesk representerer. For at dette skal lykkes er det viktig å sørge for en helhetlig tilnærming, slik at rensesken også etter endt jobb som lusespiser kan utnyttes, enten som avlsfisk, matvare eller råstoff.

Dette forprosjektet har hatt som mål å skape og avdekke grunnlag for lønnsom utnyttelse av rensesk etter endt jobb som lusespiser i laks med merd, og hovedaktivitetene i prosjektet kan inndeles i to hovedområder: etablering av en kunnskapsoversikt over dagens utnyttelse og marked for de aktuelle artene, samt en vurdering av berggylt og rognkjeks som en verdiskapningsressurs gjennom potensielle bruksområder. Disse ble lagt som grunnlag for en videre anbefaling til videre satsning.

Kunnskap om kjente produkter, anvendelsesområder og potensielle markedsområder avslørte at i sær rognkjeksfileten anses å ha høy kvalitet og består av gunstige næringsstoffer. Rognkjeks i sær har potensiale som etterspurt vare på det asiatiske markedet. Motsatt trekkes det høye innholdet av brusk som dekker hode og kropp frem som negativt med tanke på konsum i sær i Norge, da fjerning av dette sees som tungvint og kostnadskrevende, dersom alternativet er salg av rund fisk til konsum i Kina. Berggylten finnes det ingen kommersielle marked for, og sensorisk vurdering av fileten ga lite mersmak. På en annen side lar leppefisken seg enklere fange ut av merden, og kan gjenbrukes som rensesk gjennom flere sesonger, og potensielt bli en viktig råvare for fremstilling av fiskemel.

Forprosjektet avdekket at utfordringene knyttet til etterbruk av berggylt og rognkjeks er svært forskjellige i karakter. Forskjellige strategier for etterbruk vil derfor være nødvendig.

Prosjektleder / Project manager

Kvalitetskontroll / Quality control

Forsideillustrasjon: Persillerotsuppe med røkt rognkjeks. Hentet fra Cunningham (2013).

© 2015 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	2
2. PROSJEKTETS MÅLSETNINGER.....	3
3. ORGANISERING OG FINANSIERING	3
4. PROSJEKTETS HOVEDAKTIVITETER	4
5. RENSEFISK SOM RESSURS: KARTLEGGING AV POTENSIELLE BRUKSOMRÅDER.....	5
5.1 Historisk utnyttelse av artene og eksisterende marked.....	5
5.1.1 Rognkjeks	5
5.1.2 Berggylt	7
5.2 Råstoff og næringssammensetning av rognkjeks	8
5.3 Potensielle bruksområder	9
5.3.1 Fiskemel og olje	9
5.3.2 Gelatin	10
5.3.3 Fiskeessens	11
5.3.4 Glykosaminoglykaner: Kondrotinsulfat, dermatansulfat og hyaluronsyre.....	11
5.3.5 Lim	11
6 UTVIKLING AV POTENSIELLE MATVARER FRA RENSEFISK.....	12
6.1 Gjennomføring	12
6.1.1 Prøvemateriale	12
6.1.2 Tilberedningsmetoder	13
6.2 Vurdering av egnethet som matvare og foretrukket tilberedningsmetode	14
6.2.1 Rognkjeks og rognkall.....	14
6.2.2 Berggylt	15
6.3 Andre observasjoner fra Gastronomisk Institutt:.....	16
7 MARKEDSUNDERSØKELSE FOR LITEN ROGNKJEKS.....	17
7.1 Innhenting av råstoff.....	17
7.2 Vurdering av lønnsomhet og markedspotensiale.....	18
7.3 Potensiell markedsstørrelse	19
8 GJENBRUK SOM STAMFISK.....	21
8.1 Rognkjeks	21
8.2 Berggylt	21
9 GJENBRUK SOM RENSEFISK	22
10 KONKLUSJON.....	23
11 ANBEFALING TIL VIDERE SATSNING	25
12 REFERANSER.....	26

1. Innledning

Bruken av rensefisk som biologisk våpen i kampen mot lakselus har vist seg å være et godt alternativ til kjemiske avlusningsmetoder. I stadig økende grad velger oppdrettere å sette ut rognkjeks og leppefisk i merd med laks for å forhindre lusepåslag, og i løpet av de siste fire årene har produksjonen av oppdrettet juvenil rognkjeks økt til over 4 millioner fisk, et tall som antas å dobles i løpet av de kommende årene. Leppefiskartene berggyllt, bergnebb, grønngyllt og gressgyllt som benyttes til avlusning er i hovedsak villfanget, men noe oppdrett av den største av de fire artene, berggyllten eksisterer. Fisket av leppefisk har fra 2006 til 2012 økt fra 1 til 14 millioner fisk, men disse denne raske utviklingen antas å stabilisere seg på sikt grunnet planlagte endringer i reguleringene for fisket (Fiskeridirektoratet, 2014b).

Rask vekst hos rognkjeks er en utfordring for oppdretteren. Med økende tilvekst øker fôrbehovet hos rognkjeks, og etter omkring 12 måneder i sjø har rognkjeks under gode forhold passert 400-600 g og nærmer seg kjønnsmodning. Berggyllten er derimot ikke like hurtigvoksende, og effektiviteten avhenger i større grad av størrelsen på laksen og sjøtemperatur.

*"All fisk skal bedøves og avlives forskriftsmessig, også **rensefisk**, småsei og annen "verdiløs" fisk som har ankommet slakteriet sammen med slaktefisken." Mattilsynet (2014a).*

Som et ledd i en helhetlig satsning på rensefisk er det avgjørende å finne nytte og verdi i rensefisken også etter endt fartstid som lusespiser. Bærekraft og ressursutnyttelse må bli viktige komponenter i biologisk avlusning, og i etterbruk av rensefisk ligger et betydelig uutnyttet potensial. På sikt vil etterbruk av rensefisk kunne bli et positivt økonomisk- og omdømmemessig viktig bidrag for norsk oppdrettsnæring,

Muligheter for etterbruk omfatter humant konsum, eller utnyttelse råstoffer for produksjon av fôr; som fiskemel eller fiskeolje.. Andre alternativer inkluderer utnyttelse som supplement til helsekost, farmasi eller som ingredienser til prosesseringsindustri. Felles for all utvikling av produkter fra restråstoff er at hovedmålet er å utvikle kommersielle produkter med markedsverdi som kan selges med fortjeneste.

2. Prosjektets målsetninger

Kunnskapen knyttet til leppefisk og rognkjeks i Norge er svært begrenset. Ettersom berggylten er den største av leppefiskartene, og er den eneste som det satses på i kommersiell oppdrett, sees det som mest hensiktsmessig å fokusere på berggylt og rognkjeks. Dette fordi oppdrettet rensefisk vil være mer forvaltningsmessig forsvarlig å benytte, og potensielt være tilgjengelig sesonguavhengig. Prosjektet har derfor valgt følgende fokusområder:

- Kartlegging av kommersiell utnyttelse av rognkjeks og berggylt.
- Kartlegging råstoffegenskaper hos rognkjeks.
- Kartlegging av potensiale av berggylt og rognkjeks som mat.
- Utvikling av potensielle matvarer av berggylt og rognkjeks.
- Identifisering av potensielle marked for berggylt og rognkjeks.
- Vurdering av potensiell etterbruk av rognkjeks og berggylt som rensefisk.
- Vurdering av potensielt etterbruk av rognkjeks og berggylt som avlsfisk i oppdrett.

Hovedmålsettingen for prosjektet har vært å utrede kjent kunnskap knyttet til etterbruk av artene og tilgjengeliggjøring av denne, samt vurdering av egnethet som ressurs som forskjellige produkt og markeder. To hovedmålsettinger for prosjektet ble derfor valgt:

- Etablering av en kunnskapsoversikt over dagens bruk og marked for artene.
- Vurdering av potensialet av berggylt og rognkjeks som en verdiskapningsressurs, og vurdering av potensielle bruksområder.

Resultatet fra dette forprosjektet vil i første omgang legge grunnlaget for en anbefaling til videre satsning og eventuelle hovedprosjekt, dersom resultatene fra forprosjektet gir grunnlag for å anta at det finnes en utnyttet ressurs i etterbruk av berggylt og rognkjeks.

3. Organisering og finansiering

Prosjektet har vært gjennomført med utgangspunkt i en tverrfaglig prosjektgruppe, bestående av deltakere fra Gastronomisk Institutt, Nofima og Akvaplan-niva. Akvaplan-niva har hatt rolle som prosjektleder, og prosjektgruppen har hatt følgende sammensetning:

Albert K. Imslund	Forsker, Akvaplan-niva, Reykjavik
Ane V. Nytrø	Rådgiver, Akvaplan-niva, Tromsø
Snorri Gunnarsson	Forsker, Akvaplan-niva, Reykjavik
Bjørn Roth	Forsker, Nofima, Stavanger
Stig Fagerholt	Kokk, Gastronomisk Institutt, Stavanger

Prosjektet har hatt en kostnadsramme på kr. 350 000. Finansieringen er et samarbeid mellom FHF og Akvaplan-niva.

4. Prosjektets hovedaktiviteter

Prosjektets hovedaktiviteter kan deles inn i to hovedområder, hvorav det ene tar for seg en kunnskapsoversikt og det andre tar for seg potensialet av rensefisk som verdiskapningsressurs. Hovedaktivitetene er inndelt i fire arbeidspakker. Disse er i hovedsak gjennomført i samsvar med prosjektbeskrivelsen som lå til grunn for prosjektet.

Arbeidspakke 1: *Kunnskapsstatus: tilgjengelig litteratur og informasjon om etterbruk av rensefisk*

- Gjennomført i tråd med planen, men svært lite tilgjengelig litteratur relatert til berggylt.

Arbeidspakke 2: *Rensefisk som matvare på det norske eller internasjonale markedet: utvikling av matretter og evaluering av smakspanel*

- Gjennomført i tråd med planen. Her ble det gjennomført en sensorisk smaksundersøkelse i samarbeid med Gastronomisk Institutt.

Arbeidspakke 3: *Markedsmuligheter for rensefisk og lønnsomhet:*

3.1 *En undersøkelse av potensialet for salg og eksport av liten rognkjeks og berggylt som råvare*

- Prosjektet valgte her å fokusere på rognkjeks som råvare, da lite informasjon finnes om berggyltens produktegenskaper og den sensoriske undersøkelsen av berggyltens potensiale som matvare tilsa at konsum av berggylt ikke burde prioriteres.

3.2 *Vurdering av lønnsomhet ved salg og utnyttelse av rensefisk som råvare/matvare.*

- Gjennomført i tråd med planen, men vurdering av lønnsomhet ved eksport ble kun gjennomført hos rognkjeks, da relevant informasjon ikke eksisterer for leppefisk. Planlagt eksport ble nedskalert til presentasjon av produkter for mulige kunder i det Kinesiske markedet i form av materiell og kvalitetsvurderinger gjort hos samarbeidende lakseoppdrettere. Mulige produkt ble evaluert med potensielle kunder ved fiskerimessen i Qingdao 2014.

Arbeidspakke 4: *Prosjektkoordinering og –formidling*

- Gjennomført i tråd med planen.

I løpet av prosjektperioden har det også vært gjennomført møter og samtaler med flere relevante bedrifter og miljøer, blant annet Norges Sjømatråd, Norges Råfisklag, Nordlaks Oppdrett, Ellingsen Oppdrett, IceNor, Reykjavik Seafoods med fler.

5. Rensefisk som ressurs: Kartlegging av potensielle bruksområder

5.1 Historisk utnyttelse av artene og eksisterende marked

5.1.1 Rognkjeks

Island har historisk vært en av de største aktørene i rognkjeksrognfisket, sammen med Færøyene, Norge og Grønland. Fiskeriet har hovedsakelig basert seg på rogn, skrotten har tradisjonelt sett blitt kastet over bord, mens rogn har blitt lagt på tønner om bord i fartøyene. På Island alene ble 3000 tonn skrotter kastet på sjøen i 2008 (Ólafsson, et al., 2009a), som tilsvarer 1700 tonn med hoder og hvelja, samt 1100 tonn rognkjeksfilet, tilsvarende potensielt 76 tonn rent protein og 22 tonn fett. (Ólafsson, et al., 2009b).

Fra og med 2011 måtte det Islandske fiskeriet belage seg på en kraftig omstilling da det Islandske fiskeridirektoratet påla krav om landing av all rognkjeks, grunnet økte krav til bærekraft for å imøtekomme MSC-sertifiseringskrav (Reykadal, et al., 2012). Dette førte til et akutt behov for å utrede potensialet til bruk av skrotter av utgytt rognkjeks til andre formål, sammen en vurdering av potensiell lønnsomhet i andre marked. Gjennom systematisk arbeid mot de asiatiske markedene ble det i 2013 eksportert om lag 1100 tonn rognkjeksskrotter til Hong Kong, Kina og andre asiatiske marked til konsum i restaurantsegmentet, solgt som "Sjøpølsefisk". Dette tilsvarte om lag 300 millioner IKR i 2013, om lag 19 millioner norske kroner, og markedsverdien av rognkjeks i det kinesiske markedet er økende (Mátis, 2012).

Historisk har rognkjeks hatt liten økonomisk verdi i Norge. Det norske fisket etter rognkjeks er vært regulert i 27 år. Kunnskapen om bestandsstørrelser er fortsatt begrenset, men biomassen av gytemoden fisk i Barentshavet antas å være maksimalt 278 00 tonn (Durif, 2014). I 2014 ble det fisket totalt 14 tonn rognkjeksrogn av 10 fartøy på landsbasis, med en verdi på om lag 450 000 kroner (Fiskeridirektoratet, 2014a), mot 368 deltagende fartøy og en totalfangst på 690 tonn fersk rårogn i 2008 (Fiskeridirektoratet, 2013). Den kraftige nedgangen i det norske fisket skyldes dårlig tilgjengelighet av rognkjeks, samt prioritering av torskefiske og i de siste årene redusert etterspørsel som følge av manglede MSC-miljøsertifisering (Marine Stewardship Council) (Fiskeridirektoratet, 2013).

Rognkjeks er i liten grad en kjent matfisk, men i andre europeiske land, og Island i sær, eksisterer et svært begrenset tradisjonelt konsum av røkt, saltet eller tørket rognkjeks og – kall og om lag 5000 tonn konsumeres årlig (Sveinsdóttir, et al., 2011). Noe konsum eksisterer også i sørlige deler av Grønland (Olsvig og Mosbech, 2003), samt nordlige deler av Tyskland og Danmark. På grunn av kraftige reduksjoner i fisket etter rognkjeksrogn i disse landene, har også tradisjonen for å spise rognkjeks blitt redusert. Det tradisjonelle fiskeriet etter rognkjeks i Danmark har så godt så opphørt (Hoffmann, 2005), og fangsten i grønlandske farvann varierte frem til 2003 mellom 250 og 600 tonn årlig (Olsvig og Mosbech, 2003).



Håndsløying av kjønnsmoden rognkjeks (Þórðarson og Torfason, 2011) og rognkjeks på kinesisk vis (Þórðarson og Torfason, 2011)

Omstillingen av fiskeriet ble tatt godt i mot de fleste steder, da salg av skrotten ble en tillegsinntekt til rognen som fisket i hovedsak baserte seg på og har bidratt til å skaffe flere arbeidsplasser langs kysten.

Lav etterspørsel som følge av manglende Marine Stewardship Council (MSC) – sertifisering har også hatt en negativ påvirkning på etterspørselen av rognkjeksrogn og det norske rognkjeksfisket. Det antas at i løpet av kommende år vil krav om MSC-sertifisering også bli gjeldende for Norge, noe som vil kunne føre til økte landinger av hele rognkjeksskrotter fra dette fisket, og økt fokus på etterbruk. Dette markedet vil kunne ha potensiale til å utvikles parallelt med en eventuell satsning på liten rognkjeks.



Syltet rognkall på dansk maner (Ørsted, 2008).

5.1.2 Berggylt

Berggylden har tidligere vært fisket som matfisk i Irland, Skottland og på orkenøyene, men er i dag lite ettertraktet som matfisk (Sweetser, 2009). I Irland har konsumet av leppefisk har vært svært lokalt, begrenset til vestkysten i form av en tradisjonell rett av saltet berggylt: Ballach bui (Hosking, 2006). I Norge fiskes- og spises arten mest som en kuriositet, men er kanskje best kjent for de fleste som agnfisk.

Konsum og fiske av leppefisk har tradisjonelt ingen sterk tradisjon i temporale strøk, men noe fritidsfiske av berggylt og blåstål (*Labrus mixtus*) har eksistert (Darwall, et al., 1992). I norske farvann har fiskeriet begrenset seg til fiske av berggylt, grønngyldt, grasgyldt og bergnebb til bruk som avlusere i fiskeoppdrett de siste årene.

I dag finnes over 400 arter av leppefisk, hvorav den største andelen oppholder seg i varme og tropiske strøk. Flere av artene benyttes som matfisk, og enkelte arter som California sheppshead wrasse, *Semicossyphus pulcher*, Napoleonsfisken *Cheilinus undulatus* og Tautog *Tautoga onitis* er under overvåkning på grunn av overfiske (Chan, 2001).

Napoleonsfisken, den største av artene, er regnet som en delikatesse i sør-øst Asia og Kina. Den enorme etterspørselen har gjort arten truet og innført et behov for totalforbud for fiskeri i enkelte områder (Sadovy, et al., 2003). Andre tropiske arter leppefisk, eksempelvis *Cheilinus chlorouru*, selges levende på markeder i Hong Kong, hvor den dampes og spises hel. Leppefisken Tautog (*Tautoga onitis*) fiskes på vestkysten av USA (Green, 2007), og har tidligere vært utsatt for overfiske på grunn av stor popularitet innen sportsfiske og sin lange naturlig levetid, opp til 30 år. Arten er av betydelig kommersiell verdi og ble tidligere fisket med trål, garn og ruser (ASMFC, 2002). Tautog har også vært forsøkt oppdrettet til konsum på grunn av nedgangen i lokale bestander (Perry, et al., 1998).

Berggylden er den største av rensefiskartene som i dag benyttes i norsk opprett, og har vært fisket som matfisk i Norge på tross av sitt rykte som ufisk. Arten har spisse ben som er lette å stikke seg på, men filetering gir fine skinn- og beinfrie fileter. Filetfargen er fra lysegul til grå- og grønnlig, og en undersøkelse gjort i 2005 av Norsk Sjømatsenter anbefalte lagring av fisken et døgn før konsum for å unngå at fisken faller fra hverandre under steking (Norsk Sjømatsenter, 2005).

I Norsk Sjømatsenters prosjekt LUR (Lite Utnyttede Ressurser) tok man for seg potensialet for berggyldt som matfisk. Berggylden ble da vurdert som en fisk med mild smak og god kjøttfasthet, og ble ansett som en god suppefisk, steke- og farsefisk (Kvenseth og Mortensen, 2005). Arten er også beskrevet som en velegnet matfisk i boken "Sjømat fra fjæra" (Mortensen, et al., 2004) og i NRKs artikkelserie "Havforskerens sjømat" (Andersen, 2014).

Ingen informasjon om kjemisk sammensetning eller kjent etterbruk av leppefisk er tilgjengelig. Studier av næringsinnhold i andre leppefiskarter i tropiske strøk eksisterer for arter som Napoleonsfisken (OU og LI, 2010), grey wrasse (*Symphodus cinereus*) (Prato og Biandolino, 2012), og flere av de europeiske leppefiskartene, deriblant *Crenilabrus mediterraneus*, *crenilabrus melops*, *labrus viridis* og *tautoga ontis* er karakterisert som mager fisk (Yeannes og Almandos, 2003), med lipidinnhold på 4.5% av våtvekt for arter som grey wrasse (Prato og Biandolino, 2012).

5.2 Råstoff og nærings sammensetning av rognkjeks

Flere studier har tatt for seg næringsinnhold og egenskaper for forskjellige organpakker fra rognkjeks. Det tykke, brusklignende vevet som dekker hele kroppen og rognkjeksens hode, på islandsk "hvelja", fremstår som hovedutfordringen når det kommer til ressursutnyttelse av rognkjeks, og utgjør opptil 55 % av rognkjeksens kroppsmasse (Se tabell 1).

Tabell 1. Uthevede verdier inkluderer filet og innvoller, *inkludert gonader. Kilder: Lokaltet 1 Reykdal, et al. (2012), lokalitet 2-6 Ólafsson, et al. (2009b), lokalitet 5-8 Petursson og Jonsson (1973). n = 7- 20 for rognkall, n = 20-200 for rognkjeks avhengig av lokalitet.

Kjønn	Lokalitet	Våtvekt (g)	Filet og ryggrad (%)	Gonader (%)	Hvelja og hode (%)	Lever (%)	Innvoller (%)	Totalt
Rognkjeks	1	2750	18,5 %	27,7 %	37,1 %	3,2 %	5,4 %	91,9 %
Rognkjeks	5	3144	20,4 %	22,6 %	42,8 %	3,0 %	5,9 %	94,6 %
Rognkjeks	6	3149	20,1 %	27,1 %	40,9 %	2,8 %	4,2 %	95,1 %
Rognkall	7	1692	29,5 %		51,9 %	4,1 %	12,1%*	97,6 %
Rognkall	8	941	28,1 %		54,7 %	5,1 %	9,5%*	97,4 %
Rognkall	2	1109		6,3 %	81,0 %	2,6 %		89,9 %
Rognkall	3	1095		3,7 %	83,4 %	3,2 %		90,3 %
Rognkall	4	1136		5,2 %	85,1 %	3,9 %		94,2 %

For kjønnsmoden rognkjeks er det observert betraktelige sesongavhengige endringer i vann- og lipidinnhold, antageligvis på grunn av endringer knyttet til gonadeutvikling og kjønnsmodning (Paradis, et al., 1975; Reykdal, et al., 2012). Paradis, 1975 og Ólafsson, et al. (2009b) fant at fettinnholdet varierer betraktelig 0.6-6.0% hos gytemoden rognkjeks og >10% hos rognkall. Dette sees i sammenheng med rognkjeksens rognproduksjon, hvor hunnfisken henter lipider fra lever og muskelvev til oppbygning av gonader. På grunn av dette antas det at juvenil rognkjeks vil ha lignende fordeling av fettinnhold som rognkall. Leverstørrelse har vist seg å variere mellom lokaliteter (Ólafsson H., 2008)

Mineraler og sporstoffer

Næringsinnhold av forskjellige organpakker har tidligere vært undersøkt i sammenheng med studier gjennomført av den islandske forskningsbedriften, Mátis. Målinger av protein, lipid aske og vann, samt mineraler, sporstoffer og miljøstoffer vises i tabellen under. Vanninnhold i prøver ble vurdert ut i fra tørking (ISO 1999), og proteininnhold ble beregnet ut i fra nitrogeninnhold (ISO 2005). Fett ble ekstrahert ved hjelp av Soxhlet-metoden, og innhold av mineraler- og sporstoffer ble beregnet gjennom ICP-spektrometri (Reykdal, et al., 2012).

Tabell 2. Kjemisk sammensetning av henholdsvis rognkjeksfilet, rognkjekshvelja og rognkjekslever (Reykdal, et al., 2012).

	Antall	Protein (g)	Fett (g)	Aske (g)	Vann (g)
Rognkjeksfilet	n = 50	8.2 ± 0.6	13.3 ± 3.5	0.9 ± 0.1	77.6 ± 4.2
Rognkjekshvelja	n = 50	13.5 ± 3.2	0.8 ± 0.6	1.0 ± 0.1	82.6 ± 3.4
Rognkjekslever	n = 20	9.8	22.1	1.3	66.3
	Antall	Natrium (mg)	Magnesium (mg)	Fosfor (mg)	Kalium (mg)
Rognkjeksfilet	n = 50	205.0 ± 19.0	12.0 ± 1.4	110.0 ± 7.0	174.0 ± 14.0
Rognkjekshvelja	n = 50	223.0 ± 19.0	13.0 ± 5.0	77.0 ± 27.0	85.0 ± 22.0
Rognkjekslever	n = 20	196.0	21.0	252.0	243.0
	Antall	Jern (mg)	Kobber (mg)	Sink (mg)	Selen (µg)
Rognkjeksfilet	n = 50	0.25 ± 0.03	0.021 ± 0.003	0.30 ± 0.03	12.1 ± 1.0

Rognkjeksfileter har betraktelig høyere innhold av natrium i fileten enn hva som er vanlig for andre marine arter, mens innholdet av kalium og fosfor er verdiene motsatte. Det er ikke funnet noen målbare verdier av tungmetaller (bly, kadmium, kvikksølv) i prøver fra rognkjeks (Ólafsson H., 2008). Rognkjeks inneholder ikke anti-freeze proteiner (King, et al., 1989).

5.3 Potensielle bruksområder

5.3.1 Fiskemel og olje

Hvelja inneholder en høy grad av kollagen, og er derfor lite egnet som kilde til protein i form av fiskemel (Reykdal, et al., 2012). Utbyttet av olje og tørrstoff fra hvelja er svært begrenset ved kommersiell fremstilling, men er ernæringsmessig svært likt tilsvarende produkter fra andre fiskearter (Paradis, et al., 1975). Rognkallen inneholder en svært moderat mengde fett totalt (<4%), på tross av høyt fettinnhold i fileten (<15%) (Paradis, et al., 1975). Dette gjør hele skrotter av juvenil rognkjeks lite egnet for prosessering til fiskemel eller olje. Frysetørring av hvelja har også vist seg å være lite egnet for videre bearbeiding til bruk som råstoff til fiskemel (Reykdal, et al., 2012).

Lipidsammensetningen i fiskeolje utvunnet fra rognkjeks består av triglyserider, steroler og polare lipider, men også sterylestere og frie fettsyrer ble funnet i hode, lever og skinn. Lipid- og fettsyresammensetning tilsvarer verdier vanlige for annen marin fisk (Paradis, et al., 1975).

5.3.2 Gelatin

Gelatin fremstilles i dag i hovedsak fra ben fra gris av storfe. Gelatin fremstilt fra kollagen fra fiskearter har på grunn av aminosyresammensetning generelt lavere smeltepunkt enn gelatin fra pattedyr, noe som gjør den mindre egnet for bruk i næringsmiddel-, farmasi- og kosmetikkindustri (Bae, et al., 2008). Gelatin produsert fra kaldtvannsfisk har konsentrasjoner av aminosyrene hydroksyprolin og prolin som senker smeltepunktet og fører til at gelatin utvunnet fra kaldtvannsfisk kun er egnet til bruk i drikke- eller frossenvarer (Gudmundsson, 2002). Prismessig antas gelatin fra fisk å være mindre kostnadseffektivt å fremstille enn fra storfe og svin (Ólafsson, et al., 2010).

Forsøk av utvinning av gelatin fra rognkjekshvelja har vært gjennomført i flere studier (Paradis, et al., 1975; Martinsdóttir, 1978; Ólafsson, et al., 2009a), med varierende hell. I 2009-2010 ble en studie gjennomført av BioPol samarbeid med Universitetet i Akureyri og Seanergy, en kollagenfabrikk på Færøylene. Ólafsson, et al. (2010) utforsket utvinningsmetoder som inkluderte utvinning av gelatin ved bruk av lut- og saltsyrebaserete løsninger før filtrering, hydrolyse og nanofiltrering. Sluttproduktet spraytørket før kvalitetsvurdering.

Det totale gelatinutbyttet fra 1700 kg rognkjeksskrotter var omkring 3 % av totalvekten, noe som er betraktelig dårligere enn estimat fra lab-undersøkelser i liten skala (4.5-5 %) gjennomført i samme studie (Ólafsson, et al., 2010). I likhet med resultatene fra BioPols undersøkelser fant Martinsdóttir (1978) tilsvarende utfordringer med renhetsgrad og utbytte av hvelja som råmateriale til gelatin (1.4 %). I en studie gjort av Osborne, et al. (1990) oppnådde man derimot 14.3 % utbytte ved bruk av rognkjekshvelja som råmateriale.

Rognkjeksgelatin smelter etter 15 minutter i romtemperatur, og resultatene fra kvalitetsanalyser av rognkjeksgelatin er av lavere kvalitet enn tilsvarende produkter fra andre fiskearter på grunn av høy viskositet og en opak og lite tiltalende farge (Ólafsson, et al., 2009b). Hovedutfordringene virker å være knyttet til tilstrekkelig rengjøring av hvelja og at tilgjengelige utvinningsmetoder ikke fjerner en tilstrekkelig grad av fiskeproteiner (Ólafsson, et al., 2010).

Ólafsson, et al. (2009b) konkluderte med at bearbeidingsprosessen for hvelja før gelatinproduksjon bør forbedres, og en videre utredning for tilpasning av enzymer brukt under hydrolysen bør gjennomføres. Dette, sammen med tilpasning av temperatur ved utvinning vil kunne bidra til bedre kontroll av viskositet og smeltepunkt. Et annet ankepunkt er behovet for fremstilling av bedre prosesseringsmetoder for rognkjeks: maskinell håndtering eksisterer per dags dato ikke, og kvaliteten på produkter fra håndsløyning er ikke tilstrekkelig for videre utvinning av kollagen (Ólafsson, et al., 2010).

Per dags dato er utvikling av kollagenprodukter fra fiskeråstoff bl.a. til bruk i kosmetiske produkter et aktivt forskningsområde på Island.



Frysetørket og utvannet gelatinpulver utvunnet rognkjekshvelja (Ólafsson, et al., 2009b).

5.3.3 Fiskeessens

Rognkjeksens egnethet som smaksstoff ble utredet av Ólafsson, et al. (2009b). Undersøkelsen tok for seg enzymatisk nedbrytning av råstoffet før videre inndamping og salting, med gode resultater, på tross av noen utfordringer rundt ekstraksjon av fett fra væsken. Sluttproduktet hadde en nøytral og søtlig fiskesmak, og rognkjeks ansees å være velegnet for utvikling av fiskeessens etter vurdering på det islandske og amerikanske markedet.

5.3.4 Glykosaminoglykaner: Kondrotinsulfat, dermatansulfat og hyaluronsyre

Benjamin (1988) undersøkte histokjemiske komponenter i rognkjekshvelja og konstaterte høy tilstedeværelse av kollagen i hvelja. I en studie av Panagos, et al. (2014) ble hvelja utredet som mulig kilde til glykosaminoglykaner. Glykosaminoglykaner (GAGs) er store, hydrofile uforgrenede polysakkarider, med stor evne til å binde vann og proteiner, og finnes i bindevev. Enkelte GAGs har antikoagulerende og anti-flammatoriske egenskaper, som heparin og kondrotinsulfat, hvor sistnevnte spiller en stor rolle i behandling av brusks- og leddskader (Iovu, et al., 2008). Per dags dato utvinnes kondrotinsulfat fra haibrusk eller bindevev fra luftrøret i gris eller storfe (Cimini, et al., 2012). Hyaluronsyre ble tidligere produsert fra bindevev i hanekammer og navlestrenger (Rosa, et al., 2012), men fremstilles i dag ved bruk av fermenteringsteknologi (Liu, et al., 2011). Hyaluronsyre er en viktig bestanddel av grunnsubstansen i bindevev, og brukes til behandling av leddslitasje og hudskader (Voigt og Driver, 2012).

Panagos, et al. (2014) fant at rognkjekshvelja har et høyt innhold av hyaluronsyre og kondrotinsulfat, 1000-2000 mg per 100 g tørrstoff, tilsvarende innholdet i haibrusk, og konstaterte at hveljaens egenskaper gjorde ekstrahering av glykosaminoglykaner enklere enn i fra bindevev fra andre fiskearter. Det antas at årsaken til dette høye innholdet av GAGs sees i sammenheng med hveljaens vannbindende evne og tilsvarende oppdrift. Det ble ikke observert anti-inflammatoriske egenskaper i kondrotinsulfat eller dermatinsulfat ekstrahert fra rognkjeks.

5.3.5 Lim

I sammenheng med en studie gjennomført av Paradis, et al. (1975) ble mulighetene for bruk av rognkjekshvelja til lim utredet. Produktet var tilfredsstillende, men utbyttet tilsa at selv ved produksjon i kommersiell skala ville ikke en slik utnyttelse av hvelja være lønnsom.

6 Utvikling av potensielle matvarer fra renseskjell

Prosjektrapport fra utprøving av tilberedningsmetoder og sensorisk test av potensielle matvarer fra berggylt, rognkjeks og rognkall filet. Gjennomført av Nofima i samarbeid med Gastronomisk Institutt.

6.1 Gjennomføring

6.1.1 Prøvemateriale

Gastronomisk institutt anskaffet to arter renseskjell; berggylt og rognkjeks. Både rognkall og –kjeks ble vurdert. Fisken hadde en størrelse på 3-4 kg. Berggylten var villfanget i Kristiansandsområdet og ble levert 1-2 døgn etter fangst (leverandør: Domstein). Fiskeråstoffet ble frosset inn rett etter mottak, da det av tidsmessige årsaker ikke kunne testes umiddelbart etter ankomst Stavanger.



Rognkjeks og fileter av berggylt. Foto: Gastronomisk Institutt

6.1.1.1 Sensorisk kvalitetsvurdering

Til å vurdere egnetheten til de ulike tilberedningsmetodene, ble det tatt utgangspunkt i en beskrivende test. Denne testen har en innledende fase hvor en skal definere de ulike egenskapene som kan forekomme i et produkt. Produktet vurderes med hensyn til utseende, lukt, smak og tekstur. Vurderingen foregår ved fri assosiasjon gjennomført av et trent smakspanel.

Smakspanelet ved Nofima deltok med 6 dommere i vurderingen av de ulike tilberedningsmetodene. I tillegg til å vurdere de spesifikke egenskapene i produktene, først på egenhånd og deretter i plenum, ble panelet bedt om å vurdere disse i forhold til egne preferanser, samt komme med forslag til forbedringer.

Smakspanelet fikk opplyst hvilken tilberedningsmetode som var benyttet, og evt. smakstilsetninger, før produktet ble vurdert. Først ble tilberedningsmetodene på rognkjeks/-kall vurdert og deretter berggylt. For hver metode, ble først egenskaper og egnethet vurdert individuelt av hver enkelt dommer og deretter diskutert i plenum. Her ble også kokkens erfaringer og vurderinger under tilberedning tatt med i diskusjonen.

6.1.2 Tilberedningsmetoder

Tilberedning av fiskeråstoffet ble gjennomført av Gastronomisk Institutt.

Følgende tilberedningsmetoder inngikk i denne testen:

Rognkjeks/-kall	Berggylt
1. Rå (sashimi): kuttet i tynne skiver	1. Rå (sashimi): kuttet i tynne skiver
2. Sous vide naturell/posjert: 58°C i 12min	2. Sous vide naturell/posjert: 58°C i 12min
3. Sous vide naturell/posjert: 47°C i 12min	3. Sous vide naturell/posjert: 47°C i 12min
4. Sous vide, sukker/saltet (60/40), posjert: på 58°C og 47°C, begge 12min	4. Sous vide, lettsaltet: 35°C i 12min
5. Bakt i ovn: 150°C i 6min	5. Steikt på panne med skinn
6. Grillet: 1cm tykke skiver, 1-2 min på hver side	6. Steikt på panne uten skinn
7. Stekt på panne: litt olje i pannen, stekt gylden på hver side.	7. Grillet: 1cm tykke skiver, 1-2 min på hver side
8. Fritert: panert i mel, egg og pancomel. Fritert på 170-180°C i 4min	8. Bakt i ovn: 140°C i 6min
9. Gravet: 60% salt, 40% sukker. Dekket over og latt ligge i 10-12 timer	9. Posjert i Tom-Yum suppe: 60-70°C i 2-3min
	10. Fritert: panert i mel, egg og pancomel. Fritert på 170-180°C i 4min



Posjert, grillet og fritert rognkjeksfilet. Foto: Gastronomisk Institutt

6.2 Vurdering av egnethet som matvare og foretrukket tilberedningsmetode

6.2.1 Rognkjeks og rognkall

Generelt en fisk med en veldig mild, avrundet smak, ikke særlig utpreget.

Rognkjeks ble vurdert som feitere, mer olje-/smøraktig enn rognkallen, både innen lukt, smak og konsistens, og hadde mindre utpreget saltsmak enn rognkallen. Rognkallen hadde mer utpreget saltsmak enn rognkjeks.

Fargen på rognkallfileten utpreget seg med blågrønt skjær. Det var delte meninger om hvor delikat dette ble oppfattet.

6.2.1.1 Vurdering av tilberedningsmetode:

Rå (sashimi):

- Mild, lite smak, men noe seig. Saftig.
- Tynnere skiver ble noe mindre seige, sprøere konsistens.

Koking/posjering/ovnsbaking:

- Konsistens nesten tilsvarende kamskjell. Jobbet videre med sukker/saltbalansen for få fram mer av den søtlige smaken.
- Rognkjeks ble oppfattet som mørere/bløtere enn rognkallen som hadde litt mer tyggemotstand.

Steiking/grilling/fritering:

- Rognkjeks ble oppfattet som noe seigere i konsistensen enn rognkallen.
- Den feite, smøraktige smaken til rognkjeks ble redusert noe ved steiking/grilling

6.2.1.2 Konklusjon av sensorisk test:

- Steiking eller grilling ga det mest positive smaksbildet på både rognkjeks og – kall.
- Fritering maskerte mye av fiskesmaken, og det ble et veldig saftig produkt til å være fritert.
- Ovnsmotbaking ble vurdert som den mest egnede tilberedningsmetoden av de kokte/posjerte variantene.

6.2.2 Berggylt

Generelt en fisk med lite lukt og smak, men hadde en veldig utpreget bitter ettersmak. Korte, små muskelfibre.

6.2.2.1 Vurdering av tilberedningsmetode:

Rå (sashimi):

- Lite lukt og smak, men veldig bitter ettersmak. Små, korte fibre. Litt seig.

Koking/posjering/ovnsbaking:

- Gammel, emmen, syrlig lukt.
- Veldig utpreget bitter ettersmak.
- Bløt, oppløst konsistens.
- Lukten blir mildere, den bitre ettersmaken avtar noe ved ovnsbaking.
- Lettsalting reduserte ikke den negative lukten eller smaken.
- Trekking i sterke sauser/supper kamuflerte den bitre smaken. Fileten var lite sammenhengende, men det kan reduseres ved kortere trekkeid.

Steiking/grilling/fritering:

- Når tilsatt salt og stekt med skinnen på fikk fisken en mild, nøtteaktig lukt. Bitterheten ble ytterligere redusert. Saftig.
- Uten tilsatt salt ble lukten tilsvarende som med salt og skinn, men den bitre smaken var til stede, om enn noe redusert. Opplevdes som tørrere enn den saltede varianten.
- Grilling ga en lukt assosiert med krabbe, sjøkreps, som også ble funnet igjen i smaken. Den bitre smaken ble mer kamuflert, men det kom isteden en annen udefinert ettersmak.
- Fritering ga et pregløst produkt hvor den bitre ettersmaken fortsatt kunne kjennes. God saftighet var det mest positive ved tilberedningsmetoden.

6.2.2.2 Konklusjon av sensorisk test:

- Av tilberedningsmetoder for berggylt, kom grilling best ut. Varianten med «Tom-Yum» (sterk suppe) var en mulighet til å kamuflere bitter ettersmak, men gjorde at også egensmaken i fisken ble borte.
- Den bitre ettersmaken var for utpreget til å kunne finne noen positive bruksområder for berggylt.

6.3 Andre observasjoner fra Gastronomisk Institutt:

Rognkjekslever

- Veldig godt egnet som rå, potensiale innenfor sushi-segmentet bør sjekkes.
- Leveren kan ikke fryses, da mister den teksturen helt.

Graving av rognkjeks

- Ikke egnet, da fileten tok opp for mye av saltet.



Rognkjekslevermousse servert på tareflak. Den nye foie gras? Foto: Gastronomisk Institutt

7 Markedsundersøkelse for liten rognkjeks

7.1 Innhenting av råstoff

Prosjektet har i samarbeid med eksportører som per dags dato opererer med salg av utgytt rognkjeks til humant konsum i Kina foretatt kvalitetsvurdering og markedssondering på fiskerimessen i Quingdao, hvor potensielle kunder og kjøpere av utgytt rognkjeks ble vist materiale innsamlet hos Nordlaks og Ellingsen i Norge, til svært positiv respons.

I Desember 2013 ble det gjennomført en innhenting av rognkjeks fra merd hos Nordlaks Oppdrett. Både innhenting av rognkjeks fra merd, ventemerd og direkte fra slaktelinje ble vurdert. Rognkjeks ble deretter vekt- og lengdemålt, før en vurdering av mageinnhold, helsetilstand og utseende ble gjennomført.



På undersøkelsesbordet før innfrysning. Foto: Akvaplan-niva

Et tilsvarende uttak ble gjennomført hos Ellingsen Seafood høsten 2014. I dette tilfellet ble rognkjeksene fortløpende innfrosset. Begge uttak ble gjort av Akvaplan niva i samarbeid med slakteriet ved lokaliteten. Det ble ikke observert noen videre problemer med at rognkjeksene sugde seg fast i brønnbåt, ventemerd eller i pumper. På slakteriet ble fisken i hovedsak tatt ut på bløggelinja før avlivning.



Juvenil rognkjeks klar for innfrysning i laksekasse. Foto: Reykjavik Seafood.

Målet for innsamlingen var å sammenligne mulighetene for uttak av rognkjeks i slakteri i stor- og liten størrelse, samt akkumulere ved innfrysning et kvantum av juvenil rognkjeks i egnet størrelse stort nok for konsum. Utfordringen her ble at man grunnet sykdomsproblematikk på rognkjeks like før utslakt av laks ikke nådde et kvantum av rognkjeks tilfredsstillende for eksport.

Alternativet ble dermed at innsamlet materiale ble vist til potensielle eksportører som la materialet til grunnlag for kvalitetsvurdering i samarbeid med kinesiske kunder. Eksportør tok med seg materiale fra de to innsamlingene av rognkjeks til fiskerimessen i Qingdao 2014, hvor produktet ble vurdert i samarbeid med mulige kunder.

Resultatene fra tilbakemeldingen ble deretter vurdert i samarbeid med Norges Råfisklag og Norges Sjømatråd.

7.2 Vurdering av lønnsomhet og markedspotensiale

Det kinesiske markedet er svært stort, og har vist seg å konsumere mange ulike produkter. Tilbakemeldingen fra potensielle kinesiske innkjøpere var svært positive til produktet og størrelsen på fisken, men det er utvilsomt behov for en prøveeksport slik at kokker på lokale markeder kan vurdere bruksområder nærmere. Dette er helt avgjørende for å kunne komme frem til et reelt estimat på markedspris, og vil være avgjørende

Gitt de pristilbud fra eksportører og estimerte prosesseringskostnader som tilkommer i Norge, vil det antageligvis være lite hensiktsmessig å prosessere rognkjeks før eventuell eksport. Innkjøpspriser for sløyd, utgytt rognkjeks hos eksportør i Norge tilsvarer om lag 1.5-2.5 NOK/kg, avhengig av etterspørsel i markedet. Da liten rognkjeks ikke har en etablert del av markedssegmentet for pelagisk fisk i Kina, vil innkjøpspris fra eksportør være noe lavere, om lag 1.5-2 NOK/kg, og markedspris tilsvarende. Til sammenligning ble islandske fiskere ble betalt 2.60-4.50 NOK per kg sløyd kjønnsmoden rognkjeks (uten rogn) i 2012, men lokale variasjoner i kostnader til transport av fersk rognkjeks fra landingssted til slakteri og sløyning ga store variasjoner i lønnsomhet. Rognkjeks er en utfordrende fisk å fjerne innvoller fra, og i sammenheng med sløyning sammenlignes den ofte med uer. Automatiske løsninger for sløyning finnes ikke, og på Island utføres alt arbeid med fjerning av innvoller og rogn for hånd. På Island var estimerte håndteringskostnader for sløyning og fjerning av rogn lå på i underkant av 2 NOK/kg. På grunn av lange transportavstander til fiskemottak som hadde innfrysningsskapasitet for rognkjeks falt lønnsomheten bort for fiskere i enkelte av områdene.

Norges Råfisklag har i samarbeid med lokale fiskemottak for rognkjeksrogn på Gimsøy igangsatt en pilot for å undersøke muligheten for utnyttelse av skrotter av utgytt rognkjeks i Norge, som følge av økt fokus på ressursutnyttelse og økende krav om MSC- sertifisering. Sløyning og innfrysning av rognkjeks har blitt tilpasset kinesiske krav, og hovedutfordringen ble frysekapasitet, da det Asiatiske markedet etterspør leveranser av hele containere (25 tonn) med ferdig sløyd og innfrosset fisk i laksekasser. Estimerte håndteringskostnader til innfrysning og sløyning lå på omkring 2-3 NOK/kg i Norge, avhengig av kvantum. Dette tilsvarer per dags dato i overkant av oppkjøpsprisen for stor fisk. Dersom sløyning av liten rognkjeks blir aktuelt må prosessen sannsynligvis sentraliseres. Dette vil være utfordrende, ettersom fisken da ikke vil kunne akkumuleres på lakeslakteriet, men må fraktes videre fersk. Etter innfrysning finansiere kunden selv transport. Med andre ord er sentralisering av potensielle mottak og store kvantum essensielt for å oppnå interesse hos potensielle kunder og eksportører.

Ut i fra dette vil man inntil et marked er etablert ikke se noen inntekt hos oppdretter av rognkjekssalget før på sikt. Det er derfor av grunnleggende betydning å foreta en videre utredning av produkttegenskaper og sammensetning av juvenil rognkjeks, samt foreta en prøvetransport i samarbeid med eksportører med kompetanse på det kinesiske markedet, slik at interesse kan vurderes for et større publikum, og mulige behov for kampanjer og markedstilpasning utredes for øke markedsverdien av liten rognkjeks på sikt.

Norske fiskemottak for rognkjeks fraråder rognproduksjon fra liten rognkjeks, da dette er svært lite kostnadseffektivt med tanke på sløying og effektive metoder for fjerning av rogn relativt til potensialet for rognmengde per fisk. Oppdrettet rognkjeks har i hovedsak vist seg å produsere betraktelig mindre mengder rogn enn villfanget fisk. Per dags dato er rognprisene i Norge lave (minstepris 31,5 kr) grunnet økt konkurranse fra det MSC-sertifiserte fiskeriet på Island, men noe rogn eksporteres fortsatt til Tyskland for konsum.

7.3 Potensiell markedsstørrelse

Rund, liten fisk på 400-600 g er svært vanlig i restaurantsegmentet i Kina da dette regnes som "porsjonsstørrelse".

Den totale markedsverdien for den Islandske eksporten av skrotter (1100 tonn) var 13 millioner NOK (Matís, 2012). Etter ett år i sjø tilsvarer årets estimerte produksjon på 14 millioner rognkjeks mellom 5000 og 7000 tonn rognkjeks i "porsjonsstørrelse" á 400-600 g. Dette kvantumet er fortsatt relativt lite sett i kinesisk skala, i sær dersom produktet treffer riktig posisjon i Kina.

Etter samtaler med Norges Sjømatråd og deres Kina-ansvarlige oppfattes den mulige satsningen som svært interessant. Utgytt rognkjeks er fortsatt et relativt nytt produkt på markedet, men markedsføres som "sjøpølsefisk". På det kinesiske markedet sees sjøpølser som en delikatesse (Fabinyi, 2012), og dette tilnavnet kan gi rognkjeks en konkurransefortrinn, i sær ettersom sjøpølser flere steder er overfisket på grunn av høy etterspørsel (Toral-Granda, et al., 2008). Den smør-lignende smaken beskrevet i Gastronomisk Instituttets undersøkelse er svært ettertraktet i Kina, og kunder etterspurte spesielt fettinnhold på juvenil fisk sammenlignet med utgytt rognkjeks. Juvenil fisk antas å ha en høyere fettprosent i forhold til verdier som er vanlige hos utgytt rognkjeks, som har lave reserver av fett i muskelvevet.



Innfrosset, juvenil rognkjeks. Foto: Avkaplan-niva

Eksportører og sjømatrådet ser derfor ikke noen problemer med direkte eksport av rund fisk i det aktuelle størrelsessegmentet som antas å være relevant for etterbruk i Norge. Videre påvekst ble dermed ikke sett på som et kriterium for salg på det kinesiske markedet.

Sjøpølser har et betydelig markedsandel i Kina. At skrotter fra Islandsk fiskeri markedsføres som "sjøpølsefisk", tyder på at den kinesiske smaksopplevelsen er et produkt med betydelig potensial, fremfor et lavt priset biprodukt. Mulige markedsområder inkluderer Kina, Korea, Taiwan og Japan, men hovedsatsningsområdet bør være Kina da arten allerede eksisterer på det kinesiske markedet, dog som et annet produkt i form av stor rognkjeks. Estimater fra eksportører anslår at 600 tonn vil være et minimum for opprettelse av et markedssegment for denne størrelsesordenen av rognkjeks. Dersom rognkjeks skulle få innpass i markeder i land som Malaysia, Taiwan og Singapore, anslår Sjømatrådet at dette markedet vil være svært smalt, og antageligvis begrense seg til det kinesiske restaurantmarkedet. Det foreslåtte produktet er rund, liten rognkjeks innfrosset fortløpende i laksekasser a 25 kg våtvekt.

En utfordring en eventuell eksport av liten rognkjeks står ovenfor er det faktum at den ikke er en villfisk. Sjømatrådet presiserer at det Kinesiske markedet er svært opptatt av opphav og mattrygghet. Oppdrettet fisk kan oppfattes som urent og usikkert, i forhold til villfanget fisk som sees på som ettertraktet og spesiell. Her vil omdømme- og markedsbygging ha en svært viktig betydning for fremtidig satsning. At rognkjeks er oppdrettet og har livnært seg på lakseparasitter kan derfor sees på som negativt, og er en viktig faktor som må tas hensyn til dersom rognkjeks skal vurderes som art i Asia.



Rognkjeks på menyen? (Foto: Hentet fra eksportør).

8 Gjenbruk som stamfisk

8.1 Rognkjeks

Ved splitting av laks eller trenging av not vil det være mulig å hente ut de største individene av rognkjeks. Denne fisken kan videre settes i påvekst under kontrollerte forhold, og vil potensielt kunne bli stamfisk på sikt. Alternativer til innhenting av rognkjeks fra merd inkluderer sorteringsmaskin, eller uttak direkte fra skjul med håv (liten fisk). Leppefisk kan hentes ut av merden ved hjelp av teinefiske, men ved vil ved pumping være utsatt for trykkforandringer som kan føre til økt mortalitet som følge av sprenget svømmeblære. Rognkjeks har ikke svømmeblære, og tåler trykkforandringer etter synende godt (Norsk Sjømatsenter, 2012b).

Til nå har oppdrettet rognkjeks vist seg å være et lite egnet alternativ til villfanget fisk, grunnet begrenset vekst og tidlig kjønnsmodning hos oppdrettet rognkjeks sees ikke etterbruk av rognkjeks til stamfisk eller produksjon av rogn for salg som reelle alternativ. Villfanget gyteklar stamfisk av rognkjeks finnes langs norskekysten stort sett hele året, og produserer stort sett større kvantum (<2 liter) av rogn enn kommersielt oppdrettet stamfisk av rognkjeks (0.2-0.5 liter). Ved bruk av oppdrettet rognkjeks i kommersiell skala er det flere problemstillinger som må løses på basalt nivå før man kan vurdere videre påvekst av lusebeitere fra merd. Eventuelt må grundigere satsninger på avl og tilrettelegging for stamfiskproduksjon av kommersielt oppdrettet fisk på plass først, slik at kjønnsmodning inntreer senere i vekstløpet. Stamfiskfôr, lysstyring, temperatur og grunnleggende vekst- og kvalitetsparametere må identifiseres, samt at utfordringer rundt sårproblematikk i påvekstfasen må løses før dette kan vurderes som et mulig alternativ. Dette vil på sikt kunne åpne muligheter for etterbruk også som avlsfisk.

8.2 Berggylt

Det arbeides for tiden med lysstyring av flere generasjoner av stamfisk av berggylt. Berggylden er en hermafrodit som lever opptil 25 år, og gyter flere ganger. Fisken skifter kjønn fra hunn til hann når den når 31-41 cm (Muncaster, et al., 2010). I oppdrett av berggylt er flere flaskehals knyttet til stresspåvirkning som følge av håndtering av villfanget stamfisk påvist, blant annet av kvantum av tilgjengelig melke og synkronisering av gytetidspunkt for hunnfisk, da arten ikke kan strykes, men gyter naturlig i karet (Lein, et al., 2014b; Lein, et al., 2014a). For å redusere stressfaktorer i villfanget stamfisk av leppefisk sees det derfor som hensiktsmessig å opprette en stabil produksjonslinje med en kontrollert reproduksjonsyklus ved bruk av temperatur og fotoperiode for å sikre en forutsigbar produksjon (Skiftesvik og Bjelland, 2003). Videre er haremsdannelse en del av berggyltens reproduksjonsstrategi i fangenskap (Lein og Helland, 2014). Hierarki og gyteharem bør etableres i god tid før gyteperioden for å unngå negativ stresspåvirkning oppbygning av gonader (Leclercq, et al., 2014).

Oppretthold av smittebarrierer mellom villfanget og domestisert berggylt for å redusere patogensmitte er av høyeste betydning. Derfor anbefales derfor formalinbehandling av fisk ved mottak, samt isolasjon i minst 4 uker dersom det er behov for mottak av villfanget fisk eller stamfisk fra andre oppdrettsanlegg (Helland, et al., 2014).

9 Gjenbruk som rensefisk

Overlevelse hos rensefisk har vært en utfordring over lengre tid. Med økende kunnskap om fiskehelse, fôring og fiskevelferd hos berggyllt og rognkjeks, er det et mål at mortaliteten hos rensefisk i merd skal reduseres betraktelig i de kommende årene. Dette vil føre til økte kostnader og utfordringer rundt håndtering- og mottak av rensefisk i lakselakteriene i årene som kommer. Videre utredning av alternative metoder for etterbruk som rensefisk og matvare er derfor et svært viktig tiltak, og vil kunne bidra til å redusere kostnadene knyttet til bruken av rensefisk. På sikt vil rensefisken potensielt kunne bli en betydelig bi-inntekt til lakseoppdrettere.

Problemstillingene ved gjenbruk som rensefisk for henholdsvis leppefisk og rognkjeks er av forskjellig karakter. Hos rognkjeks ligger hovedutfordringen i rask vekst og redusert effektivitet som lusespiser med økende størrelse og kjønnsmodning. Hos leppefisk-artene er det utfordringer rundt overvintring, flytting og gytestatus som sees som flaskehals, samt redusert effekt av liten leppefisk på stor laks.

Resultater fra en studie gjennomført i pilotskala har vist at liten rognkjeks (50 g) har bedre effekt enn stor rognkjeks på 360 g (Imslund, et al., 2014). Videre viser tidligere forskning at rognkjeks i stor grad skifter beite fra sin juvenile til kjønnsmodne livsfase (Davenport, 1985) som hos rognkjeks inntreer ved 400-460 g (GIFAS, Upublisert). Ved kjønnsmodning antas det at interessen for energikrevende fôrkilder som lakselus nedprioriteres fremfor lett tilgjengelig laksepellet (Imslund, et al., 2014). Hos leppefisk er situasjonen noe annen, da laksens vekst og størrelse er avgjørende for effektiviteten. På stor laks over 2 kg har andre arter av leppefisk vist seg å ha liten effekt (Liu og Bjelland, 2014), men berggyllten har vist seg å være velegnet også på stor fisk (Fiskeridirektoratet, 2014b). Påvekst av hurtigvoksende leppefiskarter som berggyllt kan derfor være for å benytte stor leppefisk senere i produksjonssyklusen av laks.

Gjenbruk av leppefisk vil bidra til tilgang på leppefisk tidligere i sesongen enn ved fiske av villfanget fisk (Havforskningsinstituttet, 2014). Gjenbruk og – fangst av leppefisk i merd har vært gjennomført med varierende resultat, gjenfangst av 50-60% av leppefisken i merden antas å være mulig, og gjennomføres fortrinnsvis på våren, etter overvintring i merd eller på høsten dersom notskift sees nødvendig i løpet av vinteren. Gjenfangst gjennomføres ved bruk av teiner og ruser med agn i merden. Det er avgjørende for gjenfangstens suksess at teinene heises sakte til overflaten for å unngå negative konsekvenser av trykkendringer på leppefiskens svømmeblære, og at teinene ikke blir stående med leppefisk i over lang tid, da aggresjon mellom individer i teina kan føre til skader på fisken (Norsk Sjømatsenter, 2012a).

Andre alternativer til utsortering av leppefisk inkluderer pumping over sorteringsrist i brønnbåt ved sortering- eller splitting av laks. Dette sees som en lite hensiktsmessig metode på grunn av den lave pumpehastigheten som kreves for at leppefisken skal tilpasse svømmeblæren til trykkendringene. Uthenting av leppefisk fra ventemerd eller uttak på slakteri er ikke gjennomførbart på grunn av stress- og belastningsskader på leppefisken (Norsk Sjømatsenter, 2012b). Vinterstid bør ikke skjul rengjøres eller flyttes for å redusere stress hos leppefisk som ved 4-6 grader går inn i en dvalelignende tilstand. Tap av fisk som følge av økt dødelighet ved notskift vinterstid er en utfordring, samt at snittstørrelsen på de vanligste leppefiskartene bergnebb og berggyllt gir utfordringer ved bruk av stormasket not på stor laks (Norsk Sjømatsenter, 2012a).

Flere norske oppdrettere opererer med ASC-sertifisering (Aquaculture Stewardship Council) ved sine anlegg. ASC og WWF tillater og oppfordrer bruk av rensefisk, men ønsker å unngå flytting av oppdrettet- og villfanget rensefisk.

Flytting av rensefisk fanget i områder sør for Hustadvika og nordover aksepteres ikke av Mattilsynet, hverken for gjenbruk eller utsett, men ut over dette kan rensefisk fritt flyttes gitt at helsekontroll gjennomføres på rensefisken for å bekrefte at den er frisk. Kunnskapen om rensefisk som mulig smittevektor er ennå svært begrenset, og på grunn av dette **tillater ikke Mattilsynet gjenbruk av rensefisk** (Fiskeridirektoratet, 2014b).

En betydelig andel av den villfangede leppefisken dør etter utsett i merd, særlig dersom fisken er fanget på forsommeren som tilsvarer gyteperioden for de fleste leppefiskartene, og i praksis benyttes leppefisken kun en gang sesong. Resterende fisk har i hovedsak blitt sluppet fri eller destruert, da Mattilsynet til nå ikke har tillat gjenbruk av leppefisk på grunn av potensiell smitteoverføring og redusert effekt av brakklegging. (Fiskeridirektoratet, 2014b). Dersom gjenbruk av rensefisk skulle bli aktuelt sees det som mest hensiktsmessig å sette rensefisken i karantene før flytting til nytt anlegg, og vurdering av helse og potensiell smittefare skal gjennomføres. Syk rensefisk eller rensefisk som har vært i anlegg med syk laks skal ikke benyttes, men avlives. Mattilsynet anbefaler forbud av fangst og utnyttelse av rensefisk når et område er underlagt restriksjoner som følge av sykdomsutbrudd (Mattilsynet, 2014b).

10 Konklusjon

Etterbruk av rensefisk gir bedre utnyttelse av marine ressurser og økt verdiskapning. På sikt kan etterbruk føre til økt sysselsetting og åpning av interessante marked for nye arter.

For å oppnå en vellykket kommersialisering av etterbruken av rensefisk er det viktig å løse de grunnleggende utfordringene knyttet til bruk av artene i merd. Her sees tilrettelagte vaksiner, fôr og andre velferdstiltak som avgjørende for suksess. Dersom dette lykkes, er det neste steget videre markedsanalyser og langsiktige kampanjer til å bidra til etableringen av rognkjeks som matvare, mens det må tilrettelegges for overvintring hos leppefisk slik at denne kan gjenbrukes i merd.

Det finnes ikke hensiktsmessig å gjenbruke rognkjeks som rensefisk på 400-600 gram som rensefisk på grunn av antatt kjønnsmodning og endring i næringspreferanser.

Rognkjeksens høye vanninnhold og spesielle kroppsbygning gjør utvinning av bi-produkt fra råstoff vanskelig. Ved forbedrede utvinningsmetoder og optimalisert sløying og rengjøring av råstoff, finnes muligheter for utvikling av verdifulle produkter som gelatin til næringsmiddelindustri og helsekost. Utbyttet av kondrotinsulfat og hyaluronsyre fra hvelja tilsvarer utbyttet utvunnet fra haibrusk. Kondrotinsulfat kan benyttes i kosttilskudd og medisin for behandling av arteritt og leddproblemer, og er et godt alternativ til tradisjonelle utvinningsmetode, da tilgangen på haibrusk er begrenset og industrielle alternativer til fremstilling ikke eksisterer.

Rognkjeksens er rik på flerumettede fettsyrer, og har en fettsyresammensetning som ligger tett opp mot andre marine arter, men utbyttet. Utbyttet av fiskemel og -olje er for lavt til at en slik produksjon skal være kostnadseffektiv med dagens metoder.

Ved utvinning av biprodukter fra rognkjekshvelja har pilotforsøk på utvinning av gelatin, kollagen, proteinmel og olje gitt klare indikasjoner på at fersk rognkjeks er å foretrekke

fremfor frossen, på grunn av mulige forringelse av produkttegenskaper. Dette vil være en utfordring for både store- og små lakseslakterier, da kvantaene per merd vil være for lave til at sløying og transport til sentraliserte prosesseringsanlegg er lønnsomt.

I store lakseslakterier vil man kunne utnytte små prosesseringsanlegg for produksjon av fiskemel tilsvarende teknologi i om bord i store fisketrålere. Med dette sagt vil proteininnholdet i rognkjeks være for lavt til effektiv utnyttelse som råstoff ut i fra dagens metoder. Det er ikke funnet vitenskapelige artikler som tar for seg næringsstoffer og egenskaper av berggylt. Det er dermed liten informasjon tilgjengelig som kan gi grunnlag for eventuell ressursutnyttelse som fiskemel eller – olje.

Filet fra liten rognkjeks vil på en annen side være utfordrende å skille fra hvelja, og fisken består av omkring kun 11% filet. Det sees derfor som mer hensiktsmessig å finne andre marked for denne fisken, forsøksvis på det kinesiske markedet hvor stor Islandsk rognkjeks allerede er i ferd med å få et fotfeste, i sær på grunn av kinesernes preferanser for porsjonsfisk som stemmer godt overens med størrelsen på rognkjeks etter ett år i merd med laks.

Det anbefales ikke å utnytte rognkjeks eller berggylt som stamfisk etter endt bruk i merd. På grunn av smittefare og dårlig utbytte av gonadeprodukter sammenlignet med domestisert eller oppdrettet stamfisk.

Kaviarproduksjon av rognkjeksrogn fra oppdrettet rognkjeks benyttet som lusespisere sees ikke som hensiktsmessig på grunn av tidlig kjønnsmodning og begrenset rognproduksjon, sammenlignet med villfisk. Den tidlige kjønnsmodningen fører også til at fisken som sløyes er mindre enn hva som gjelder for villfanget fisk, noe som vil kunne påvirke prosesseringskostnader negativt.

På et tidlig stadium anbefales det ikke å fokusere på ressurskrevende utvinning av biprodukter fra rognkjeks, men fokusere på allerede eksisterende konsum av arten i Kina og markedstilpasning. En pilotgjennomføring av eksport av liten rognkjeks i kommersiell skala bør gjennomføres, fortrinnsvis i samarbeid med islandske miljøer, Innovasjon Norge samt Norsk Råfisklag. Sluttrapport fra Norsk Råfisklags piloteksport foreligger per dags dato ikke.

Det sees derfor som hensiktsmessig å vurdere andre utnyttelsesmåter for rognkjeks, eksempelvis på det kinesiske markedet hvor stor islandsk rognkjeks allerede er i ferd med å få et fotfeste. Kinesernes preferanser for usløyd porsjonsfisk passer godt med størrelsen på rognkjeks etter ett år i merd med laks.

Det er ikke behov for påvekst for eventuell eksport.

Under gode forhold har leppefisken gode muligheter til å overvintre i merd med laks, og kan også flyttes ut av merden ved bruk av teiner og ruser. Dette gir gode muligheter for gjenbruk som rensfisk, da berggylten har en naturlig lang livssyklus og er ettertraktet som rensfisk på stor laks.

11 Anbefaling til videre satsning

1. Med utgangspunkt i den sensoriske vurderingen av berggylt gjort i dette prosjektet fremstår det mest nærliggende å videreutvikle potensialet for gjenbruk av berggylt som renseskjelle til bruk i merd, fremfor videre utredning av arten som matfisk. Næringsverdier og kjemiske egenskaper bør utredes, slik at arten kan vurderes som kilde til fiskemel eller – olje.

På en annen side er den sensoriske vurderingen av berggylt som matvare svært motstridende til en tidligere utredning av samme egenskaper gjennomført av Norsk Sjømatcenter og andre beskrivelser i litteraturen (Mortensen, et al., 2004; Andersen, 2014). Dette kan tyde på at den opplevde bitterheten er et resultat av sesongavhengig påvirkning eller av ernæringsvalg, da berggylten "blir det den spiser" (Fredrik Hald, Lerøy, pers. med.). Bruken av berggylt som potensiell matfisk bør derfor utredes videre, da den erfaringsmessig er svært velegnet som suppefisk, og vil kunne være egnet som råvare i fiskebuljongpulver eller innfrosset i blokker for eksport til middelhavsland hvor lignende fisk benyttes i matlaging (Fredrik Hald, pers. med.). Potensialet av berggylt som matvare må også sees i sammenheng med størrelsen av berggylt som benyttes som renseskjelle, potensiell markedsverdi og potensielle muligheter for verdiøkning ved påvekst etter endt bruk i merd.

2. Utvikling av protokoller for gjenbruk- og oppbevaring av berggylt må sammen med videre fokus på berggyltvelferd og – helse gjennomføres, for å i størst mulig grad redusere graden av svinn og "unødvendig" utnyttelse av vill leppefisk. Videre utredning av muligheter for gjenbruk som renseskjelle må vurderes i samarbeid med mattilsynet, da restriksjoner gjelder for flytting og gjenbruk av renseskjelle.
3. På et tidlig stadium anbefales det ikke å fokusere på ressurskrevende utvinning av biprodukter fra rognkjeks, men fokusere på allerede eksisterende konsum av arten i Kina og markedstilpasning. En pilotgjennomføring av eksport av liten rognkjeks i kommersiell skala bør gjennomføres.

Det er et behov for videre utredelser for å konkretisere posisjon, bruksanvendelse, kanaler, formater og oppfatninger i det lokale kinesiske rognkjeksmarkedet. Produkttesting er avgjørende for suksess, og eksportører og sjømatråder understreker behovet for en prøvetransport à 25 tonn ved at kinesiske forbrukere og kokker får testet ut produktet og gjøre noen konkrete erfaringer for å vurdere va som sees som realistiske markedspriser. En start på 600 tonn sees som et minimum for å på sikt etablere et marked. Forslag til gjennomføring:

- Innkjøp av råmaterialer i form av juvenil rognkjeks, anslagsvis ett år etter utsett i merd med laks.
- Kjemisk analyse av råstoff fra juvenil rognkjeks for sammenligning av kvalitet med kjønnsmoden rognkjeks.
- Pilotstudie ved lakseslakteri
- Muligheter for akkumulering av frossen rognkjeks
- Utvikling av produkter
- Utvikling av produktemballasje

- Gjennomføring av kampanje
 - Eksport av containere med frossen rognkjeks til Kina for markedsevaluering
4. Effekter av kjemisk avlusning på renseskjeks må vurderes. Dette vil kunne ha betydelig påvirkning på renseskjekens egenskaper, både som mat- og renseskjeks.
 5. Den blålige fargen til rognkjeksfileten kan være aktuell for helt spesielle markedssegment, og bør sammen med rognkjeksleverens potensiale på sushimarkedet utredes. Andre alternativer til lagring av lever bør vurderes, samt mulig utbytte av lever fra juvenil rognkjeks og fremstillingskostnad av et eventuelt produkt.

12 Referanser

- Andersen, E.W., 2014. Ufisk er rene delikatessen, Havforskerens sjømat. NRK.
- ASMFC, 2002. Review of the Atlantic States Marine Fisheries Commission fishery management plan for tautog (*Tautoga onitis*). Atlantic States Marine Fisheries Commission, Washington, D. C. .
- Bae, I., Osatomi, K., Yoshida, A., Osako, K., Yamaguchi, A., Hara, K., 2008. Biochemical properties of acid-soluble collagens extracted from the skins of underutilised fishes. *Food Chemistry*. 108, 49-54.
- Benjamin, M., 1988. Mucochondroid (mucous connective) tissues in the heads of teleosts. *Anatomy and embryology*. 178, 461-474.
- Chan, N.W., 2001. An integrated attitude survey on live reef food fish consumption in Hong Kong. *LIVE REEF FISH*, 9.
- Cimini, D., Rosa, M.D., Schiraldi, C., 2012. Production of glucuronic acid-based polysaccharides by microbial fermentation for biomedical applications. *Biotechnology journal*. 7, 237-250.
- Cunningham, P., 2013. Privat. JP/Politikens Forlag.
- Darwall, W.R.T., Costello, M.J., Donnelly, R., Lysaght, S., 1992. Implications of life-history strategies for a new wrasse fishery. *Journal of Fish Biology*. 41, 111-123.
- Davenport, J., 1985. Synopsis of biological data on the lumpsucker, *Cyclopterus lumpus* (Linnaeus, 1758). FAO, Rome.
- Durif, C.M.F., 2014. Notat, Vurdering av bestandssituasjonen av rognkjeks. Regulering av fisket etter rognkjeks i Nordland, Troms og Finnmark i 2015.
- Fabinyi, M., 2012. Historical, cultural and social perspectives on luxury seafood consumption in China. *Environmental Conservation*. 39, 83-92.
- Fiskeridirektoratet, 2013. Regulering av fisket etter rognkjeks i Nordland, Troms og Finnmark i 2014.
- Fiskeridirektoratet, 2014a. Fiskeridirektoratets Landings- og sluttseddelregister, Konesjons- og deltagerregister per 30.09.14.
- Fiskeridirektoratet, 2014b. Bærekraftig uttak og bruk av leppefisk, Rapport fra "Arbeidsgruppe om bærekraftig uttak og bruk av leppefisk".
- Green, A., 2007. Field Guide to Seafood: How to Identify, Select, and Prepare Virtually Every Fish and Shellfish at the Market. Quirk Books.
- Gudmundsson, M., 2002. Rheological Properties of Fish Gelatins. *Journal of Food Science*. 67, 2172-2176.

- Havforskningsinstituttet, 2014. Kunnskapsinnhenting for å vurdere reguleringen av leppefisk i 2015, Høring om regulering av leppefisk.
- Helland, S., Dahle, S.W., Hamre, K., Skiftesvik, A.B., Lein, I., Kousoulaki, K., Øie, G., Browman, H.I., Evjemo, J.O., Kjørsvin, E., Grøtan, E., 2014. Best practices for farming of ballan wrasse. *Production of ballan wrasse: Science and practice*, 123-128.
- Hoffmann, E., 2005. Fisk, fiskeri og epifauna: Limfjorden 1984-2004. Danmarks Fiskeriundersøgelser.
- Hosking, R., 2006. *Wild Food: Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery, 2004*. Prospect books.
- Imsland, A.K., Reynolds, P., Eliassen, G., Hangstad, T.A., Nytrø, A.V., Foss, A., Vikingstad, E., Elvegård, T.A., 2014. Assessment of growth and sea lice infection levels in Atlantic salmon stocked in small-scale cages with lumpfish. *Aquaculture*. 433, 137-142.
- Iovu, M., Dumais, G., Du Souich, P., 2008. Anti-inflammatory activity of chondroitin sulfate. *Osteoarthritis and Cartilage*. 16, S14-S18.
- King, M.J., Kao, M.H., Brown, J.A., Fletcher, G.L., 1989. Lethal Freezing temperatures of fish: Limitations to sea-pen culture in Atlantic Canada. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*. 89-3, 47-49.
- Kvenseth, P.G., Mortensen, S., 2005. Lite utnyttede ressurser (LUR). *Kyst og havbruk*. 2005, 61-62.
- Leclercq, E., Grant, B., Davie, A., Migaud, H., 2014. Gender distribution, sexual size dimorphism and morphometric sexing in ballan wrasse *Labrus bergylta*. *Journal of fish biology*. 84, 1842-1862.
- Lein, I., Helland, S., 2014. Establishment of ballan wrasse broodstock. *Production of ballan wrasse (Labrus bergylta)*. *Science and practice*., 10-13.
- Lein, I., Helland, S., Tveiten, H., 2014a. Initial tests of procedures for stripping of eggs and sperm and induction of final maturation in ballan wrasse. *Production of ballan wrasse (Labrus bergylta)*. *Science and practice*. , 16-19.
- Lein, I., Helland, S., Grevle, I., Ruud, K.N., 2014b. Procedure for short-time storage of ballan wrasse milt. *Production of ballan wrasse (Labrus bergylta)*. *Science and practice*., 20-21.
- Liu, L., Liu, Y., Li, J., Du, G., Chen, J., 2011. Microbial production of hyaluronic acid: current state, challenges, and perspectives. *Microb Cell Fact*. 10, 1-9.
- Liu, Y., Bjelland, H.v., 2014. Estimating costs of sea lice control strategy in Norway. *Preventive Veterinary Medicine*. 117, 469-477.
- Martinsdóttir, E., 1978. Gelatín eða matarlím úr grásleppuhvelju og nýting fiskholdsins, Tæknitíðindi. *Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins*, pp. 100.
- Matís, S., 2012. Export value of lumpfish products from Iceland increase around 300 million IKR, Skýrsla.
- Mattilsynet, 2014a. Forskrift om avlivning av dyr, Veiledning om krav til god fiskevelferd ved slakteri for akvakulturdyr
- Slakteriforskriften § 10, Akvakulturdriftsforskriften § 5, tredje ledd og §54, EU-forordning 1099/2009 art. 3 nr. 1, jf. forskrift om avliving av dyr § 3
- Mattilsynet, 2014b. Høring: Forslag til endrede regler om kontrollområder for bekjempelse av sykdommer i akvakulturanlegg. Mattilsynet.
- Mortensen, S., Duinker, A., Hall, F., 2004. *Sjømat fra fjæra*, 1 ed. Kom forlag.
- Muncaster, S., Andersson, E., Kjesbu, O.S., Taranger, G.L., Skiftesvik, A.B., Norberg, B., 2010. The reproductive cycle of female Ballan wrasse *Labrus bergylta* in high latitude, temperate waters. *Journal of fish biology*. 77, 494-511.

- Norsk Sjømatsenter, 2005. Berggylt - en delikatess fra fjæra. Oppskriftshefte. .
- Norsk Sjømatsenter, 2012a. Hvordan kan man best få leppefisken til å overvintre i laksemerdene, Rensefisknytt.
- Norsk Sjømatsenter, 2012b. Hvordan kan man best fiske ut leppefisk av laksemerdene, for gjenbruk?, Rensefisknytt. Norsk Sjømatsenter.
- Ólafsson H., L.O., Einarsson H., Jónsson B., Elfarsdóttir E., Bjarnason K., Jónsdóttir A. M., 2008. Líffræði og hegðunarmynstur hrognkelsa (*Cyclopterus lumpus*) í Húnaflóa og Skagafirði, leiðir til nýrra nýtingarmöguleika, BioPol, Háskólinn á Akureyri og Veidimálsstofnun Íslands norðurlandsdeild.
- Ólafsson, H.G., Jonasson, B., Jonsson, B., 2009a. Líffræði og hegðunarmynstur hrognkelsa *Cyclopterus lumpus* við Ísland, leiðir til nýrra nýtingarmöguleika. in: BioPol (Ed.), Áfangaskýrsla 2009. Sjávarlíftæknisetur, Marine Biotechnology Science.
- Ólafsson, H.G., Einarsson, H., Jonsdóttir, A.M., Haraldsson, S., 2009b. Fullnýting hrognkelsa. BioPol.
- Ólafsson, H.G., Jonasson, B., Einarsson, H., Gaardbo, E., 2010. Nýting grásleppuhvelju til kollagenframleiðslu. in: BioPol (Ed.), Skýrsla BioPol Sjávarlíftæknisetur, Marine Biotechnology Science.
- Olsvig, S., Mosbech, A., 2003. Fiskeriressourcer på det lave vand i det nordlige Vestgrønland, Arbeidsrapport fra DMU - Danmarks Miljøundersøgelser. Miljøministeriet.
- Osborne, R., Voigt, M.N., Hall, D.E., 1990. Utilization of lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) carcasses for the production of gelatin. Advances in fisheries technology and biotechnology for increased profitability, 145-150.
- OU, Y.-j., LI, J.-e., 2010. Analysis and evaluation of nutrition composition of double-headed parrotfish *Cheilinus undulatus* [J]. Journal of Tropical Oceanography. 3, 016.
- Panagos, C.G., Thomson, D., Moss, C., Bavington, C.D., Ólafsson, H.G., Uhrín, D., 2014. Characterisation of hyaluronic acid and chondroitin/dermatan sulfate from the lumpsucker fish, *C. lumpus*. Carbohydrate polymers. 106, 25-33.
- Paradis, M., Ackman, R.G., Hingley, J., Eaton, C., 1975. Utilization of Wastes from Lumpfish, *Cyclopterus lumpus*, Roe Harvesting Operations: An Examination of the Lipid and Glue Potential, and Comparison of Meal with that from Nova Scotia-Caught Menhaden. Journal of the Fisheries Board of Canada. 32, 1643-1648.
- Perry, D.M., Mercaldo-Allen, R., Kuropat, C.A., Hughes, J.B., 1998. Laboratory culture of tautog. The Progressive fish-culturist. 60, 50-54.
- Petursson, P., Jonsson, A., 1973. Lengdar- og Þyngdarmælingar á hrognkelsum og nýringamöguleikar á fiskholdi Þeirra. in: tidindi, T. (Ed.), Hráefni til fiskindadar. Rannsóknastofun fiskidnadarins.
- Prato, E., Biandolino, F., 2012. Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. Food Chemistry. 131, 1233-1239.
- Reykdal, Ó., Ragnarsdóttir, Þ., Þórðarson, G., 2012. Nýting og efnainnihald grásleppu. Matís.
- Rosa, C.S., Tovar, A.F., Mourão, P., Pereira, R., Barreto, P., Beirão, L.H., 2012. Purification and characterization of hyaluronic acid from chicken combs. Ciência Rural. 42, 1682-1687.
- Sadovy, Y., Kulbicki, M., Labrosse, P., Letourneur, Y., Lokani, P., Donaldson, T.J., 2003. The humphead wrasse, *Cheilinus undulatus*: synopsis of a threatened and poorly known giant coral reef fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 13, 327-364.
- Skiftesvik, A.B., Bjelland, R.M., 2003. Oppdrett av berggylt (*Labrus bergylta*). Norsk fiskeoppdrett. 28.
- Sveinsdóttir, K., Eyþórsdóttir, D.Y., Einarsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Matís, S., 2011. Viðhorf og fiskneysla Íslendinga 2011.

- Sweetser, W., 2009. *The Connoisseur's Guide to Fish & Seafood*. Sterling Publishing Company, Inc.,
- Þórðarson, G., Torfason, O., 2011. *Verklag um borð ígrásleppubátum, Vinnsla, virðisaukning og eldi*. Matís.
- Toral-Granda, V., Lovatelli, A., Vasconcellos, M., 2008. *Sea cucumbers: a global review of fisheries and trade*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Voigt, J., Driver, V., 2012. Hyaluronic acid derivatives and their healing effect on burns, epithelial surgical wounds, and chronic wounds: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Wound Repair and Regeneration*. 20, 317-331.
- Yeannes, M.a.I., Almandos, M.a.E., 2003. Estimation of fish proximate composition starting from water content. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16, 81-92.
- Ørsted, P.K., 2008. Stenbider og egen rogn, *Sportsfiskeren*, pp. 42-43.