

Utfordringer som hindrer økt utnyttelse av marint restråstoff og marine arter

Birthe Vang, Kjersti Lian, Marc Berntssen, Robin Ørnstrud, Veronika Sele, Silje Gjerp Solstad, Ingelinn Eskildsen Pleym, Marianne Svorken, Silje Steinsholm, Turid Synnøve Aas, Marialena Kokkali, Ana Karina Carvajal og Ragnhild Dragøy



Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima



Foto: Robert Wolff, SINTEF Ocean



Foto: Helge Skodvin, Nofima



Foto: Frank Gregersen, Nofima



Foto: Jannicke Fugledal Remme, SINTEF Ocean



Foto: Terje Aamodt, Nofima



Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 390 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:
Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:
Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Stavanger:
Måltidets hus, Richard Johnsgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:
Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunndalsøra:
Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:
Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

Rapport

<p><i>Tittel:</i> Utfordringer som hindrer økt utnyttelse av marint restråstoff og marine arter</p>	<p>ISBN 978-82-8296-692-4 (pdf) ISSN 1890-579X</p>
<p><i>Title:</i> Challenges that prevent an increased utilization of marine residual raw materials and marine species in Norway</p>	<p><i>Rapportnr.:</i> 29/2021</p> <p><i>Tilgjengelighet:</i> Åpen</p>
<p><i>Forfattere/Prosjektledere:</i> Birthe Vang^{1*}, Kjersti Lian^{1*}, Marc Berntssen², Robin Ørnsrud², Veronika Sele², Silje Gjerp Solstad³, Ingelinn Eskildsen Pleym¹, Marianne Svorken¹, Silje Steinsholm¹, Turid Synnøve Aas¹, Marialena Kokkali¹, Ana Karina Carvajal⁴ og Ragnhild Dragøy¹ 1. Nofima, 2. Havforskningsinstituttet, 3. Norges sjømatråd, 4. SINTEF Ocean * birthe.vang@nofima.no og kjersti.lian@nofima.no</p>	<p><i>Dato:</i> 10. september 2021</p>
<p><i>Avdeling:</i> Marin bioteknologi</p>	<p><i>Ant. sider og vedlegg:</i> 53</p>
<p><i>Oppdragsgiver:</i> Nærings- og fiskeridepartementet</p>	<p><i>Oppdragsgivers ref.:</i> Anne-Mari Voll (anne-mari.voll@nfd.dep.no)</p>
<p><i>Stikkord:</i> Restråstoff, biprodukt, nye arter, hindringer, regelverk og eksport</p>	<p><i>Prosjektnr.:</i> 10866</p>
<p><i>Sammendrag/anbefalinger:</i></p> <p>Regjeringen har i flere meldinger uttalt at det skal legges til rette for økt verdiskaping i sjømatnæringen. Et bidrag inn mot dette er utvikling innen sirkulær bioøkonomi og innføring av en mer bærekraftig produksjon og økt utnyttelse av råstoff. Det er en økonomisk, etisk og miljømessig gevinst i å utnytte de marine ressursene i havet bedre, og det skal settes som mål at mest mulig av råstoffet skal følge "mat først"-prinsippet, og deretter brukes til høyest mulig verdi, f.eks. til fôr – både produksjons- og kjæledyrfôr. Denne rapporten er utarbeidet av Nofima i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Norges sjømatråd og SINTEF Ocean, med innspill fra næringsaktører, etter oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet (NFD). Oppgaven fra NFD var å identifisere hvilke hinder næringsaktørene opplever knyttet til utnyttelse av restråstoff, biprodukter og nye arter som kan redusere verdiskapingen i sjømatnæringen. Rapporten gir en oversikt over gjeldende regelverk for bruk av nye arter, restråstoff og biprodukter til human konsum, fôr etc., markeds- og regulatoriske hindre som kan begrense næringsutviklingen, eksempler på sertifiserings- og merkeordninger, samt grenseverdier for fremmedstoffer i fôr, fôrprodukter og matprodukter.</p>	
<p><i>English summary/recommendation:</i></p> <p>The Norwegian Government has stated that strategic efforts will be made for increased value creation in the seafood industry. A contribution towards this is developments in the circular bioeconomy and the introduction of a more sustainable production and increased utilization of raw materials. This report has been prepared by Nofima in collaboration with the Institute of Marine Research, the Norwegian Seafood council and SINTEF Ocean, with input from business actors, in response to an assignment from the Ministry of Trade, Industry and fishery (NFD). The task from NFD was to identify the obstacles that the industry experience related to the utilization of residual raw materials, by-products and new species that can reduce value creation in the seafood industry. The report provides an overview of current regulations for the use of residual raw materials and by-products for human consumption, feed, market, and regulatory barriers that may limit business development, examples of certification and labeling schemes, limit values for contaminants in feed, food- and feed products.</p>	

Forord

Denne rapporten er utarbeidet av Nofima i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Norges sjømatråd, SINTEF Ocean, med innspill fra næringsaktører, som svar på et oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet (NFD). Oppgaven fra NFD var å identifisere hvilke hindringer næringsaktørene opplever knyttet til utnyttelse av restråstoff, biprodukter og nye arter som kan redusere verdiskapingen i sjømatnæringen.

Rapporten gir en oversikt over gjeldende regelverk for bruk av restråstoff og biprodukter til humant konsum, fôr etc., markeds- og regulatoriske hindre som kan begrense næringsutviklingen, eksempler på sertifiserings – og merkeordninger, grenseverdier for fremmedstoffer i fôr, fôrprodukter og matprodukter.

Rapporten er videre inndelt i seksjonene hvitfisk, pelagisk/mesopelagisk, havbruk, skalldyr/bløtdyr, alger, og nye arter der det under hvert punkt gis eksempler på utnyttelse av restråstoff per dags dato, og begrensninger for bruk.

Fokuset vil i hele rapporten være på utnyttelse av restråstoff og nye arter. Rapporten er tenkt som et dynamisk dokument som kan oppdateres når det er endringer i regelverk, markeder, teknologi og tilgang på råstoff.



Innhold

1	Innledning	1
2	Klassifisering av råstoff og aktuelt regelverk	2
2.1	Restråstoff	2
2.2	Biprodukter.....	2
2.3	Nye arter.....	2
2.4	Aktuelt regelverk	3
3	Kunnskapsoppbygning	5
4	Handelsbegrensinger	7
4.1	Markedsadgang	7
4.2	Utvikling av markedet.....	8
4.3	Sertifisering- og merkeordninger	9
5	Listeføring	11
6	Helsesertifikater/eksportsertifikater	13
7	Regelverket for fremmedstoffer og næringsstoffer i fôr, fôringredienser og sjømat...	15
7.1	Regelverket for fremmedstoffer i mat	15
7.2	Regelverket for fôr og fôringredienser.....	17
7.3	Fremmedstoffer og mikronæringsstoffer i fôr	18
7.4	Animalske biprodukter som dyrefôr	20
8	Ny Mat (Novel Food)	22
9	Kosttilskudd	24
9.1	Tilbakemelding fra næringen	24
9.1.1	Zooca	24
9.1.2	Marealis AS.....	24
10	Prosessering av marine restråstoffer og nye arter til mat og fôr	26
11	Råstoffgrupper	30
11.1	Hvitfisk.....	30
11.1.1	Mengder restråstoff	30
11.1.2	Eksempler på utnyttelse	31
11.1.3	Begrensninger.....	31
11.2	Pelagisk/mesopelagisk	34
11.2.1	Mengder råstoff/restråstoff	34
11.2.2	Eksempel på utnyttelse	34
11.2.3	Begrensninger.....	34
11.3	Havbruk	37
11.3.1	Mengder råstoff/restråstoff.....	37
11.3.2	Eksempler på utnyttelse	37

11.3.3	Begrensninger.....	38
11.4	Skalldyr	40
11.4.1	Mengder (rest)råstoff.....	40
11.4.2	Eksempler på utnyttelse.....	40
11.4.3	Begrensninger.....	41
11.5	Alger (makro og mikro).....	43
11.5.1	Mengder råstoff	43
11.5.2	Eksempler på utnyttelse.....	43
11.5.3	Begrensninger.....	43
11.6	Nye arter.....	46
11.6.1	Potensielle nye arter	47
11.6.2	Begrensninger.....	47
	Referanser.....	51

Forkortelser

BHA	-	Butylert hydroksyanisol
BHT	-	Butylert hydroksytoluen
BfR	-	German Federal Institute for Risk Assessment
DDT	-	Diklor-difenyl-trikloretan
EFSA	-	den Europeiske myndighet for næringsmiddeltrygghet
EQ	-	Ethoxyquin
EU	-	Europeiske Union
EØS	-	Det europeiske økonomiske samarbeidsområdet
EØU	-	den Eurasiske Økonomiske Union
FDA	-	U.S. Food and Drug Administration
FAO	-	FNs organisasjon for ernæring og landbruk (Food and Agriculture Organization)
FHF	-	Fiskeri- og havbruksnæringsforskningens finansiering
FoU	-	Forskning og utvikling
HI	-	Havforskningsinstituttet
HS	-	Harmoniserte system
ICES	-	International Council for the Exploration of the Sea
ILA	-	Infeksiøs lakseanemi
LMD	-	Landbruks- og matdepartementet
MSC	-	Marine Stewardship Council
NFD	-	Nærings- og fiskeridepartementet
PAH	-	Polysykliske aromatiske hydrokarboner
PAP	-	Prosessert animalsk protein
PCB	-	Polyklorerte bifenyler
PD	-	Pancreas disease
POPs	-	Persistente organiske miljøgifter (persistent organic pollutants)
TEQ	-	Toxic Equivalency factor
TGA	-	Therapeutic Goods Administration, helsedepartementet i Australia
TSE	-	Overførbare spongiforme encefalopatier (transmissible spongiform encephalopathy)

1 Innledning

Regjeringen har i flere meldinger uttalt at det skal legges til rette for økt verdiskaping i sjømatnæringen. Et bidrag inn mot dette er utvikling innen sirkulær bioøkonomi og innføring av en mer bærekraftig produksjon og økt utnyttelse av råstoff [1, 2]. Det er en økonomisk, etisk og miljømessig gevinst i å utnytte de marine ressursene i havet bedre, og det skal settes som mål at mest mulig av råstoffet skal følge prinsippet "mat først", og deretter brukes til høyest mulig verdi f.eks. til fôr – både produksjons- og kjæledyrfôr. Råstoff som ifølge regelverket ikke er egnet til mat og fôrprodukter etc. skal kunne gå til gjødsel, jordforbedringsmiddel eller forbrennes.

Marint restråstoff er definert som det ikke primære hovedproduktet etter sløying eller videre bearbeiding av fisk og skalldyr [1]. Marint restråstoff inkluderer derfor produkter som lever, rogn, skinn, hoder, skall etc. Så lenge (rest)råstoffet er behandlet som mat kan det brukes til humant konsum. Når ulike råstoff ikke er egnet for humant konsum blir det karakterisert som animalske biprodukter eller næringsmiddelavfall.

For å sikre mat- og fôrtrygghet og konsumentenes helse er det viktig med et regelverk som ivaretar hele verdikjeden fra fangst av råstoff, transport, prosessering, og helt frem til ferdig produkt ut i markedet. Bedriftene plikter blant annet å bekrefte at råstoffet er fangstet eller høstet på godkjent måte, og av sertifiserte båter. Det må også sikres at råstoffet er prosessert på godkjente anlegg og i henhold til gjeldende regler og forskrifter. Produsent må ha informasjon om hvordan råstoffet er håndtert og om det er egnet til mat og dersom råstoffet blir karakterisert som biprodukt, vil biproduktkategori diktere videre behandling og bruk. Ulike markeder krever ulike godkjenninger som det kan være utfordrende å få oversikt over. For videre omsetting må produsent ha kunnskap om råstoffet har vært omsatt som mat i EU/EØS før 15. mai 1997, eller om det trenger "ny mat" godkjenning. En annen sentral utfordring for utnyttning av restråstoff eller nye råstoff er muligheten for innpass i markedet bedriften sikter seg inn på. Det er også nødvendig at produktene oppnår tilstrekkelig salgsvolum og høye nok priser til å forsvare investeringene og gi en tilstrekkelig risikojustert avkastning. Før salg skal produkt/råstoffet være analysert for innhold av uønskede stoffer for å fastslå om det overskrider grenseverdier og om disse eventuelt må fjernes ved hjelp prosessering. Dette krever kompetanse som enkelte bedrifter ikke besitter på grunn av begrensede ressurser (økonomi og menneskelige), og kan sammen med markedsbegrensninger være et hinder for utnyttelse av marint råstoff.

2 Klassifisering av råstoff og aktuelt regelverk

2.1 Restråstoff

All fisk og fiskevarer som skal omsettes til humant konsum må følge "Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer" (se Tabell 1 for oversikt over forskriften). Forskriften gjelder alle ledd i produksjonskjeden, fra og med fangst og oppdrett til og med omsetning til forbruker. Formålet med forskriften er å fremme god kvalitet på fisk og fiskevarer til forbruker, og bidra til markedsadgang for norsk fisk og norske fiskevarer i utlandet.

Marint restråstoff er definert som det ikke primære hovedproduktet etter sløying eller videre bearbeiding av fisk og skalldyr [1]. Det vil si at et **restråstoff** er **resten** av råstoffet, for eksempel det gjenværende etter uttak av filet og vil da inkludere produkter som lever, rogn, skinn, hoder, etc. Rogn kan også bli sett på som hovedproduktet. Eksempelvis fra villfanget rognkjeks der selve fisken da blir å regne som restråstoffet. Så lenge råstoff blir behandlet som mat, og innhold av uønskede stoffer er innenfor godkjente grenseverdier, kan det brukes til humant konsum. Når råstoff ikke lengre er egnet for humant konsum blir det karakterisert som animalske biprodukter eller næringsmiddelavfall. I det øyeblikk et materiale blir definert som et animalsk biprodukt, kan det ikke oppgraderes til humant konsum igjen [3].

2.2 Biprodukter

Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum (Animaliebiproduktforskriften) tredde i kraft 14.09.2016 (se Tabell 1 for oversikt over forskriften). Biproduktregelverket inneholder grunnleggende hygieneregler for å sikre folke- og dyrehelsen ved håndtering av animalske biprodukter. Etterlevelse av regelverket sikrer at biproduktene håndteres på en hensiktsmessig trygg og miljømessig måte til riktig bruk (f.eks. dyrefôr, gjødsel og energiformål).

Biprodukter kategoriseres i 1-, 2- og 3-materiale ut fra risiko for dyre- og folkehelse.

- Kategori 1-materiale har høyest risiko og går normalt til forbrenning.
- Kategori 2-materiale kan ikke brukes til fôr til matproduserende dyr eller kjæledyr.
- Kategori 3-materiale har lavest risiko, og kan normalt brukes til fôr til alle dyr etter videre bearbeiding.

2.3 Nye arter

Havstrategien [2] ble lagt fram av regjeringen våren 2017, og et uttalt mål i strategien er at det skal legges til rette for høsting og oppdrett av nye marine arter.

Nye arter brukes om arter som tidligere ikke har vært brukt i for eksempel oppdrett, til humant konsum, fôr etc. I rapporten "Kunnskapsgrunnlag for nye arter i oppdrett" av Akvaplan-Niva [4] inkluderer betegnelsen nye arter allerede eksisterende kommersielle arter, det vil si at nye arter er andre arter enn laks og ørret. For eksempel er torsk sett på som en ny art i oppdrettssammenheng, men ikke i villfisknæringen. Havstrategien ble lagt fram av regjeringen våren 2017, og et uttalt mål i

strategien er at det skal legges til rette for høsting og oppdrett av nye marine arter. Departementet har bedt Mattilsynet følge opp dette arbeidet, med tang og tare som prioriterte arter [5].

2.4 Aktuelt regelverk

Norge har gjennom EØS-avtalen forpliktet seg til å innføre EU sitt regelverk på blant annet fôr- og matområdet. Dette har som hensikt å sikre mattryggheten og har stor betydning for handel med mat, inkludert fisk og sjømat. Bedrifter må kjenne til og navigere i et stort regelverk for å kunne produsere og selge trygge produkter og ingredienser fra marint råstoff. Tabell 1 gir en oversikt over aktuelle regelverk med formål for bruk av marine råstoff, restråstoff og biprodukter.

Tabell 1 Relevante regelverk for bruk av marint råstoff og biprodukter (Tabellen er inspirert av rapporten "Kvalitetsprotein fra torskehoder", fra FHF-finansierte HEADS UP II, pr.nr. 302003718)

Forskrift	Formål	Gjeldende råstoff/produkt
Animaliebiproduktforskriften (FOR-2016-09-14-1064)	Animalske biprodukter kan utgjøre en risiko for folke- og dyrehelsen og for miljøet og er samtidig en ressurs som bør utnyttes på en trygg måte. Alle som håndterer slikt materiale, har en plikt til å sikre at materialet håndteres i samsvar med bestemmelsene i denne forskriften.	Animalske biprodukter er hele kropp eller deler av dyr som ikke skal brukes til konsum. Bestemmelsene i denne forskriften omfatter både animalske biprodukter i ubearbeidet form og avledede produkter der animalske biprodukter inngår som en del av sammensetningen.
Animaliehygieneforskriften (FOR-2008-12-22-1624)	Forskrift om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse.	Fiskerivarer, inkludert alle saltvanns- og ferskvannsdyr (unntatt levende muslinger, levende pigghuder, levende kappedyr og levende sjøsnegler samt alle pattedyr, krypdyr og frosker) uansett om de er villlevende eller oppdrettet, herunder alle spiselige former, deler og produkter av slike dyr.
Forskrift for tilsetningsstoffer til bruk i fôrvarer (FOR-2005-04-12-319)	Formålet med denne forskriften er å opprette en fellesskapsframgangsmåte for godkjenning av omsetning og bruk av tilsetningsstoffer i fôrvarer, og å fastsette regler for overvåking og merking av tilsetningsstoffer i fôrvarer og premikser slik at et høyt beskyttelsesnivå skal kunne garanteres for menneskers helse og dyrs helse og velferd, for miljøet og brukernes og forbrukernes interesser når det gjelder tilsetningsstoffer i fôrvarer, samtidig som det sikres at det indre marked fungerer tilfredsstillende.	Med tilsetningsstoffer menes her stoffer, mikroorganismer og preparater herunder antibiotika, som ikke er fôr eller fôrblandinger, og som er tilsatt fôr eller vann for å spesielt oppfylle en bestemt funksjon.
Forskrift om eksporten av fisk og fiskevarer (FOR-1991-03-22-157)	Sjømatrådet skal være rådgivende for Nærings- og fiskeridepartementet i spørsmål som gjelder eksport, omsetning og produksjon som henger sammen med eksport.	Det er forbudt å eksportere fisk og fiskevarer uten at eksportøren er registrert i Norges sjømatråd AS (Sjømatrådet), sitt register over eksportører som har rett til å eksportere fisk og fiskevarer.
Forskrift om ernærings- og helsepåstander om næringsmidler (FOR-1991-03-22-157)	Stadig flere næringsmidler i Fellesskapet er forsynt med merking og reklame med ernærings- og helsepåstander. For å sikre et høyt nivå av forbrukervern og gjøre valget enklere for forbrukerne, bør produkter som bringes i omsetning,	Direktiv 2000/13/EF inneholder et generelt forbud mot å vilde kjøperen eller å tillegge næringsmidler medisinske egenskaper. Denne forordning bør utfylle de allmenne prinsippene i direktivet og fastsette særlige bestemmelser om bruken av

Forskrift	Formål	Gjeldende råstoff/produkt
	herunder importerte produkter, være trygge og merket riktig.	ernærings- og helsepåstander om næringsmidler som skal leveres som dette til forbrukeren.
Forskrift om fôrvarer (FOR-2002-11-07-1290)	Formålet med denne forskriften er å sikre at fôret er trygt og dermed ikke er helseskadelig for mennesker eller dyr, eller gjør næringsmidler fra dyr uegnet for konsum. Fôret skal heller ikke ha skadevirkning på miljøet.	Forskriften gjelder tilvirkning, innførsel, utførsel og omsetning av fôrvarer til dyr, samt fôring av dyr.
Forskrift om kosttilskudd (FOR-2004-05-20-755)	Formålet med denne forskriften er å sikre helsemessig trygge kosttilskudd og redelig omsetning av slike.	Denne forskriften gir bestemmelser om sammensetning, merking, markedsføring og omsetning av kosttilskudd i ferdigpakket form til forbruker. Forskriften omfatter ikke legemidler.
Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer (FOR-2013-06-28-844)	Fremme god kvalitet på fisk og fiskevarer til forbruker, og bidra til markedsadgang for norsk fisk og norske fiskevarer i utlandet	Forskriften gjelder fisk og fiskevarer som skal omsettes til humant konsum. Forskriften omfatter alle ledd i produksjonskjeden, fra og med fangst og oppdrett til og med omsetning til forbruker.
Forskrift om ny mat (FOR-2017-07-25-1215)	Formålet med denne forordning er å sikre at det indre marked fungerer tilfredsstillende, samtidig som det sikres et høyt vernenivå for menneskers helse og forbrukernes interesser.	Denne forordning får anvendelse på omsetning av nye næringsmidler på markedet i Unionen
Forskrift om TSE (FOR-2004-03-30-595)	Formålet med denne forskriften er å forebygge, ha kontroll med og utrydde overførbare spongiforme encefalopatiser som kan overføres fra dyr til dyr eller fra dyr til mennesker.	Se Forskrift om TSE (FOR-2004-03-30-595) for spesifisert gjeldende råstoff/produkter
Mateksportforskriften (FOR-2020-06-18-1547)	Forskriften skal bidra til å ivareta markedsadgang for norske produkter og legge til rette for et effektivt sertifikatsystem. Forskriften skal også ivareta at næringsmidler og fôrvarer som er produsert på særskilte vilkår, er helsemessig trygge, jf. kapittel 3.	Forskriften gjelder for virksomheter som produserer, oppbevarer, transporterer eller eksporterer næringsmidler, animaliebidprodukter, fôrvarer, levende dyr og avlsprodukter til land utenfor EØS.
Matlovsforskriften (FOR-2008-12-22-1620)	Sikre helsemessig trygge næringsmidler og fremme helse, kvalitet og forbrukerhensyn langs hele produksjonskjeden, samt ivareta miljøvennlig produksjon. Loven skal videre fremme god plante- og dyrehelse. Loven skal også ivareta hensynet til aktørene langs hele produksjonskjeden, herunder markedsadgang i utlandet	Denne forordning får anvendelse på alle ledd i produksjon, bearbeiding og distribusjon av næringsmidler og fôr.
Næringsmiddelhygieneforskriften (FOR-2008-12-22-1623)	Hovedmålet med de nye alminnelige og særlige hygienereglene er å sikre forbrukerne et høyt vernenivå med hensyn til næringsmiddeltrygghet.	Gjelder all matproduksjon, inkludert produksjon av sjømat og marine ingredienser

3 Kunnskapsoppbygning

Regjeringen ved Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) arbeider for god utnyttelse av hele råstoffet, og høsting og oppdrett av nye arter, deriblant tang og tare, mikroalger, sjøpølse og tunikater. Dette vil være med å bidra til å løse et økende behov for tilgang på mat og nye helseprodukter og samtidig være med å styrke og legge til rette for vekst i norsk bioøkonomi. For arter og produkter som ikke er tillatt utnyttet etter dagens regelverk (f.eks. til bruk i mat eller fôr), vil det være behov for mer forskning og kunnskap for å kunne vurdere nødvendig regelverksutvikling. Det behovet er også aktuelt når det benyttes nye metoder og produksjonsprosesser. Det er viktig at det investeres langsiktige midler til helhetlig videreutvikling for den norske marine bioøkonomien. Det er behov for kunnskap om de nye mulige markedene (helsekost, kosmetikk og farmasi, samt mat og fôrmarkeder med utgangspunkt i nye råstoffkilder) for disse produktene. Per i dag er det lite systematisert kunnskap, det meste er tilfeldig og spredt på tvers av industrier og FoU-miljøer. Det bør legges til rette for at samtlige har muligheten til å ta i bruk ny kunnskap (innovasjon må fremmes).

Ved introduksjon og bruk av nye marine arter til humant konsum, kjæledyrfôr, fôr, kosmetikk og gjødsel er det spesielt viktig å sikre trygge produkter for forbrukerne. Det er derfor viktig å ha god kunnskap om innhold av uønskede stoffer (inkl. tungmetaller, dioksiner, mykotoksiner etc.), næringsstoffer og mikrobiologi i både råvarer og produkter. Regelverket er i noen tilfeller mangelfullt eller i endring, Det er viktig å være tidlig ute med god og grundig dokumentasjon for å kunne påvirke regelverksutviklingen i EU.

Siden det er bedriftene selv som er ansvarlig for at råstoff og produkter følger gjeldene regelverk, vil det være en fordel at bedriftene er kjent med de aktuelle regler, paragrafer og lover på et tidlig tidspunkt i prosessen med å utvikle, produsere og selge produkter og ingredienser. Dette for å unngå at ingredienser og produkter ikke følger gjeldende regelverk og dermed ikke er lovlig å omsette. Det er viktig at bedrifter er klare over at de må ha kontroll på hele verdikjeden fra fangst eller høsting til ferdig produkt. En digital håndbok kan være en av flere løsninger. Om et råstoff eller produkt viser seg å være ny mat (ref. kapittel 8) kreves det god dokumentasjon for å få råstoffet eller produktet godkjent, og det er bedriftene selv som er ansvarlig for å søke om godkjenning og skaffe denne dokumentasjonen for å forsikre at råstoffet/produktet er trygt.

Det finnes flere klynger og nettverk i Norge som setter søkelys på utnyttelse på marine restråstoff og nye marine produkter (Tabell 2). Det er et økende samarbeid på tvers av klyngene. Blant annet har flere samarbeidet om "Land møter Hav"-konferansen [6] som er en bioøkonomikonferanse for å styrke innovasjonsarbeid og verdiskaping i blå og grønn sektor.

Tabell 2 Klynger og nettverk i Norge med fokus på utnyttelse av marine restråstoff og nye marine produkter med link til nettsidene og kontaktpersoner

Klynger	Nettside	Kontaktperson
Algenettverk Nord	algenett.no/hjem	Gunnar Skjellvik gunnar@skjellvik.no
Biotech North	www.biotechnorth.no	Line Kjelstrup line@biotechnorth.no
Blue Legasea	www.legasea.no/legasea	Wenche Uksnøy wenche@legasea.no
Cod Cluster	codcluster.no/	Maiken Johnsen maiken@egga.no
NCE Heidner Biocluster	heidner.no/	Kristiane Haug Berg Kristiane@klosser.no
NCE Seafood Innovation	seafoodinnovation.no/	Nina Stangeland nina@seafoodinnovation.no
Norwegian seaweed farms	no.norwegianseaweedfarms.com/	Nicolai Buer nikolai@lofotenblueharvest.com
The Life science Cluster	tlsc.no/	Hanne Mette Dyrлие Kristensen hannemette@tlsc.no

4 Handelsbegrensinger

Markedet for marint restråstoff er stort og globalt og inkluderer et mangfold av produkter. Bedrifter produserer ulike produkter eller ingredienser fra forskjellige arter, og retter seg mot ulike markeder. Når det juridiske rammeverket er uklart, eller ikke på plass, kan det være komplisert og framstå uoversiktlig for bedrifter som ønsker å eksportere sine produkter basert på marine restråstoff, biprodukter og nye arter. Dette kan da skape problemer for investering og satsing for den marine bioøkonomien og skape usikkerhet for bedriftenes faktiske konkurransevne. Det er derfor behov for å konkretisere hvilke markedshindre som per i dag kan legge begrensinger for handel, for eksempel sertifiseringsordninger, markedsadgang og markedsutvikling.

4.1 Markedsadgang

Ifølge regjeringens strategi for økt verdiskapning av restråstoff er det den økende etterspørselen etter protein globalt som reiser spørsmål om handel og markedsadgang for produkt basert på marint restråstoff. Marked for produkt basert på restråstoff vil som hovedregel ligge utenfor Norge, og handelshindringer vil kunne begrense utviklingen av produkt og prosesser. For å sikre utvikling av norsk industri er det viktig med god markedsadgang. EØS-avtalen (protokoll 9 og andre bilaterale avtaler) sikrer Norge fri eksport av varer til og fra EU-landene og innebærer blant annet fri bevegelse for alle fiske og fiskeprodukter innenfor EØS-området, men samtidig møter varer tollbelastning [7]. Myndighetene arbeider med et overordnet mål om lavest mulig toll for alle marine produkt, i tillegg til at det jobbes med å redusere veterinære handelshinder, noe som gjelder spesielt for land utenfor EØS.

Næringen erfarer at flere produsenter innenfor marin ingrediensindustri møter utfordringer knyttet til klassifisering i internasjonal og nasjonale tolltariffer, det kan for eksempel skje når produktene er sett på som nye. Tolltariffen har et internasjonalt harmonisert system (HS) for nomenklatur. Klassifisering er internasjonal på 6-sifternivå og nasjonal fra siffer 7. Tolltariffen er utformet slik at det kan være vanskelig å finne en naturlig innplassering for flere av produktene. Produkt fra marin ingrediensindustri er i tillegg ofte høyprosesserte med ulike egenskaper, og i noen tilfeller må bedriften velge hvilke egenskaper ved produktet som skal vektlegges ved klassifisering. Dette er også diskutert i rapporten "Norske myndigheters tilrettelegging for sjømateksport", utarbeidet av Nord Universitet, der mulige forbedringer knyttet til opplevde eksportbarrierer av sjømat fra Norge belyses [8]. Å gjennomføre endringer i tolltariffen og i vilkår for markedsadgang, er komplisert og tidkrevende. Uvissheten forbundet med dette kan være begrensende for utnyttelse av restråstoff og nye arter som for eksempel alger. I tråd med utviklingen i næringen er det derfor viktig at regelverk og tolltariffer blir oppdaterte.

Et eksempel på ujevn fortolling er prosesserte marine proteinprodukter. Tørre proteinprodukter går tollfritt inn i EU [9]. Flytende proteinprodukter fra hydrolysater og ensilasje blir derimot påført en importavgift. Et eksempel er Nederland som har satt en importtoll på disse varene på 9,6 %. Dette er bare en teknisk formulering i tariffen, som gjør at produktene havner i en sekkepost (annet, annet, osv.). De flytende produktene kan likestilles med tørre mel og pulver, altså en ingrediens i fôrvarer og burde behandles deretter. Her er det et stort behov for oppdatering av reglene for eksempel ved å lage noen enkle avtaler med EU.

For å sikre markedsadgang kreves det et tett samarbeid mellom næringen og styresmaktene. Styresmaktenes arbeid med markedsadgang kan gjøres gjennom flere spor, både gjennom å sikre en god bilateral dialog og gjennom internasjonalt arbeid.

4.2 Utvikling av markedet

Markedsutvikling kan skje på bakgrunn av ulike mekanismer. Markedsdrevet innovasjon er basert på samspill med kunder og behov identifisert i markedet. Her kan aktørene være direkte involvert som igjen kan gjøre at utviklingen går raskere. Kostnadsdrevet innovasjon er basert på behov for å redusere kostnader både i produktproduksjon og levering av tjenester, hvor utvikling av nye marine ingredienser til etablerte produkter kan være en faktor for kostnadseffektivisering. FoU-drevet innovasjon basert på resultater fra forskningsaktiviteter blir noen ganger satt i gang uten et definert marked for produktet i den andre enden.

Konkurransen i markedet er blant annet fremhevet som en stor utfordring blant bedrifter som baserer sin produksjon på marine ingredienser, spesielt for de bedriftene som søker ut av landet [10]. I rapporten "Verdifulle rester" beskriver bedrifter markedsutfordringer som å konkurrere på like vilkår (toll-tariffer), få produktene godkjent (tekniske barrierer) og konkurransen om markedsandeler. Et eksempel på dette er marint kollagen der det allerede finnes mange kollagenprodukter på markedet, både basert på andre marine arter og bovine kilder. De samme utfordringer ser man for proteinpulver fra restråstoff og nye råstoff, som møter sterk konkurranse fra proteinpulver fra myse som er det dominerende råstoffet. Flere bedrifter i marin ingrediensindustri oppgir for eksempel at de møter mange useriøse aktører i markedet. Særlig innen helsekost, hvor bedriftene må legge ned betydelige ressurser i å utdanne profesjonelle kjøpere og gjøre dem bevisst på de ulike produkttegenskapene. Dette er krevende for små bedrifter å gjøre alene, da det driver kostnadene. Verdien på selve restråstoffet kan som nevnt også være en utfordring. Når bedriftene som skal produsere nye produkter av restråstoff eller nye arter opplever stor usikkerhet i markedene, kan det påvirke betalingsvilje for råstoffingrediensene. Dette nevnes som en av hovedgrunnene til at fartøy i den havgående flåten ikke prioriterer å ta vare på restråstoffet [11]. Dette er riktignok ikke den eneste årsaken, men den lave prisen i første ledd gjør at det blir økonomisk ugunstig å satse på dette området. Usikkerhet og følelse av risiko blant de som ønsker å være med å utvikle denne næringen, kan bidra til at villighet til å gjøre investeringer som må til for økt verdiskaping går ned. Disse utfordringene kan bidra til å forsinke utviklingen av norsk marin bioøkonomi.

Å konkurrere om markedsandeler er i utgangspunktet et bedriftsinternt anliggende. Her er det imidlertid snakk om å bygge opp en ny norsk industri innen bioøkonomien. Internasjonaliseringsprosesser krever tid, penger og kunnskap. Å skulle etablere norske marine ingredienser i internasjonale markeder vil kreve en betydelig felles koordinert innsats mellom det offentlige, næring og FoU-miljøer over flere år. Bedriftene trenger alt fra spesifikk kunnskap om forsyningskjedene og hvordan verdiene fordeler seg i kjeden i marked for de ulike produktene, til kunnskap om ulike inngangsstrategier, kanalvalg, og mulige differensieringsstrategier i forskjellige geografiske områder for å kunne utvikle gode forretningsmodeller. Systematisert kunnskap om markeder for marine ingredienser finnes ikke per i dag. Ser vi mot norsk sjømatnæring har de i flere år hatt en felles front ut i den store verden gjennom Norges sjømatråd AS. Sjømatrådet har både sørget for felles markedsføring i aktuelle markeder, og bistått bedriftene med mer spesifikke oppgaver. Videre har kunnskap blitt bygget opp gjennom store fellesprosjekter, til mindre lukkede prosjekter på tvers av det offentlige, bedriftene og ulike FoU-miljøer.

4.3 Sertifisering- og merkeordninger



Codex Alimentarius er en samling av internasjonalt anerkjente standarder, retningslinjer og andre anbefalinger om mat, matproduksjon, merking av mat og mattrygghet publisert av Food and Agriculture Organization (FAO). Blant annet finnes det standarder for fiskeoljer, fiskesaus, saltfisk og tørrfisk. Det finnes også standarder for proteinprodukter fra hvete, vegetabilske- og soyaprodukter, men det er ikke utarbeidet slike standarder for fiskeproteiner (prosesserte animalske protein og hydrolysert protein) [12].

I tillegg til de lovpålagte regulatoriske ordninger som bedrifter må følge, finnes det en rekke andre sertifiseringsordninger for marint råstoff og produkter. Slik merking kan for eksempel synliggjøre for forbrukere at restråstoffet er fra arter som er bærekraftig fanget eller oppdrettet. Sertifiseringsordningene kan også informere om måten produktet er produsert, og at produktet oppfyller visse standarder i forhold til miljø og bærekraft. Slik merking kan være avgjørende for tilgang til visse markeder og har økt betydning for forbrukere. I løpet av 2021 utgår MSC-godkjenning i Norge på fangst innenfor 12 nautiske mil på grunn av tilstanden til kysttorskbestanden. Næringen er bekymret for hva konsekvensene for dette vil bli med tanke på å få solgt både fisk og restråstoff. Havforskningsinstituttet (HI) utarbeidet i 2020 en statusrapport for kysttorsken som nå har ført til en metoderevisjon i ICES (International Council for the Exploration of the Sea) med todeling av kysttorskbestanden nord for 62° [13, 14].

Tabell 3 viser eksempler over sertifiseringsordninger som er aktuelle for råstoff, restråstoff, nye arter og produkter av disse.

Tabell 3 Eksempler på sertifiseringsordninger som er aktuelle for råstoff, restråstoff, nye arter og produkter av disse

Navn	Kort beskrivelse	Link
ASC – Aquaculture Stewardship Council	The Aquaculture Stewardship Council (ASC) er en sertifiseringsordning for havbruk. ASC sertifiseringen gies bare til sjømat fra anlegg som er uavhengig vurdert og sertifisert som miljø- og sosialt ansvarlige.	 https://www.asc-aqua.org/
BRC- Global Standard for Food Safety.	Brand Reputation Compliance Global Standards ble grunnlagt i 1996 av forhandlere som ønsket å harmonisere matsikkerhetsstandarder på tvers av forsyningskjeden. I dag er BRC globalt anerkjent i både ikke-mat- og matkategorier.	 https://www.brcgs.com/our-standards/food-safety/
Debio/The organic logo	Debio er garantisten for at varer merket med deres godkjenningsmerker er produsert på en økologisk og bærekraftig måte. Debio forvalter, regulerer, og kontrollerer økologisk produksjon og regelverk, og er virksomheters naturlige valg for sertifisering av miljø og kvalitet. I tillegg tilbyr de veiledning og kunnskapsformidling knyttet til merkene gjennom selskapet Debio Info AS.	 The organic logo European Commission (europa.eu)
Friend of the Sea	Friend of the Sea er en sertifiseringsstandard for produkter og tjenester som respekterer og beskytter det marine miljøet. Sertifiseringen tildeles bærekraftig praksis innen fiskeri, havbruk, fiskemel og omega3 fiskeolje. Ordningen promoterer også pilotprosjekter knyttet til restauranter, bærekraftig skipsfart, hvalsafari etc.	 https://friendofthesea.org/friend-of-the-sea/

Navn	Kort beskrivelse	Link
HACCP - Hazard analysis and critical control point	HACCP har til hensikt å sikre at alle helsefarer som utgjør en risiko for mattryggheten er kjent, forebygget, eliminert og redusert til et akseptabelt nivå.	 Hva er HACCP? Mattilsynet
Marin Trust	MarinTrust er et internasjonalt program for sertifisering av marine ingredienser, et initiativ fra Marine Ingredients Certification Ltd.	 IFFO RS MarinTrust (marintrust.com)
MSC – Marine Stewardship Council	Miljømerket med den blå fisken brukes kun på villfanget sjømat som kan spores hele veien tilbake til et MSC-sertifisert bærekraftig fiskeri. Disse bærekraftige fiskeriene fisker kun på levedyktige fiskebestander, sørger for at det er godt med fisk igjen i havet og passer på å ivareta livsmiljøet i havet.	 https://www.msc.org/
Seafood from Norway	"Seafood from Norway" er et generisk varemerke som produsenter av norsk sjømat kan benytte i markedsføring og på produktemballasje på varer som skal omsettes utenfor Norge.	 https://fromnorway.com/

5 Listeføring

Enkelte importland utenfor EU/EØS krever at alt marint råstoff (inkludert restråstoff), samt produsenten av eksportvaren er listeført for at produkter skal få markedsadgang. Importlandet bestemmer selv hvilke produkter de vil importere og hvem de aksepterer på listene sine over godkjente virksomheter. Norske matmyndigheter vil som utgangspunkt alltid foreslå at en norsk liste over godkjente produsenter registrert hos Mattilsynet legges til grunn. Enkelte land krever i tillegg en selvregistrering av eksportør utover det som er registrert i Norge (Kina, Vietnam Brasil, og den Eurasiske Økonomiske Union, EØU). Andre land krever også at importlandet selv skal inspisere og godkjenne produsenten av eksportvaren (f.eks. Argentina). De fleste inspeksjoner er systemrevisjoner, det vil si at importlandets myndigheter kontakter Mattilsynet som gjør en inspeksjon hos virksomheten. Reglene er forskjellige for de ulike landene, men Mateksportforskriften [15] (Tabell 1) samt informative nettsider til Mattilsynet [16] gir god informasjon om hva bedrifter må tenke på før eksport av produkter til et land utenfor EU/EØS. Likevel kan en av utfordringene med listeføring være at importlandene kan endre kravene til eksportlandene på kort varsel. Listeføring er ressurskrevende for norske matmyndigheter, særlig i situasjoner der krav endres på kort varsel, noe som kan få negative konsekvenser for norske produsenter.

Tabell 4 gir en oversikt over land som krever listeføring, og landenes spesifikke listeføringskrav.

Tabell 4 Oversikt over land utenfor EU/EØS som krever listeføring av fisk, fiskerivarer, fartøy og produsenter før import

	Argentina	Australia	Brasil	Chile	Costa Rica	EØU ¹	Israel	Kina	Saudi-Arabia	Storbritannia	Sør-Korea	USA	Vietnam
Krever registrerings skjema av produsenter ²	X		3		X	4		X	X	5	6	X	X
Importtillatelse		7					8	9				X	
Krav til registrering av fôr og fiskeriprodukter	X			10		11							
Fryseskip								X					
Fryse- og fabrikkfartøy								X					
Slakte- og bløggerbåter								X					
Frittstående kjøle- og fryselager								X					
Produksjonsvolum foregående år								X					

1. EØU: den Eurasiske Økonomiske Union, består av Russland, Hviterussland, Kazakhstan, Armenia og Kirgisistan.
2. Produsentene må fylle ut registreringsskjema hos Mattilsynet som oversender informasjonen til landets myndigheter.
3. Mattilsynet krever egenerklæring fra produsenter av sjømat som skal eksportere til Brasil. Erklæringen bekrefter at produsent og produktene er godkjent og at produktene er produsert i henhold til produktgodkjenning i Brasil.
4. Må være godkjent av veterinærtjenesten.
5. Nytt importregime til Storbritannia er publisert på UK sine hjemmesider. [The Border Operating Model - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk)
6. Listeføring av produsenter til Sør-Korea gjøres samlet både for fisk – og fiskevarer og restråstoff https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/

7. Hver forsendelse må inneholde importtillatelse fra australske myndigheter.
8. Gjelder fiskemel og fiskeolje til dyrefôr
9. [Godkjente arter til Kina \(seafood.no\)](http://seafood.no)
10. Chilenske myndigheter krever at fiskevarer produsert av villganget fisk både til humant konsum og ikke-humant konsum følges av erklæringen "[Certificate of legal origin](#)".
11. Bransjeorganisasjonene har utarbeidet to retningslinjer for produksjon av fisk og fiskerivarer for eksport til EØU. En for pelagisk fisk og en for laksefisk.

6 Helsesertifikater/eksportsertifikater

Helsesertifikater er en del av mateksportforskriften [15] (se Tabell 1) og skal sikre at varene som eksporteres ut fra Norge er trygge, og i samsvar med importlandets krav. For å kunne få utstedt et helsesertifikat må eksportør være registrert hos Mattilsynet.

Norge er på det veterinære området harmonisert med EU gjennom EØS-avtalen, og er dermed en del av EUs indre marked også for fisk og fiskeprodukter. Veterinærbestemmelsene gjelder regelverk for hele spekteret av sjømatprodukter og produksjon, dvs. fôr/innsatsvarer, fiskehelse og -velferd, biprodukter og sjømattrygghet. Dette innebærer blant annet fri bevegelse for alle fiskeprodukter og levende fisk innenfor EØS-området, altså uten veterinær grensekontroll mellom Norge og EU [8].

Det er pålagt å ha spesifikke helsesertifikat for eksport av marint råstoff til mange markeder utenfor EU/EØS. I tillegg har noen land egne helsesertifikater for marine produkter og restråstoff (se Tabell 5). Det er eksportørens ansvar å ha oversikt over hvilke krav de ulike importlandene stiller til varene og produsenten, og at alle kravene er oppfylt. Noen land har også krav om forhåndsmelding for visse råstoff før sertifikat kan utstedes (Kina, Sør-Korea, Australia m.fl.).

Prosedyrene for søknad er ulike, avhengig av land som det skal eksporteres til og regler for risikovurdering. I Norge er det kun enkelte av Mattilsynets kontorer som kan utstede helsesertifikater [17], som i praksis betyr at eksportørene må organisere seg logistisk på en måte som ikke alltid er den mest hensiktsmessige. For eksport med fly er dette stort sett uproblematisk, ettersom utstedelse skjer på Mattilsynets kontor på Kløfta som er lokalisert nærme hovedflyplassen Gardermoen.

En utfordring ser ut til å være at Mattilsynets aktuelle kontorer ikke ligger langs de mest hensiktsmessige transportrutene ut av landet. I tillegg kommer begrensede åpningstider, som i liten grad korresponderer med når transportene er ferdig pakket og klare til eksport. Fram til nå har dette vært overkommelig ettersom de fleste eksportmarkeder, hvor landevei har vært den foretrukne transportruten, også er med i EØS og dermed ikke krever helsesertifikat. Situasjonen er imidlertid endret med Brexit. I den grad bedrifter ser for seg eksport av restråstoff til Storbritannia vil fly så langt være mest hensiktsmessig med tanke på helsesertifikater. Prosesserte produkter vil derimot være langt mindre tidssensitive enn fersk sjømat, og kunne dermed enkelt transporteres på båt eller bil, noe som er billigere og mer miljømessig.

Med en ny 3. landspartner som Storbritannia bør det i så stor grad som mulig forhandles frem et elektronisk sertifikat. En annen mulig løsning vil være å åpne for utstedelse av sertifikater på grenseovergangene, og i større grad utenfor ordinær arbeidstid. Foruten Gardermoen utmerker følgende grensestasjoner seg med en stor andel grensepasseringer med sjømateksport: Svinesund, Kivilompolo (Kautokeino), Kristiansand, Narvik og Sandefjord.

Tabell 5 Oversikt over land utenfor EU/EØS som krever spesifikke helsesertifikater (august 2021)

Spesifikke sertifikater	Australia	Brasil	Canada	Chile	India	Kina	Storbritannia ¹	Sør-Korea ²	Taiwan	Tyrkia	USA
Fisk og sjømat til humant konsum (inkluderer restråstoff)		X	X		X	X		X	X	X	X
Lakserogn	X										
Fiskemel og proteiner til humant konsum				X							X
Fiskeolje, fiskemel, hydrolyserte proteiner til ikke humant konsum	X	X	X			X				X	X
Lakseolje til humant konsum	X										
Fiskeolje til humant konsum (ikke lakseolje)	X			X							X

1. Nytt importregime til Storbritannia er publisert på UK sine hjemmesider: [The Border Operating Model - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk/government/news/the-border-operating-model)
2. Sør-Korea har egne sertifikater for restråstoff til humant konsum, for levende/ferske/frosne muslinger, krepsdyr og levende fisk.

7 Regelverket for fremmedstoffer og næringsstoffer i fôr, fôringredienser og sjømat

For at oppdrettsnæringen skal kunne fortsette å vokse og øke produksjonen, trenger næringen tilgang på mer fôr. Marint råstoff i fôr er særlig viktig for å sikre fiskehelse og sørge for at fisk fortsatt er en kilde til marint fett og bærekraftig protein. Det er begrenset mengde marint råstoff tilgjengelig da mange fiskebestander i verden er fullt utnyttet eller overfisket. Det er mulig å benytte både restråstoff fra havbruksnæringen og tradisjonelt fiske, samt nye marine arter for å få tilgang til marint råstoff til fôr. Det er også økende interesse for akvakultur og villhøsting av makroalger til bruk i mat og fôr.

Grenseverdien for et fremmedstoff i mat er den øvre mengden av et stoff som er tillatt i et produkt som skal omsettes i markedet. For en del fremmedstoffer er det ikke etablert en øvre grenseverdi for (sjø)matprodukter. Tilpassing av forskriften for sjømatprodukter må være basert på kunnskap gjennom forskning, deling av data og tilstedeværelse når grenseverdier diskuteres for eksempel i EU.

I EU og EØS finnes det regelverk med øvre grenseverdier av fremmedstoffer i mat, fôringredienser og fôr. Regelverket har som mål å beskytte konsumenten, dyrets helse, og beskytte miljøet. Norske forskrifter følger fôr og matlovgivningen i EU, og blir jevnlig oppdatert i samsvar med endringer i EUs og EØS lovgivning. Eksport av norskproduserte fôrvarer eller sjømat til EU- eller EØS-land må følge EU/EØS-forskriftene.

7.1 Regelverket for fremmedstoffer i mat

I Norge er loven om matproduksjon og mattrygghet spesifisert i matloven ([LOV-2003-12-19-124](#)) (se Tabell 1). Matloven omfatter flere stoffgrupper som blant annet forbudte stoffer (anabole virkestoffer), samt veterinærmedisiner og andre fremmedstoffer som inkluderer miljøgifter.

Det er bedriftene selv som har ansvar for å overholde grenseverdiene. Det er imidlertid krevende, både med tanke på kostnad og på at produktet som regel har blitt omsatt i markedet før tidkrevende analyser gir resultatet. På en annen side kan mottakerlandet, spesielt utenfor EU/EØS, gjennomføre stikkprøvekontroller og stanse forsendelsen eller nedlegge importforbud for den aktuelle arten hvis produktene overskrider grenseverdiene. Noen ganger vil myndighetene i mottakerlandene kreve dokumentasjon på fremmedstoffinnholdet i disse artene for å kartlegge om det dreier seg om en enkelthendelse eller om det er utrykk for et mer systematisk problem. Slike avklaringer kan i noen tilfeller være vanskelig å gi hvis det ikke finnes nok dokumentasjon på den aktuelle arten.

Det har over flere år vært arbeidet med å dokumentere fremmedstoffinnholdet i norsk sjømat for å sikre markedsadgang for sjømatprodukter, og resultatene er publisert i en offentlig database (<https://sjomatdata.hi.no/>). For villfisk har det vært gjennomført grundige undersøkelser (basisundersøkelser) for Norges viktigste kommersielle arter. I tilfeller der en art viser overskridelser av grenseverdier kan det innføres fangstforbud, gjerne innenfor et spesifikt geografisk område. Fangstforbudet kommer ofte med størrelsesbegrensninger på fisken siden fremmedstoffinnholdet gjenspeiler miljøforhold og alder da eldre individer av arter høyt oppe i næringskjeden inneholder mest fremmedstoffer. Basisundersøkelsene har vært finansiert både av myndighetene og næringen, og det har vært fokusert på de viktigste kommersielle artene (f.eks. torsk, sild, makrell, sei og hyse). Det finnes noe dokumentasjon på fremmedstoffinnholdet i mindre vanlige kommersielle arter, for eksempel kolmule, antarktisk krill, lodde, tobis og øyepål, og i noen restråstoffprodukter. For nye marine arter finnes det

lite tilgjengelige data på fremmedstoffer, men forskning pågår. Som et eksempel kan det nevnes at kunnskapen om makroalger (tang og tare) har økt betraktelig de siste årene og bidratt til å utvikle regelverket. Regulativet for arsen i mat er begrenset, der ingen øvre grenseverdi for totalt arsen eller uorganisk arsen foreligger, med unntak av bruk i fôr og fôrmidler (Tabell 6). Når regelverket skal utvikles, bør det tas hensyn til den store forskjellen i giftighet til de ulike arsenformene, og regelverket bør være basert på mengde uorganisk arsen. Det er også utfordringer knyttet til analysebestemmelse av uorganisk arsen, og særlig i forhold til prøver fra alger, som kan forklare hvorfor regelverket ikke er endret.

Det er derfor nødvendig å innføre overvåking lokalt der algene vokser. HI jobber med å overvåke makroalgens innhold av næringsstoffer og uønskede stoffer fra både akvakultur og villhøsting, og rapporterer funnene til Mattilsynet og Den europeiske myndighet for næringsmiddeltrygghet (EFSA).

I tillegg til fokuset på fremmedstoffer har det også vært fokus på næringsstoffinnholdet i sjømat og resultatene publiseres i Sjømatdatabasen. Dette er viktig for å kunne gjøre helhetsvurderinger, på en slik måte at både positive og negative effekter blir vurdert, og at det kan dannes grunnlag for kunnskapsbaserte kostanbefalinger og advarsler. Tilgang på nok mat og kunnskap om ernæringsmessig riktig og trygg mat er også sentralt i et matsikkerhetsperspektiv.

En kontinuerlig overvåkning gir et situasjonsbilde av tilstanden i fiskeri og akvakultur med hensyn på fremmedstoffer og er av stor betydning for å sikre markedsadgang for norske sjømatprodukter. Utvikling av regelverk og grenseverdier er avhengig av dokumentasjon både på konsentrasjon og kjemisk form av fremmedstoffer. Grenseverdier som ikke er basert på kunnskap om nivåer i sjømat kan være et hinder for markedsadgang.

Tabell 6 gir en oversikt over grenseverdier for fremmedstoffer i matprodukter, og da spesifikt for marine produkter.

Tabell 6 Eksempler over noen øvre grenseverdier for fremmedstoffer og jod i sjømat, og fremmedstoffer der det ikke er etablert (i.e.) øvre grenseverdi, gjeldende i EU.

Fremmedstoff	Fisk	Annen sjømat/marine produkter	Kosttilskudd
Arsen (As)	i.e.	i.e.	i.e.
Uorganisk As	i.e.	Alger 3,0 mg/kg tørrvekt ^{3, 4}	i.e.
Kadmium (Cd)	0,05–0,25 mg/kg ¹	Krepsdyr: 0,5 mg/kg Skalldyr: 1,0 mg/kg Blekksprut: 1,0 mg/kg Alger: 0,5 mg/kg ^{3,4}	1,0 mg/kg våtvekt Alger og skalldyr: 3,0 mg/kg våtvekt
Kvikksølv (Hg)	0,5–1,0 mg/kg ²	Alger 0,01 mg/kg ^{3,4}	0,10 mg/kg våtvekt
Bly (Pb)	0,30 mg/kg	Krepsdyr 0,5 mg/kg Skalldyr 1,5 mg/kg Blekksprut 1,0 mg/kg Alger 5,0 mg/kg ⁴ tørrvekt ³	3,0 mg/kg våtvekt
Fluor (F)	i.e.	i.e.	i.e..
Jod	i.e.	2000 mg/kg tørrvekt ³	i.e..
Dioksiner (PCDD/Fs)	3,5 ngTEQ/kg	i.e.	i.e..
Dioksiner (PCDD/Fs+DL-PCB) ⁵	6,5 ngTEQ/kg ⁴	i.e.	i.e..
PCB-6 ⁶	75 µg/kg	i.e..	i.e.
Sum DDT	i.e.	i.e..	i.e.
Sum Dieldrin+Aldrin	i.e.	i.e.	i.e.
Sum toksafen	i.e.	i.e.	i.e.
Sum endosulfan	i.e.	i.e.	i.e.
HCB	i.e.	i.e.	i.e.
PAH som BaP	i.e..	Skalldyr 2 µg/kg	i.e.
PAH som PAH 4 ⁷	i.e.	Skalldyr 12 µg/kg	i.e.

i.e. = ikke etablert.

1. Øvre grenseverdi er 0,05 mg/kg ww for muskel av fisk, med unntak av spesifikke fiskearter som har øvre grenseverdi på 0,10 mg/kg ww og 0,30 mg/kg ww, spesifisert i regulativ (EC) No 78/2005 av 25 januar 2005.
2. Øvre grenseverdi er 0,50 mg/kg ww for muskel av fisk, med unntak av spesifikke fiskearter som har øvre grenseverdi på 0,10 mg/kg ww, spesifisert i regulativ (EC) No 78/2005 av 25 januar 2005.
3. Det er ikke etablert øvre grenseverdier for spiselig alge/tare i Europa. Frankrike var det første EU-landet som etablerte en spesifikk evaluering av bruk av tare til human konsum. I Frankrike er 25 algearter listet som mat. Algene må ikke overstige disse øvre nivåene for tungmetaller og jod. <https://www.ceva-algues.com/wp-content/uploads/2020/03/CEVA-Edible-algae-FR-and-EU-regulatory-update-2019.pdf>
4. Overvåkning av As, Cd, Pb, og I i makroalger og halofytter er anbefalt av EFSA for å kunne etablere spesifikke grenseverdier på sikt.
5. Sum dioksiner (PCDD/Fs) pluss dioksinlignende PCB (DL-PCB) i ngTEQ/kg. Det foreligger forslag om å redusere disse øvre grenseverdier.
6. Ikke-dioksin lignende PCBer (sum PCB6) i µg/kg.
7. PAH4 er sum av benzo(a)pyren (BaP), benz(a)anthracen, benzo(b)fluoranthren og chrysen (PAH-4). Gjelder for produkter som ikke er varmebehandlet eller røykt.

7.2 Regelverket for fôr og fôringredienser

Regler for fôr og fôringredienser er beskrevet iblant annet "[forskrifter for fôrvarer](#)" og "[forskrift for tilsetningsstoffer til bruk i fôrvarer](#)" som ligger under matloven ([LOV-2003-12-19-124](#)). Det er bedriftene selv som har ansvaret for å overholde regelverket, og Mattilsynet gjennomfører overvåkning for å kartlegge potensielle farer knyttet til fiskefôr som kan være en risiko for folkehelse, fiskehelse eller som kan føre til skader på miljøet.

Forekomst og konsentrasjon av fremmedstoffer og næringsstoffer i fiskefôr er dokumentert i det årlige overvåkningsprogrammet for fiskefôr som gjennomføres av HI på vegne av Mattilsynet. I tillegg dokumenteres forekomst av fremmedstoff og essensielle mikronæringsstoffer i fôringredienser som fiskemel, fiskeolje, vegetabilsk mel, vegetabilsk olje, insektsmel og vitamin-/mineralpremikser. Tabell 7 viser en oversikt over stoffgrupper av fremmedstoffer, tilsetningsstoffer og essensielle næringsstoffer med øvre grenseverdier som blir overvåket gjennom overvåkningsprogrammet for fiskefôr og overvåkningsprogrammet for fôrmidler.

7.3 Fremmedstoffer og mikronæringsstoffer i fôr

Fôret til oppdrettslaks er en av de viktigste faktorene som kan påvirke fiskens helse, mattrygghet, og miljøet rundt oppdrettsanleggene. Fremmedstoffer i fôr kommer fra tilstedeværelse av disse i fôringrediensene. De mest kjente fremmedstoffene i laksefôr er de persistente organiske miljøgiftene (POPs; "persistent organic pollutants"), som for eksempel PCB, dioksiner og klorerte plantevernmidler som ikke lenger er i bruk. POPs kjennetegnes ved at de er lite nedbrytbare og fettløselige, og etter mange års produksjon og bruk i produkter på land ender de i havet via for eksempel utslipp fra elver. På grunn av den lange nedbrytningstiden, akkumulerer de i den marine næringskjeden og forårsaker forhøyede nivåer i fet fisk. Fiskeolje produsert av pelagisk villfisk er derfor hovedkilden til disse fremmedstoffene i laksefôr. Metaller og metalloider som kadmium, bly, kvikksølv, og arsen er også ofte i fokus i forbindelse med matvaretrygghet [18]. Det er kjent at fiskeolje er hovedkilden til POPs i fiskefôr [19] mens fiskemel, som er en proteinkilde i fôret er hovedkilde til metaller og metalloider i laksefôr [18]. Tabell 8 viser en oversikt over grenseverdier for de mest relevante fremmedstoffene i det marine miljø, samt særgrenser for marine fôrmidler. For eksempel har de fleste marine produkter naturlige høye nivåer av metalloidet som arsen. Arsen i marine fisker finnes ofte naturlig i organiske former som ikke finnes i matproduserende landdyr. Disse marine organiske arsenformene er ofte mindre giftig enn uorganisk arsen, som ofte forbindes med noen landbaserte produkter, som for eksempel ris. Noen marine råstoff som blåskjell og tang har imidlertid også relativt høye nivåer av den mer toksiske uorganiske arsenen [20, 21]. Det er viktig at fôrforskriften presiserer nivåer av både totalt arsen og uorganisk arsen for å sikre en trygg bruk av nye marine råvarer i fôrproduksjon. En slik tilpassing av fôrforskriften bør være basert på kunnskap gjennom forskning. Deling av data fra norske forhold med EFSA er svært viktig for at EU-kommisjonen skal kunne gjøre kunnskapsbaserte beslutninger som tar hensyn til særegne forhold med sjømat, både i forhold til konsentrasjon og kjemisk form av fremmedstoffer.

I tillegg til fremmedstoffer har en rekke essensielle mikronæringsstoffer, som for eksempel vitaminer og essensielle mineraler, grense for øverste tillate innhold (se Tabell 1 Forskrift for tilsetningsstoffer til bruk i fôrvarer). Mikronæringsstoffer kan være tilsatt fôret for å dekke dyrets ernæringsbehov eller de kan være naturlig til stede i fôringredienser, både vegetabilske og marine råvarer. Selen og vitamin D er to mikronæringsstoffer som kan være til stede i naturlige høye konsentrasjoner i marine fôrråvarer, der fiskemel er en typisk hovedkilde til selen mens fiskeolje er sett på som en hovedkilde til fettløselige vitamin D.

På grunn av hensyn til konsumentens helse er det strenge grenseverdier for selen og vitamin D i dyrefôr, noe som har ført til bekymring om fôret dekker dyrets behov for disse næringsstoffene. Gjennom kunnskapsbasert dokumentasjon ble den øvre grenseverdien for vitamin D i laksefôr hevet i 2019, slik at det i laksefôr nå er tillatt med vitamin D-konsentrasjoner som bedre ivaretar dyrets helse. For selen er grenseverdiene fremdeles strenge, og resultater fra det årlige overvåkningsprogrammet

for fiskefôr viser at laksefôr overskrider denne grenseverdien når tilsatt og naturlig forekommende selen fra marine ingredienser summeres. For flere av mikronæringsstoffene er det ikke mulig å vise med analytiske metoder om stoffet er tilsatt eller om det kommer naturlig fra fôringrediensene, mens det øverste tillatte nivået gjelder om stoffet er tilsatt i fôret. Dette er utfordrende når det gjelder å kunne kontrollere om fôrene inneholder nivåer under det øverste tillatte nivået av mikronæringsstoffer.

Det er viktig å utvikle og etablere analytiske metoder for å ha de riktige verktøyene for å kunne etterfølge regelverket. Fravær av dette arbeidet kan hindre en kunnskapsbasert regelverksutvikling som tar hensyn til de særegne forhold ved marine fôrmidler.

Tabell 7 Liste over stoffgrupper av fremmedstoffer, tilsetningsstoffer og essensielle næringsstoffer som er forbudte, har øvre grenseverdier eller har grense for øverste tillatte innhold, i fôr og fôringredienser, og som blir overvåket gjennom overvåkingsprogrammet for fiskefôr og overvåkingsprogrammet for fôrmidler. Stoffgrupper merket i kursiv er inkludert i overvåkingen, men har ikke en øvre grenseverdi for hele stoffgruppen eller for enkeltstoffer i gruppen.

Stoffgrupper	Fremmedstoffer og essensielle stoffer som er forbudte, har øvre grenseverdier eller et øverste tillatte innhold i fôr og fôringredienser
Forbudte fôrmidler	Prosesserte animalske protein (PAP) fra drøvtyggere
Uønskede stoff, mikrobiologi	Salmonella Enterobacteriaceae <i>Mykotoksiner</i>
Uønskede stoff, organiske	Klorerte Pesticider <i>Polyklorerte bifenyler (PCB)</i> Dioksiner (PCDD/PCDF) og dioksinlignende-PCB (dl-PCB) <i>Polybromerte difenyeter (PBDE)</i> <i>Bromerte flammehemmer (HBCD og TBBP-A)</i> <i>Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)</i> <i>Glycidylestere og 3-MCPD-estere</i> <i>Perfluorerte forbindelser (PFAS)</i>
Uønskede stoff, metall og metalloider	Arsen (As), Kadmium (Cd), bly (Pb), kvikksølv (Hg) Uorganisk arsen <i>Metylkvikksølv</i>
Tilsetningsstoffer med grenser for øverste tillatte innhold	Buthylhydroksyanisol (BHA) Buthylhydroksytoluen (BHT) Propylgallat Ethoxyquin (EQ)
Essensielle næringsstoff med grenser for øverste tillatte innhold	Mineraler (Fe, Zn, Cu, Mn, Co, Se, Mo) Fluor (F) Vitamin D3

1. Regelverket for EQ ble endret i 2017, da det ikke ble godkjent som tilsetningsstoff. Etter 31. mars 2020 ble det ikke tillatt å omsette fôrmidler som er tilsatt EQ, men det var tillatt å benytte fôrmidlene til produksjon av fôrblandinger frem til 30.juni 2020.

Tabell 8 gir en oversikt over øvre grenseverdier for fremmedstoffer i fullfôr til fisk og fôrmidler.

Tabell 8 Oversikt over øvre grenseverdier for fremmedstoffer i fullfôr til fisk og fôrmidler

Fremmedstoff	Fullfôr til fisk	Fôrmidler Fiskeolje	Fôrmidler Fiskemel	Fôrmidler av marine produkter	Fôrmidler Alger
Arsen (As)	10 mg/kg ³	25 mg/kg ^{2,3}	25 mg/kg ³	25 mg/kg ³	40 mg/kg ³
Uorganisk As	2 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg	2 mg/kg
Kadmium (Cd)	1 mg/kg	2 mg/kg ⁴	2 mg/kg	i.e.	2 mg/kg
Kvikksølv (Hg)	0,2 mg/kg	0,5 mg/kg	0,5 mg/kg	i.e.	0,5 mg/kg
Bly (Pb)	5 mg/kg	10 mg/kg	10 mg/kg	i.e.	10 mg/kg
Fluor (F)	150 mg/kg	500 mg/kg	500 mg/kg	3000 mg/kg ⁵	i.e.
Jod (I)	20 mg/kg ⁶	i.e.	i.e.	i.e.	2-5 mg/kg
Selen (Se)	0,5 mg/kg ⁶	i.e.	i.e.	i.e.	i.e.
Fe, Zn, Cu, Mn, Co, Mo ⁷				-	
Dioksiner (PCDD/Fs)	1,75 ng TEQ/kg	1,25 ng TEQ/kg	5,0 ng TEQ/kg	i.e.	i.e.
Dioksiner (PCDD/Fs+DL-PCB) ⁸	5,5 ng TEQ/kg	4,0 ng TEQ/kg	20 ngTEQ/kg	i.e.	i.e.
PCB-6 ⁹	40 µg/kg	30 µg/kg	175 µg/kg	i.e.	i.e.
Sum DDT	50 mg/kg	50 mg/kg	500 mg/kg	i.e.	i.e.
Sum Dieldrin+Aldrin	20 mg/kg	10 mg/kg	100 mg/kg	i.e.	i.e.
Sum toksafen	20 mg/kg	20 mg/kg	50 mg/kg	i.e.	i.e.
Sum endosulfan	50 mg/kg	100 mg/kg	100 mg/kg	i.e.	i.e.
HCB	10 mg/kg	10 mg/kg	200 mg/kg	i.e.	i.e.

i.e. = ikke etablert.

- Etter Direktiv 2002/32/EC, uønskede stoffer i dyrefôr. Grenseverdiene er gitt relativt to fôr og fôrmidlar med 12 % fuktighet (a moisture content of 12%).
- Ikke spesifisert for fiskeolje, men er oppgitt for fôrmidler. Grenseverdiene viser til et samlet arseninnhold.
- På anmodning fra vedkommende myndighet, skal ansvarlig driftsleder utføre en analyse for å vise at innholdet av uorganisk arsen er lavere enn 2 ppm. Denne analysen er særlig viktig for algearten *Hizikia fusiforme*.
- Ikke spesifisert for fiskeolje.
- Marine krepsdyr som f.eks. krill.
- Tilsetningsstoff med øverste tillatte innhold i fullfôr (gjelder for summen av det naturlig forekommende og tilsatt mengde i fôrvaren, men bare hvis stoffet er tilsatt).
- Essensielle mineraler som ofte er tilsatt gjennom mineralblanding til fiskefôr. Tilsetningsstoff, med øverste tillatte innhold i fullfôr; gjelder for summen av det naturlig forekommende og tilsatt mengde i fôrvaren, men bare hvis stoffet er tilsatt. Jern (Fe) (750 mg/kg), Sink (Zn) (180 mg/kg for fôr til salmonid), Kobber (Cu) (100 mg/kg), Mangan (Mn) (100 mg/kg), Kobolt (co) (1 mg/kg), Molybden (mo) (2,5 mg/kg).
- Sum dioksiner (PCDD/Fs) og dioksiner pluss dioksin lignende PCB (DL-PCB) i ng TEQ/kg. Det foreligger forslag til å redusere disse øvre grenseverdier.
- Ikke-dioksin-lignende PCBer (sum PCB6 er summen av PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 og PCB 180) i µg/kg.

7.4 Animalske biprodukter som dyrefôr

På grunn av kugalskapsskandalen i Storbritannia på 80- og 90-tallet har EU utviklet et strengt regelverk for bruk av animalske biprodukter i fôr (se TSE-forskriften, tabell 1). Kugalskap skyldes overføring av "smittsomme proteiner" kalt prioner og spredning av sykdommen skjedde ved at dyrene fikk i seg prioner ved å spise fôr som inneholdt animalske biprodukt, som kjøtt- og beinmel, produsert av døde drøvtyggere som hadde hatt kugalskap. Sykdommen kan føre til skader på sentralnervesystemet og er overførbart til mennesker. Selv om sykdommen er svært sjelden har alvorlighetsgraden ført til utvikling

av et omfattende og strengt regelverk for bruk av animalske biprodukter i fôr. Med noen få unntak, er det ikke tillatt å bruke proteiner av animalsk opprinnelse i fôr til matproduserende dyr. Et unntak er fiskemel som er tillatt å bruke i fôr til fisk, fjørfe og svin. Det er visse krav til hvilke dyr som kan inngå i produksjonen av fiskemel, og for at fiskemel skal kunne brukes i fôr til matproduserende dyr må det bearbeides etter godkjent behandlingsmetode. Opprettede virvelløse akvatiske dyr er produksjonsdyr, og fôr/substrat til slike dyr må oppfylle alle krav til fôr for matproduserende dyr [22].

Definisjonen av fiskemel setter noen begrensinger for hvilke arter det kan lages fiskemel av. Fiskemel kan produseres fra ville og oppdrettede fisk (kjevelløse fisk, bruskfisk og beinfisk), bløtdyr (f.eks. skjell) og krepsdyr (f.eks. krill). Det kan også produseres fra ville sjøstjerner av arten *Asterias rubens* som er høstet fra produksjonsområder for bløtdyr. Fiskemel kan også produseres fra alle andre oppdrettede virvelløse akvatiske dyr [22].

Av ville virvelløse akvatiske dyr, kan fiskemel bare produseres fra dyr tilhørende rekkene bløtdyr og krepsdyr (se [Animaliebiproduktforskriften](#), Tabell 1). Dette betyr at for eksempel ville tunikater (sekkdyr), sjøpølse, kråkeboller og andre sjøstjerner ikke er tillatt å bruke til fôr. Disse bestemmelsene begrenser også bruken av animalske biprodukter av fisk til fôring av insekter eller andre organismer som igjen skal brukes til fôr da disse blir definert som produksjonsdyr og har derfor samme krav til fôr som andre produksjonsdyr. Bestemmelsene hindrer dermed også bruken av for eksempel matavfall (som inneholder animalsk protein) og fiskeslam som substrat i oppdrett av insekter til mat eller fôr. Slam fra lakseoppdrett består av fôrrester og faeces som fanges opp med filtersystem. Faeces går lett i oppløsning og er vanskelig å samle opp, men slam inneholder generelt en betydelig andel fôrrester. Fôr og faeces har ulik sammensetning og mengden fôr i slammet har derfor betydning for eventuell videre bruk av slam [23]. Bruken av fiskeslam som substrat ved dyrking av encellede organismer er ikke regulert, og det er uklart om dette kan aksepteres da det ikke skal følge med rester av substratet i sluttproduktet som skal brukes til fôr. Det vil være en utfordring å fjerne partikler og oppløst stoff fra slam fullstendig fra de dyrkede cellene, og det bør utvikles analysemetodikk for å dokumentere at produktet ikke inneholder rester av slam.

Det er forbud mot bruk av animalske biprodukter av samme dyreart i matproduserende dyr, men hydrolysert marint protein (mindre enn 10 kDa) er ikke omfattet av definisjonene til prosesserte animalske protein (PAP) og er dermed ikke omfattet av fôringsforbudet og artsbarrierekravet. Det er ikke fastsatt krav til hydrolysemetoden og heller ikke krav til hydrolysegrad av sluttproduktet. I Norge må virksomheter som skal få godkjenning for produksjon av hydrolysert protein dokumentere fravær av PAP og sikre at produktet ikke medfører smittefare. Analysemetode for påvisning av animalske bestanddeler er lysmikroskopimetoden jf. forordning EU 51/2013 som innføres ved kontrollforskriften [24]. Denne metoden kan ikke bestemme størrelse på proteinene, og det finnes mer egnede metoder som kan brukes til dette formålet (f.eks. SDS-PAGE, SEC, diverse hydrolysegradmetoder).

Det strenge regelverket på bruk av animalske biprodukt har ført til at mange proteinkilder ikke kan utnyttes. Det mangler imidlertid forskningsbasert dokumentasjon for om det forekommer prionsmitte fra fisk og andre marine organismer. Dette er derfor et område som det bør bygges opp kompetanse på.

8 Ny Mat (Novel Food)

Råstoff, inkludert hel fisk og restråstoff, som skal brukes til humant konsum må være godkjent gjennom forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer [25] (se Tabell 1). Bruken av ny mat og nye ingredienser har vært regulert og harmonisert i EU siden 1997 [26]. Dersom det ikke kan dokumenteres at råstoffet har vært vesentlig i bruk innen EØS før 15. mai 1997 kreves ny mat-godkjenning via EU-kommisjonen før det kan omsettes. Hva som menes med "vesentlig bruk" kan tidvis være vanskelig å bestemme, men en veiledning for definisjonen er utarbeidet ([Novel Food Catalogue \(europa.eu\)](http://Novel Food Catalogue (europa.eu))). Om det likevel er usikkert om hvorvidt produktet anses som ny mat må det sendes en forespørsel til EØS-medlemslandet hvor bedriften først har til hensikt å markedsføre næringsmiddelet. En slik forespørsel må inneholde tilstrekkelig informasjon for evaluering av ny mat-status. Det vil være til fordel om det foreligger informasjon av den art som fører til "ikke ny mat"-status.

Næringsmidler, ingredienser og teknologier som krever ny mat-godkjenning er definert i forskrift om ny mat [27] (se Tabell 1). Som relevant for marint restråstoff og utnyttelse av nye arter kan ny mat-definisjonen som omhandler næringsmidler som er isolert eller produsert fra dyr, eller deres deler, nevnes. Dersom næringsmidlet har vært i bruk utenfor EU/EØS uten påvist helseskader er det mulig å benytte en forenklet godkjenningprosedyre [27].

Det er bedriftene selv som er ansvarlig for å søke om godkjenning og skaffe dokumentasjon for å forsikre at næringsmidlet er trygt. Søknaden må blant annet inneholde navnet på, en beskrivelse av det nye næringsmiddelet, produksjonsprosessen, grundige opplysninger om sammensetningen, vitenskapelig dokumentasjon som viser at produktet er helsemessig trygt, forslag til bruksbetingelser og merkekrav. I tillegg er det gitt krav til søknader etter den vanlige prosedyren, disse inkluderer blant annet krav til vitenskapelige data, administrative opplysninger, og hvordan søknaden skal struktureres og innholdet presenteres. EFSA har ansvar for sikkerhetsvurderingen av mulige nye næringsmidler. En detaljert beskrivelse av informasjonsbehov for ulike typer næringsmidler er gitt i EFSA journal (2016) [28]. For komplekst sammensatte og hele produkter kan det være vanskelig å gjennomføre en risikovurdering slik som beskrevet av EFSA. Generelt må prosesseringsmetodens påvirkning på kjemiske og fysiokjemiske egenskaper ved produktet beskrives grundig. Eksempler på prosesseringsmetoder som kan påvirke et produkts sammensetning er termisk behandling og ekstraksjonsmetoder. Det finnes også tilfeller hvor EFSA har etterspurt produksjonsutbytte med den hensikt å vurdere mulig inntak av det nye produktet sammenlignet med inntak av lignende produkter som blir ansett som trygge. Kjemisk og mikrobiell data må utarbeides av søkeren, men kan også suppleres med data fra vitenskapelig litteratur. I komplekse produkter kan det være umulig å kvantifisere alle komponenter, men det bør tilstrebes å identifisere så stor andel av komponentene som mulig. Kvantitative og kvalitative data på komponenter som kan være skadelig for konsumenten må inkluderes i søknaden. I tillegg burde informasjon om lagringsstabilitet inkluderes. Det kan forventes at EFSA etterspør ytterligere informasjon under gjennomgang av søknaden, noe som vil være søknadsavhengig.

Selv om både prosesseringsmetoden og råstoffet er kjent, kan det likevel være nødvendig med ny mat-godkjenning hvis resultatet er et nytt produkt, som for eksempel om prosesseringen fører til en signifikant endring i sammensetning sammenlignet med et kjent produkt. Dette kan vise seg å bli et hinder for eksport av nye produkter, da det i tillegg til å være en vanskelig prosess for bedrifter, også kan stoppes av utgifter da bedriften selv må stå for kostnadene for å få et produkt godkjent. Dersom det er flere mindre bedrifter som jobber med å utvikle lignende produkter kan det være hensiktsmessig å samarbeide om ny-mat godkjenning. Det har blitt estimert at søknadsprosessen kan koste alt fra

0,3–4 millioner EUR, og 4–15 millioner EUR dersom kostnader forbundet med FoU i forkant av søknaden er inkludert. Regelverket for ny mat kan også være en begrensning for bruk av nye ressurser. Potensielle ressurser som sjøpølse og trøffeltang er eksempler på arter som sannsynligvis vil regnes som ny mat og kan derved være godkjenningsspliktig før omsetning. Søknader under ny mat-regelverket er ressurs- og tidkrevende. Mattryggheten må være omstendelig dokumentert og innebærer omfattende kunnskap og analyser av blant annet fremmedstoffer. Det er en stor arbeidsbyrde for bedriftene å stå til ansvar for hele prosessen, der både tiden dette tar og det økonomiske aspektet av det kan være utfordrende.

9 Kosttilskudd

Kosttilskudd er produkter som er beregnet til å supplere et vanlig kosthold med visse typer næringsstoff. Produktene er konsentrerte kilder av blant annet mineraler, vitaminer og omega-3-fettsyrer. Det finnes flere kosttilskudd-produkter på markedet i dag produsert av restråstoff og nye arter. Blant annet tran (torskeleverolje), lakseolje, calanusolje, krillolje, proteinpulver fra fisk og kollagenprodukter fra fiskeskinn. Gjeldende regelverk for kosttilskudd er blant annet regulert gjennom "[Forskrift om ny mat](#)", "[Forskrift om ernærings- og helsepåstander om næringsmidler](#)" og "[Forskrift om kosttilskudd](#)" (Tabell 1). Formålet med disse er å sikre at det indre marked fungerer tilfredsstillende, samtidig som det sikres et høyt vernnivå for menneskers helse og forbrukernes interesser, og å sikre helsemessig trygge kosttilskudd og redelig omsetning.

For å belyse de spesifikke utfordringene med godkjenning av helsepåstander knyttet til kosttilskudd, har Jan Erik Olsen, Zooca og Jaran Rauø, Marealis AS, kommet med innspill.

9.1 Tilbakemelding fra næringen

9.1.1 Zooca

Det er store forskjeller på hva som kreves for ingrediensgodkjenning som ny mat og helsepåstander. Canada, USA og Australia er land Norge kan sammenlignes med, og i disse landene er det større mulighetsrom for å utvikle helsepåstander enn i EU, der kravene er i nærheten av farmasøytisk dokumentasjon. Det er ønskelig at EU skal redefinere kravsettet sitt for helsepåstander og legge seg på samme linje som eksempelvis Canada. Eventuelt at EU definerer "aksepterte regulatory bodies" og dermed anerkjenner godkjenningene som er gjort hos for eksempel Canada. Australia innfører et slikt system der de anerkjenner både EU og Canada (med flere) og dermed vil akseptere en enklere godkjenningsprosess hos TGA (Therapeutic Goods Administration, helsedepartementet i Australia) dersom ingredienser allerede er godkjente av disse.

De fleste innovasjonsprosjekter rundt nye ingredienser har en høy risikoprofil når det kommer til levedyktighet, og gjøres ofte av nye bedrifter eller bedrifter med annen kjerneaktivitet. Det kreves ofte svært høye investeringer (gjerne mer enn 100 millioner NOK) for å selge en matingrediens med dokumentert og godkjent positiv helseeffekt, og dette er utvilsomt et stort hinder. Det er nødvendig å kunne formidle nytteverdien av ingrediensen og produktet for å få innpass i relevant marked. Å bryte regelverket vil gå på bekostning av integritet og seriøsitet, og er en kortsiktig strategi. Å søke om godkjente helsepåstander i EU er vanskelig. Som eksempel kan man peke på at hverken probiotika, vitamin K2, koenzym Q10/QH eller lutein så langt har fått noen godkjente helsepåstander i EU til tross for at det eksisterer mye dokumentasjon på disse ingrediensene.

9.1.2 Marealis AS

Kravene til godkjenning av sikkerheten ved nye produkter som skal selges i EU er ikke problematisk, men forskriften for ernærings- og helsepåstander i næringsmidler (se Tabell 1), som er harmonisert med regelverket i EU, fører til størst utfordring. Dette omhandler de kravene som stilles for å få lov til å bruke en helsepåstand på et produkt som skal selges i markedene i EU.

Det er i dag svært strenge krav til klinisk dokumentasjon for bruk av helsepåstand, og det er ønskelig at en revurderer regelverket til å være mer på linje med regelverket i Canada og USA. Marealis har vitenskapelig dokumentert effekt for reduksjon av forhøyet blodtrykk. Denne dokumentasjonen har vært en del av den dokumentasjonen Marealis har brukt for å få godkjenning fra Health Canada og FDA/USA (U.S. Food and Drug Administration) på sikkerhet og muligheten til å kunne bruke en "soft claim", som for eksempel "Helps to maintain a normal blood pressure", i markedsføringen. I EU og Norge (som er harmonisert med EFSA) har imidlertid denne dokumentasjonen bare fått godkjenning som ny mat. Søknad om bruk av helsepåstand vil være neste steg, men det vil kreve minst én ytterligere klinisk studie som viser statistisk signifikante data for i hele tatt å kunne bli vurdert av EFSA. Kliniske studier er kostbare, og det er usikkert om helsepåstanden blir godkjent selv om det foreligger to uavhengige kliniske studier med vitenskapelig dokumentert effekt. Denne uforutsigbarheten i EFSA-systemet gjør at risikoen med å gjennomføre kliniske studier er stor fordi man ikke vet noe om mulighetene for å faktisk få godkjenning. I tillegg vurderes kravene som svært strenge og sjansene for å bli avvist er store.

Denne utfordringen gjelder ikke bare Marealis, men alle som tenker å ta frem teknisk og godt dokumenterte produkter fra for eksempel marint restråstoff. For å kunne selge og markedsføre produktene som kosttilskudd er en soft-claim som er vanlig i USA og Canada ønskelig.

Norge og EU satser mye forskningspenger på utvikling av produkter av høyere verdi fra ubrukt biomasse, som for eksempel dyrefôr, ingredienser, bioaktive produkter og farmasøytiske ingredienser, men da må kanskje de samme myndigheter se på regelverket for markedsføring og salg. Det er ikke ønskelig å gå tilbake til tiden før 2012 da alle nesten kunne påstå det meste om effekt, men slik det er i dag er nåløyet for trangt og systemet for uforutsigbart.

10 Prosessering av marine restråstoffer og nye arter til mat og fôr

Mye av restråstoffet og råmaterialet som ikke er anvendt i dag egner seg ikke i sin opprinnelige form, og trenger derfor å bli videre bearbeidet eller prosessert til et spesifikt produkt. Dette gjelder både for produkter som er tiltenkt brukt i fôr og produkter som skal til humant konsum. Det er økende fokus på restråstoff i FoU-miljøet. For eksempel har Nofima interne satsningsområder på prosessering av proteinrike restråstoff (PEPTEK) [29] og prosessovervåking (SPEKTEK) [30], samt alger (TASTYKELP) [31]. SINTEF Ocean har satsingsområder på høsting, dyrking og prosessering av marine ressurser til framtidens mat og fôr.

Det finnes mange ulike metoder for å bearbeide råstoffet, dette kan være enzymatisk hydrolyse, mel-produksjon, ensilasje, isolering av biopolymerer, slik som kitin, kollagen eller alginat, samt pressing eller ekstrahering av olje.

Ulike prosesseringsmetoder kan oppkonsentrere, fortynne eller fjerne nivåer av fremmedstoffer og næringsstoffer i marine råstoff. Et eksempel er at prosessering (blanchering) av brunalger kan redusere innholdet av jod signifikant uten å påvirke næringsinnholdet i særlig grad [32]. Det er også vist at jodinnhold kan reduseres i tare ved tørking, koking og frysing som dermed åpner for flere bruksområder for disse artene [33].

Det er utført studier av BfR (German Federal Institute for Risk Assessment) som har undersøkt hvordan prosessering kan påvirke mengden plantevernmidler i plante produkter. Prosesseringsfaktorer beregner hvor stor andel av plantevernmidler som blir overført fra den uproseserte råvaren til det prosesserte produktet. Både prosesseringsbetingelsene og de kjemiske egenskapene til plantevernmiddelet er med å avgjøre mengden plantevernmidler i sluttproduktet. Disse prosesseringsfaktorene [34] er utarbeidet på oppdrag fra EFSA, og kan brukes til å beregne de øvre grenseverdiene i ett prosessert plante produkt basert på den øvre grenseverdien satt for avlinger. Utvikling av prosesseringsfaktorer tilpasset marint råstoff vil kunne gjøre det mulig å vurdere om nivåer av fremmedstoffer i råvarene vil føre til utfordringer for sluttproduktet. Dette vil være et verktøy som kan benyttes av virksomheter på alle typer marine restråstoff eller nye arter for å unngå tap av ressurser. Et slikt verktøy/modell må være basert på kunnskap gjennom forskning.

Flere av de marine råvarene som i framtiden kan være aktuelle å bruke er helt nye, og derfor er det ikke opparbeidet nok informasjon for å vite hva slags produksjonsprosesser som vil være aktuelle. I EU-prosjektet "MEESO" [35] og HI-NFD-prosjektet "Mesopelagisk Prosessering", ble prosesseringsfaktorer for prosessering av mesopelagisk biomasse til fôringredienser etablert, og nylig publisert [36].

Det er mye aktivitet i Norge på å utvikle nye produkter, og innenfor utvikling av nye prosesser. Mange av disse prosessene utvikles i laboratorieskala, og skalering av disse prosessene er ofte en hindring for kommersialisering. Dette siden det i mange tilfeller mangler tilgjengelig infrastruktur som er egnet til å lage produkter i kommersiell skala. I tillegg er mye av infrastrukturen som er tilgjengelig ikke tilpasset de prosessene som skal til for å lage kommersielle produkter, eller de er utdaterte, ikke effektive og har et høyt forbruk av vann og energi. Rask utvikling gjør det vanskelig å oppdatere infrastrukturene i samme tempo og til riktig volum. En annen utfordring er at infrastruktur i industriell størrelse er svært kostbart, det er derfor stor risiko for produsenter å investere i slikt utstyr før et produkt er etablert i markedet. En mulighet for nye produsenter er å ta i bruk offentlige demonstrasjonsanlegg for å gjøre prototypeproduksjoner eller periodiske småproduksjoner i en oppstartsfasen (se Tabell 9 for oversikt

over tilgjengelige demonstrasjonsanlegg i Norge). Dette gjør det mulig å teste ut en prosess i industriskala, både for å se om produktet er attraktivt på markedet, samt gjøre endringer i prosessen og dermed produktet, basert på tilbakemeldinger fra ulike stakeholdere.

En utfordring med bruk av demonstrasjonsanlegg er at de ofte er fleksible i struktur for å kunne tilpasse seg mange ulike prosesser. Infrastruktur som ikke er skreddersydd et produkt kan føre til lavere utbytte enn et anlegg som er strømlinjeformet og tilpasset en spesifikk prosess. Dette er noe som må tas med i kostnadsberegninger når produksjonskostnader opp mot en mulig markedsverdi skal vurderes.



Figur 1 Produksjonssjef Sverre Aarøen og forskningssjef Ragnhild Dragøy fra Nofima ved nasjonalt anlegg for marin bioprosessering, Biotep i Kaldfjorden (Foto: Lars Andersen, Nofima)

Tabell 9 Oversikt over tilgjengelig demonstrasjonsanlegg i Norge

Navn	Lokasjon	Biomasse	Utvalg av infrastruktur*	Food/feed-grade godkjenning	Kontaktperson
Aquafeed Technology Center ATC	Bergen	Marin biomasse, biprodukter, insekter og plantemateriale, alger og encellede organismer	Forsøkslaber og analyseplattformer Fermentering Mikroalgelab Pilotanlegg for algeproduksjon (NAM) Pilotanlegg for prosessteknologi Pilotanlegg for førteknologi	Feed-grade	Nofima Åge Otherhals Norce Dorinde Kleinegris UiB Nils Kåre Birkeland
NAM, Nasjonal Algepilot Mongstad	Bergen	Dyrking av mikroalger	Photobioreaktorer (3 x 40 L, 250 L, 4 x 800 L) Evodos sentrifuge	Feed-grade	Norce Hans T. Kleivdal CO2Bio UiB
Pilotanlegg for førteknologi		Marin biomasse, planter, fjærkre ++	Kverner Ekstruder (100-200 kg/t) Pellet presse Vaakum oil coater	Feed-grade	Nofima Odd Helge Romarheim
Pilotanlegg for prosessteknologi	Bergen	Marin biomasse, planter, fjærkre ++	Reaktortanker (2 x 50 L, 2 x 200 L) 2/3 dekanter, Filteringsanlegg, Destilleringsanlegg, Spraytørke Kvern	Feed-grade	Nofima Åge Oterhals
BIOPRO - Oljeraffinerer	Trondheim	Marine oljer og annen marin biomasse	Tre reaktorer Vakuumanlegg Destillasjonsanlegg (Short path distillation)	Ja	SINTEF Ocean Robert Wolff
BIOTEP – nasjonalt anlegg for marin bioprosessering	Kaldfjorden (Tromsø)	Marin biomasse + plantemateriale	Kvern Hydrolysetanker (2 x 1000 L) Separator Inndamper Filteringsanlegg Spraytørke	Ja	Nofima Sverre Aarøen (Produksjonssjef) Runar Gjerp Solstad
Mobile SeaLab + inndamper	Trondheim (mobil)	Marin biomasse, alger og fjærkre	Kvern Varmevexler Hydrolysetank Trikanter Polerings-sentrifuge-inndamper	Må søke Mattilsynet ved hvert oppdrag	SINTEF Ocean Bendik Toldnes

*Besøk hjemmesidene for fullstendig oversikt over infrastruktur.



Figur 2 *Forskningsaktivitet i Fôrteknologisenteret i Bergen, f.v. Katerina Kousoulaki, Lars Thoresen og Tone Aspevik (Foto: Helge Skodvin, Nofima)*



Figur 3 *Kontainerforsøk (Foto: Jannicke Fugledal Remme, SINTEF Ocean)*

11 Råstoffgrupper

Dette kapittelet er inndelt i seksjonene hvitfisk, pelagisk/mesopelagisk, havbruk, skalldyr, alger, og nye arter der det under hvert punkt er eksempler på utnyttelse av restråstoff per dags dato.

11.1 Hvitfisk

Hvitfisk inkluderer i denne sammenheng artene torsk, sei, hyse, blåkkeite, lange, brosme, uer og steinbit. Vanlige restråstoff skapt fra prosessering av hvitfisk er hoder, tunger, lever, rogn, melke, avskjær, skinn, bein, rygger, mager, tarmer og svømmeblære [37].

11.1.1 Mengder restråstoff

Det er estimert at cirka 127 000 tonn tilgjengelig restråstoff av hvitfisk fra norske fiskerier ikke ble utnyttet i 2020 [37] (Tabell 10). Særlig torskefisket i perioden januar – april skaper store mengder restråstoff. Det er den havgående flåten som står for 59 % av ikke utnyttet restråstoff. Hovedgrunnen til dette er mangel på teknologiske løsninger om bord og økonomiske incentiver for å bringe råstoffet til land [1]. Den havgående flåten prosesserer mye fisk om bord der store deler av restråstoffet ikke blir tatt vare på, men om bord i nyere fartøy er det en økende grad av utnyttelse av restråstoff, da særlig i form av mel- og oljeproduksjon. Den havgående flåten eksporterer også en del av råstoffet uten videre bearbeiding i Norge, noe som fører til at restråstoffet oppstår i andre land [37].

Tabell 10 Tabellen viser estimert fordeling av liten og stor kystflåte og havgående flåte i tonn i 2020 (Kilde: Fiskeridirektoratet, SSB, Salgslagene, Kontali Analyse og SINTEF) (Tabellen er hentet fra Analyse marint restråstoff 2020 [37])

	Liten kyst	Stor kyst (28 m+)	Havgående flåte (trål, autoline)	Totalt (tonn)	Prosentvis andel
Oppstått restråstoff	110 000	82 000	99 000	291 000	100
Ikke utnyttet	14 000 (12,7 %)	38 000 (46,3 %)	75 000 (75 %)	127 000	43,6
Utnyttet	96 000 (87,3 %)	44 000 (53,7 %)	24 000 (25 %)	164 000	56,4

Restråstoff fra hvitfisk, som alt annet råstoff, kan gå til humant konsum så lenge råstoffet er behandlet som mat hele veien. Biprodukter som oppstår fra hvitfiskprosessering, er hovedsakelig kategori 3 råstoff og kan brukes i fôr til husdyr og kjæledyr (se kapittel 2, klassifisering av råstoff og aktuelt regelverk).

11.1.2 Eksempler på utnyttelse

Det er flere aktører i Norge som utnytter restråstoff fra hvitfisk til høyverdiprodukter (se Tabell 11).

Tabell 11 Eksempler på bedrifter som utnytter restråstoff fra hvitfisknæringen til produksjon av høyverdiprodukter, mat og fôr

Produsent	Råstoff	Produkt
Høyverdiprodukter		
Aquarius AS	Hvitfisk/Pelagisk	Fiskeolje og proteinkonsentrat
Fortuna Oils	Hvitfisk/Pelagisk/Laks	Omega-3-olje
Lofoten Marine Oils AS	Hvitfisk	Tran
Orkla Health AS	Hvitfisk/Pelagisk	Tran og fiskeolje
Ottar Statle AS	Hvitfisk	Rå fiskeolje og fett
Pharma Marine AS	Bløtdyr/Pelagisk/hvitfisk/alger	Fiskeolje/Omega-3-olje
Seagarden	Hvitfisk/skalldyr	Kollagenpulver, proteinpulver
Vesterålen Marine Olje	Hvitfisk	Omega-3-olje
Matprodusenter		
Liholmen Produksjon AS, Lerøy Seafood Group, Myre Havbruk, Mills, Kavli, Stabburet, Insula		
Produsenter av fôr, dyrefôr, ensilasje etc.		
Hordafôr, ScanBio, Vesterålen Marine Proteiner, Fin-fin-finne (tørket restråstoff fra skrei)		

11.1.3 Begrensninger

Hvitfisk blir brukt til produksjon av tran og fiskeoljer. Marine oljer kan inneholde høye nivåer av metallet arsen, der arsenolipider er hovedformen av arsen [38]. Det mangler kunnskap om disse forbindelsene er giftige. Bare marine organismer har arsen i form av arsenolipider, og de er så langt ikke funnet hos landdyr eller planteprodukter. Det er ikke etablert en øvre grenseverdi for totalt arsen, eller uorganisk arsen i mat, med unntak av noen typer matprodukter der det er satt øvre grenser for uorganisk arsen (ris, risprodukter og barnemat basert på ris). Per i dag er det behov for mer kunnskap om giftighet og risikovurderinger av arsenolipider i mat og fôr. Dette vil være viktig kunnskapsgrunnlag for en eventuell utvikling av regelverket.

Aktuelle forskningsprosjekter - Hvitfisk

Go BIG

Prosjektet Go BIG er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) der Nofima og Myre Havbruk har ønsket å videreføre prosjektet "Høyverdiskaping fra hvitfiskrestråstoff". I dette prosjektet ble proteinpulveret fra torskerygger spesielt godt mottatt hos ulike interessenter i markedet, og det var dette produktet som ble videreutviklet utover en demonstrasjonsfase i Go BIG-prosjektet. Målet har vært å designe det beste anlegget til å best ta vare på og sikre maksimal utnyttelse og inntjening fra restråstoff fra slakt av hvitfisk. Det som har vært viktig å undersøke er om variasjoner i type råstoff som går inn, med tanke på fangstmetode og forbehandling, gir variasjoner i produktet i parametere som er enten målbare eller kan avdekkes i markedsundersøkelser.

Heads up I/II

Prosjektene HEADS UP I og HEADS UP II er prosjekter styrt av SINTEF Ocean i samarbeid med Fjordlaks AS, og finansiert av FHF. Disse prosjektene tar utgangspunkt i å øke verdien av restråstoff fra hvitfisknæringen ved å se på hydrolyseteknologi for hvitfisk restråstoff.

Notably

I dette prosjektet finansiert av Norges forskningsråd skal det utvikles en ny teknologisk løsning der prosessering av restråstoff fra torsk (og kylling) skal skje i flere trinn slik at komponentene som kan utvinnes fra restråstoffet blir mer verdifulle enn de er i dag. Nofima samarbeider i dette prosjektet med Sintef Industri, Simula, Lunds universitet, Brødrene Karlsen, Biomega group, Norilia og Bioco.

SUPREME

SINTEF Ocean er tildelt et større forskningsprosjekt av Norges forskningsråd, SUPREME, der det skal jobbes for å øke utnyttelsesgraden og verdiskaping fra restråstoff fra hvitfisk ved å utvikle løsninger for ombordhåndtering, logistikk og prosessering av ingredienser fra restråstoff fra den havgående fiskeflåten. Samarbeidspartnere er NTNU, Matis, Nordic Wildfish, ScanBio, Fjordlaks AS og Flow solutions.



Figur 4 Torskehoder kan bli til proteinpulver, forsker Jan Arne Arnesen på laben i Tromsø (Foto: Audun Iversen, Nofima)



Figur 5 Fiskeprotein i filet og pulverform (Foto: Jannicke Fugledal Remme, SINTEF Ocean)

11.2 Pelagisk/mesopelagisk

Hovedmengden av restråstoff fra pelagisk sektor er fra sild og makrell. Øvrige arter som tobis, øyepål, kolmule etc. går inn i fiskemel-/oljeindustrien og det oppstår dermed ikke restråstoff fra disse artene [37]. Mesopelagiske arter består av en blandet biomasse, som for eksempel laksesild, krill, og maneter. Denne rapporten inkluderer hovedsakelig artene laksesild og lysprikkfisk i dette kapitlet. Krill og raudåte (*Calanus finmarchicus*) er inkludert under skalldyr.

11.2.1 Mengder råstoff/restråstoff

I 2020 oppstod det totalt nærmere 236 000 tonn restråstoff innen pelagisk sektor (tall hentet fra [37]). Råstoffet kommer primært fra filetering av sild (rundt 70–75 %). Kun 2–4 % av landet makrell foredles til filet, og den resterende delen på cirka 350 000 tonn eksporteres ut av landet rundfrosset. Dette innebærer at en stor del av verdiøkningen basert på både råstoff og avskjær fra makrell går tapt for Norge.

Det er foreløpig liten eller ingen kommersiell fangst av mesopelagisk fisk. Det foregår per dags dato flere forsøksprosjekt der forsøksfiske blir studert (som f.eks. MEESO og SFI Harvest).

Næringsaktører mener det er viktig å se på hvordan omsetningen av mesopelagiske arter reguleres. Ved auksjon må det bygges anlegg med stor kapasitet som raskt kan ta unna store fangster. Dette kan føre til overkapasitet slik at bedriftene står stille deler av året. Dette er enormt kapitalkrevende og fører all risiko over på landindustrien. Det er ønskelig at det fiskes jevnt med forutsigbare leveranser året gjennom som vil gi langsiktige avtaler mellom fisker og landindustri.

11.2.2 Eksempel på utnyttelse

Det er flere aktører i Norge som utnytter pelagisk restråstoff til høyverdi produkter (se Tabell 12).

Tabell 12 Eksempler på utnyttelse av pelagisk råstoff

Produsent	Råstoff	Produkt
Høyverdi produkter		
Arctic Bioscience (Arctic nutrition)	Silderogn	HRO350 – Behandling mot psoriasis. Romega – ekstrakt
Grøntvedt Nutri	Sild	Olje og mel
Pelagia	Pelagisk	E-pax. Omega-3-konsentrat Er aktiv i flere prosjekter for å finne nye bruksområder for proteiner fra pelagisk fisk til høyverdi produkter.
Vedde AS	Pelagisk	Fiskeolje, fiskemel og fosfolipider

11.2.3 Begrensninger

Fremmedstoffer i føringredienser og sjømat. Mesopelagisk fangst består av en blandet biomasse ofte bestående av små mesopelagisk arter, som for eksempel laksesild, krill og maneter. I likhet med pelagisk fisk, kan mesopelagisk biomasse prosesseres til føringredienser som olje og mel. Olje prosessert fra mesopelagisk biomasse har jevnt over lavere konsentrasjoner av organiske miljøgifter (som dioksiner, PCBer, klorerte pesticider) sammenlignet med kommersielle oljer fra pelagiske fiskearter (f.eks. kolmule) som er brukt i dagens laksefôr [36]. Mesopelagisk mel (protein) har høyere nivåer av kadmium og fluor enn mel produsert fra pelagiske fiskearter. Undersøkelser som så langt har

blitt utført viser at kadmiumnivåene i mesopelagisk mel ikke overstiger øvre grenseverdier mens mesopelagisk mel kan ha fluornivåer som overstiger øvre grenseverdi [36]. Krill er kjent for å ha høye naturlige nivåer av fluor, og andel av krill i en mesopelagisk biomasse bestemmer derfor nivået av fluor i mel. Det er etablert øvre grenseverdi for fluor for mel av krill, og denne grensen er høyere enn grensen som er satt for fluor i fiskemel (300 versus 500 mg/kg). Det er uklart om mesopelagisk mel (som kan inneholde varierende andel krill) kan betraktes som krillmel eller fiskemel. Det finnes flere prosesseteknikker for å fjerne fluor fra krillmel [39, 40].



Figur 6 Restråstoff fra sildefiletproduksjon (Foto: Lars-Åke Andersen, Nofima)

Aktuelle forskningsprosjekter – Pelagisk

Kartlegging av optimalt pelagisk råstoff til produksjon av fermentert fiskesaus

Hovedmålet i dette FHF-prosjektet ledet av Nofima er å kartlegge egnetheten av ulike pelagiske råstoff til produksjon av fermentert fiskesaus. Prosjektet vil kunne øke muligheten for utnyttelse av restråstoff fra pelagisk fisk som per i dag ikke anvendes til humant konsum. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Noumami AS og Pelagia AS.

Klar sildeolje til humant konsum

I dette prosjektet ledet av SINTEF Ocean er målet å utvikle en effektiv industriell prosess for å oppnå en klar sildeolje ved kjøletemperatur (ned til 2 °C) som kan brukes til humant konsum. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Grøntvedt Nutri AS, Andersen Process Consulting AS, Pelagia AS, GC Rieber Vivomega AS, Margildi, Epax Norway AS og NTNU.

Meeso

Meeso er ett tverrfaglig H2020 prosjekt (GA#817669) som undersøker om mesopelagisk fisk, som lever mellom 200 og 1000 m dyp, kan utnyttes på en bærekraftig måte. Prosjektet ser på om økosystemet tåler fiskeri og hva slags produkter som kan utvikles fra de ulike typene mesopelagiske arter som finnes i ulike områder i Europa. Prosjektet har 19 partnere og industri fra 10 europeiske land.

SFI Harvest

Senter for forskningsdrevet innovasjon med SINTEF som vertsinstusjon som skal utvikle teknologi og kunnskap for ansvarlig høsting og foredling av lite utnyttede lavtrofiske arter i havet. Arter som raudåte, atlantisk krill, laksesild og lysprikkfisk skal undersøkes i løpet av senterperioden og bruksområder er både mat og fôr. Prosjektet har 18 samarbeidspartnere.

SMELL

I dette FHF-prosjektet ledet av Nofima, har hovedmålet vært å utvikle en prosess for å fremstille et lukt- og smaksnøytralt proteinprodukt fra enzymatisk hydrolysat og limvann av makrellavskjær for humant konsum i første omgang, og til petfood i andre omgang. Samarbeidspartner er SINTEF Industri.

SUMMER H2020

SUMMER 2020 (H2020-EU.3.2.3.1.) er et prosjekt ledet av SINTEF Ocean der man vil etablere en protokoll for nøyaktig estimering av mesopelagisk biomasse. Gjennom prosjektet vil man kvantifisere økosystemene rundt det mesopelagiske samfunnet og utvikle verktøy for beslutningsstøtte. Et slikt beslutningsstøtteverktøy vil bidra til å balansere mellom ulike utnyttelsessenarioer. Prosjektet har 22 samarbeidspartnere.



Figur 7 Fiskerimesse i Shanghai med norsk makrell. Kinesiske sjømatoppskrifter inkluderer gjerne bruk av hele fisken (Foto: Sjømatrådet)

11.3 Havbruk

Definisjonen på havbruk er akvakultur som foregår i havvann. Akvakultur omfatter oppdrett og dyrking av alle slags organismer i vann. Fiskeoppdrett, skalldyroppdrett og tang- og tare dyrking i sjøvann er ulike former for havbruk. I denne rapporten vil havbruk sette søkelys på oppdrett av laks og ørret. Det er egne kapitler for hvitfisk, alger og kreps/skalldyr.

11.3.1 Mengder råstoff/restråstoff

Tall fra SINTEF/kontali-rapporten 2020 [37] viser at totalt slaktet kvantum av laks og ørret i Norge i 2020 var cirka 1 491 000 tonn rund, bløgget vekt. Målt i levende vekt, og lagt sammen med beregnet mengde dødfisk og utkast, utgjorde dette et råstoffgrunnlag på cirka 1 585 000 tonn. Av dette utgjorde restråstoffet nærmere 478 000 tonn, hvorav 93 % ble utnyttet. Det er per d.d. kun fritt blod fra laks og ørret som ikke blir utnyttet i havbruksnæringen.

11.3.2 Eksempler på utnyttelse

Det er flere aktører i Norge som utnytter restråstoff fra havbruksnæringen til produkter med høy verdi (Tabell 13).

Tabell 13 Eksempler på bedrifter som utnytter restråstoff fra havbruk til produksjon av høyverdiprodukter

Produsent	Råstoff	Produkt
Høyverdiprodukter		
Akva Ren as	Laks	Proteinkonsentrat til pelsdyrfôr Lakseolje til pelsdyrfôr Teknisk olje til fyring
Biomega AS	Laks	Proteinpulver Lakseolje
BLT Berg Lipidtech AS	Laks	Omega-3 konsentrat
Hofseth Biocare ASA	Laks	Proteinpulver Lakseolje Kalsium beinpulver Kollagenpeptidpulver
Lerøy/Nofima/Norinova	Lakseblod	Jern-kosttilskudd
Norskin	Lakseskinn	Garvet lakseskinn
NutriMar AS	Laks	Lakseolje, mel og hydrolysat som ingrediens i fôr til akvakultur og dyr
Regenics as	Lakserogn	Sårheling
Matprodusenter		
Tofterøy, Spesialgrossisten AS (Lakserogn, rognkjeksrogn)		

11.3.3 Begrensninger

Det aller meste av restråstoff fra havbruksnæringen blir i dag utnyttet, og det er kun fritt blod fra laks og ørret som ikke utnyttes. Kontrollert uttak og slakting av fisk gjør at restråstoffet er av god kvalitet og biprodukter er hovedsakelig kategori 3 som har en rekke bruksområder (se kapittel 2). Blant annet kan restråstoffet brukes som fôr til matproduserende dyr. Ved å prosessere restråstoff fra laks på en slik måte at animalske bestanddeler ikke kan påvises ved lysmikroskopering, vil heller ikke artsbarrierekravet være gjeldene og produktene kan også brukes i fôr til oppdrettslaks.

Dødfisk som oppstår i merdene vil kategoriseres som biprodukter kategori 1 eller 2 og dermed ha mer begrensede bruksområder (se kapittel 2). Dersom det oppstår smitte i oppdrettsanlegg (ILA, IPN), algeoppblomstring eller høyt smittetrykk fra lakselus vil dette også føre til at råstoffet betegnes som biprodukter i kategori 1 eller 2 og begrense bruken av råstoffet og restråstoff. Det har i den siste tiden blitt utviklet et biogassanlegg for energiproduksjon fra dødfisk (Mjøsanlegget Biogass) [41], noe som er en positiv utvikling med tanke på verdiskapning og bærekraft i havbruk.



Figur 8 Olje fra ørrethode (Foto: Jannicke Fugledal Remme, SINTEF Ocean)

Aktuelle forskningsprosjekter – Havbruk

Aquabiopro-FIT

Aquabiopro-FIT er et Nofima-ledet EU-prosjekt (GA#790956) som satser på å utvikle høykvalitetsproteiner og bioaktive komponenter fra blant annet marint restråstoff og nye marine arter. Prosjekter jobber med å oppkonsentrere næringsstoffer og funksjonelle komponenter som skal brukes inn mot sportsernæring samt fysisk og psykisk velværeprodukter. Konsortiet består av 12 partnere fra 7 europeiske land.

Lakseblod - fra avfall til verdi

Nofima, sammen med Norinnova, Universitetet i Tromsø og Lerøy Norway Seafoods ser på muligheten for å hente ut hemoglobin fra lakseblodet som jerntilskudd. Lakseblod fra norsk oppdrettsindustri blir behandlet som et avfallsprodukt og er det eneste bi-produktet fra laks som ikke er kommersielt utnyttet. Prosjektets mål er å bruke den høyst tilgjengelige råvaren lakseblod, for å produsere nye kvalitetsprodukter med unik posisjon. Produktet er tiltenkt å ha flere anvendelsesområder og entre markedet for kosttilskudd og berikelse av mat. Et vellykket resultat fra dette prosjektet har potensialet til å gjøre avfall om til verdi. Dette vil kunne skape nye arbeidsplasser i Norge, og nye produkter med helsebedrende effekt. Her er det nå utviklet jernpulver som er testet ut på mennesker i liten skala, med svært gode resultater.

Omega

Omega er et forskningsprosjekt ledet av SINTEF Industri hvor SINTEF Ocean, NTNU og Høgskulen på Vestlandet er blant partnerne. Prosjektet har som mål å optimalisere produksjon av olje og geleatin fra lakserestråstoff for å deretter benytte gelatin som veggmateriale for mikroinnskapsulering av oljen. Det vil bidra til å hindre oksidasjon og lettere innblande oljen i ulike matvarer.



Figur 9 Nofima har laget et jernpulver fra lakseblod. Forsker Runar Gjerp Solstad i Nofimas prosesshall i Tromsø (Foto: Audun Iversen, Nofima)

11.4 Skalldyr

Herunder inkluderes blant annet bløtdyr og krepsdyr som taskekrabbe, snøkrabbe, kongekrabbe, raudåte, krill, østers og reker.

11.4.1 Mengder (rest)råstoff

Det ble landet cirka 44 000 tonn reker, taskekrabbe, snøkrabbe og kongekrabbe i 2020. Fra dette oppstod det cirka 13 000 tonn restråstoff. Reker utgjorde cirka 28 000 tonn av landingene og av dette er det beregnet cirka 9 400 tonn med restråstoff, kalkulert til 7 000 tonn etter avvanning. Nærmere 68 % av rekene ble landet i Troms og Finnmark. All kongekrabben ble landet i samme fylke. Beregnet utnyttet restråstoffmengde av skalldyr utgjør omtrent 7 800 tonn, 62 % av beregnet restråstoffmengde [37]. Fangstrappport på krill viser at det ble landet cirka 249 000 tonn antarktisk krill i 2020 (tall fra Fiskeridirektoratet).

Totalkvoten på raudåte er satt til 254 000 tonn, der forskningskvotene er inkludert i totalkvoten. I 2019 ble det landet 352 tonn (tall fra SSB).

11.4.2 Eksempler på utnyttelse

Det er flere aktører i Norge som utnytter råstoff og restråstoff fra skalldyr til høyverdi produkter (se tabell 14).

Tabell 14 Eksempler på utnyttelse av skalldyr/bløtdyr

Produsent	Råstoff	Produkt
Aker Biomarine AS	Krill	Krillolje, krillmel, proteinpulver
Bjørge Ocean as	Østers Blåskjell	Østerekstrakt Blåskjellekstrakt
Chitinor	Rekeskall	Chitopharm Hydamer
Marealis	Rekeskall	PreCardix *
NutriShell	Brunkrabbe	Smaksforsterker (NutriCrab Aqua)
Zooca (Calanus AS)	Raudåte	Zooca original (Calanus®Oil) (kosttilskudd) *

*Har ny mat-godkjenning

11.4.3 Begrensinger

Tidligere undersøkelser har vist at nivået av kadmium kan være høyt i taskekrabbe. Konsentrasjonene av kadmium både i klokjøtt og brunmat har blitt vist å være betydelig høyere i krabbe fra Nord-Norge sammenlignet med krabbe fra lengre sør i landet [42]. Det er innmat som er hovedsakelig høy på kadmium. Kongekrabbe har lave konsentrasjoner av metaller og persistente organiske miljøgifter [43]. Men også for denne arten krabbe har det blitt sett forskjeller i nivå av metaller mellom lokasjoner.

Muslinger og blåskjell kan inneholde høyere nivåer av tungmetaller sammenlignet med andre marine organismer. Særlig kan nivået av arsen og uorganisk arsen variere mye gjennom sesongen innen samme lokasjon, samt også mellom lokasjoner [20]. Det er det lite kunnskap om hva som påvirker de store variasjonene i totalt og uorganisk arsen i blåskjell.

Innhold av algetoksiner i blåskjell kan være en begrensning for bruk. Mattilsynet overvåker alggifter i blåskjell og på matportalen [44] er det mulig å sjekke om det er trygt å spise blåskjell fra ulike distrikt.

Olje ekstrahert fra krill og raudåte kan også inneholde nivåer av arsen. Det antas at formene av arsen er arsenolipider i oljeprodukter, men det er lite kunnskap om de spesifikke lipid-formene.

Det er også mulig å gjennomføre dekontaminering av marine oljeprodukter for å fjerne miljøgifter etc., men hvert ekstra steg i produksjonsprosessen fører til ekstra kostnader, noe som påvirker inntjeningen fra produktet. Det finnes få dekontamineringsanlegg per i dag, og for små produsenter av restråstoff (av for eksempel kongekrabbe) vil det mest sannsynlig ikke være lønnsomt å dekontaminere produkter for salg til humant konsum eller fôr.



Figur 10 Seniorforsker Sten Siikavuopio med snøkrabbe (Foto: Jon-Are Berg-Jacobsen, Nofima)

Aktuelle forskningsprosjekter – Skalldyr

Biprodukter fra kongekrabbe

I dette prosjektet som er finansiert av FHF var hovedmålet å framskaffe kunnskap som kan bidra til å avgjøre om det kan etableres en bærekraftig næringsvirksomhet basert på biprodukter fra kongekrabbe. Kunnskapen skal bidra til å løse et avfallsproblem, samtidig som muligheten for et inntektsbidrag basert på videreforedling avklares. Samarbeidspartnere er Norsk Hummer AS, Capefish group AS og Norway Kingcrab AS.

Snowmap

I dette tverrfaglige forskningsprosjektet har man studert ulike sentrale ledd i verdikjeden for snøkrabbefisket i Barentshavet, fra fangst, levendelagring, prosessering, restråstoff, forvaltning og marked. Målet med prosjektet har vært å skaffe kunnskap for å kunne utnytte den nye norske ressursen på best mulig måte.

11.5 Alger (makro og mikro)

Makroalger eller "tang og tare" er en uformell gruppering som betegner flercellede alger som kan sees uten bruk av mikroskop og vokser i strandsonen eller på grunt vann. Makroalger finnes i alle de tre store algegruppene: brunalger, rødalger og grønnalger. Mikroalger er enkeltcelleorganismer som kan vokse under svært forskjellige forhold [45] og de er primære produsenter av essensielle næringsstoffer og inneholder viktige mengder næringsstoffer (proteiner, langkjedete omega-3 flerumettede fettsyrer, vitaminer, karbohydrater, antioksidanter, pigmenter og mineraler).

11.5.1 Mengder råstoff

I Norge og resten av Europa er dyrking av makroalger i en tidlig fase og produksjonen er foreløpig lav, men interessen er stor og det er mange aktører involvert i hele næringskjeden. Det har vært størst fokus på sukkertare i Norge og av et totalt produksjonsvolum på cirka 152 000 tonn utgjorde sukkertare den største delen av det totale produksjonsvolumet (tall fra 2020) [46]. Den store interessen knyttet til akkurat sukkertare (og butare) i Norge skyldes at disse er de enkleste makroalgeartene å dyrke i sjø og at de egner seg svært godt for norske kystområder. Eksportverdi for stortare og grisatang er cirka 1,5 milliarder NOK per år [47]. Mikroalger har i stor grad blitt isolert fra naturen og dyrket i laboratorier i forskningsøyemed, men kommersielt dyrkes kun noen få arter. Ifølge en studie av Araujo *et al.*, 2021 [48] er de mest dyrkede artene *Europa Chlorella spp.*, *Nannochloropsis spp.*, *Haematococcus pluvialis* og *Spirulina* (blågrønnalge). I den samme studien er det blitt estimert at den europeiske mikroalgeproduksjonen er på omtrent 182 tonn tørrvekt, og 142 tonn tørrvekt *Spirulina*. Det foregår forskningsprosjekter på dyrking av kiselalger ved Finnjord Smelteverk (finnfjord.no) i regi av Norges fiskerihøgskole ved UiT Norges arktiske universitet. Det foreligger ikke eksakte tall for dyrking av mikroalger i Norge.

11.5.2 Eksempler på utnyttelse

Det er flere aktører i Norge som utnytter alger til høyverdiprodukter (se Tabell 15).

Tabell 15 Eksempler på utnyttelse av alger

Produsent	Råstoff	Produkt
DuPont nutrition and biosciences	Stortare	Alginat
Lofoten Seaweed	Trøffeltang, sukkertare, butare, søl	Salt, pasta, sjokolade og såper tilsatt tang
Polar Alge	Grisatang	Antioksidanter, biostimulanter, hel tang
Sjy Seaweed	Sukkertare	Vegansk sjøsnacks
MicroA	Sjøvann- og ferskvannsmikroalger	Prasinoguard

11.5.3 Begrensninger

Det er fortsatt mange spiselige algearter som ikke har blitt evaluert i novel-food segmentet, og regelverket på ny mat kan være en begrensning for bruk av nye ressurser. Det mangler også klare regler på tillatte maksimumsgrenser når det gjelder tungmetaller og uorganisk arsen i alger. De øvre grenseverdiene av tungmetaller kan være en begrensning for å benytte makroalger som mat, fôr og gjødsel [49]. Makroalger kan inneholde høye nivåer av totalt og uorganisk arsen [50]. Det ble observert at særlig noen brunalger kan ha høye konsentrasjoner [51]. I tillegg til uorganisk arsen inneholder tare arsensusker, som det er lite kunnskap om i forhold til giftighet og biotilgjengelighet [52].

Jodkonsentrasjonene er høye i tare fra norske farvann [51], men det er store variasjoner mellom ulike lokasjoner. Høye nivåer av jod i noen makroalgearter kan være en barriere for makroalgeindustrien, og muligheter for å redusere jodnivåene i makroalger og andre algebaserede produkter er relevant.

Selv alger må følge Matloven og annet relevant regelverk i forhold til omsetning som mat (Tabell 1) er alger per dags dato ikke betegnet som sjømat. Alger faller derfor ikke under Sjømatrådets virksomhet som inkluderer blant annet markedsføring og omdømmebygning i markeder over hele verden. Næringen mener at dette kan være til hinder for økt vekst og verdiskaping.

Den produserte algebiomassen inneholder store mengder vann som må fjernes helt eller delvis før transport eller videre prosessering, og produksjonen er ikke kostnadseffektiv. Det er beregnet at mikroalger har en kostpris mellom 300 til 900 euro per kg [53], noe som gjør kostnaden til den største begrensingen for videre satsning på mikroalger.

Det pågår en kartlegging på EU-nivå for videre regelverksutvikling. Mattilsynet har i samarbeid med HI aktivt deltatt i levering av data til EU. Se EUs anbefaling om kartlegging <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0464&from=DE>.



Figur 11 Seniorforsker Phil James – koordinator for forskningsprosjektet AquaVitae (Foto: Emil Bremnes, Nofima)

Aktuelle forskningsprosjekter – Alger

Alger for fremtiden – A2F

I dette forskningsprosjektet finansiert av Norges forskningsråd og som er ledet av NIBIO har man med mikroalger som utgangspunkt undersøkt algenes potensial til å produsere høykvalitets proteiner, flerumettede fettsyrer og karbohydrater til fremtidens matfat. Fagkunnskap om dyrking og optimalisering av mikroalgers biomassekomposisjon i lab- og pilotskala, har blitt kombinert med erfaringen til blant annet profesjonelle bakere, ølbryggere og fiskefôrprodusenter. Målet har vært å legge grunnlaget for en felles innovasjonsplattform for fremtidens bærekraftige norske algeindustri. Prosjektet har 19 samarbeidspartnere.

Oxylipiner

Nofima og Universitetet i Tromsø, ved Norges fiskerihøgskole og Handelshøgskolen i Tromsø, har i dette FHF-prosjektet demonstrert redusert lusesmitte og normal vekst i laks som ble fôret med fôr tilsatt fototrofe mikroalger. Forsøkene testet ut en hypotese for å redusere lusepåslag hos laks ved å erstatte vegetabiliske oljer i fôr til oppdrettslaks med marine oljer.

På sporet av ny mat

I dette FHF-prosjektet ledet av Havforskningsinstituttet ønsker man å skaffe nødvendig kunnskap om tare, og eventuelle diett-effekter av tare. Dette er nødvendig kunnskap som EFSA etterspør. Kunnskapen er viktig for at EFSA skal ha riktig vurderingsgrunnlag når de skal vurdere et regelverk for tare som mat. Denne kunnskapen er også viktig med tanke på nåværende skepsis til høye verdier av jod og metaller i tare blant både konsumenter og tareprodusenter. Utover dette vurderer Helsedirektoratet for tiden om befolkningen i Norge eller grupper i befolkningen har et tilstrekkelig jodinntak. Resultater fra dette prosjektet vil bidra med nyttig informasjon her, også med hensyn til tare som jodkilde. Samarbeidspartnere er Danmarks Tekniske Universitet og Lerøy Seafood Group AS.

SeaVALUE

I Bremnes-gruppen og Nofima sitt prosjekt SeaVALUE (Value-Chain Innovation for a Sustainable Competitive Norwegian Seaweed Industry) har man sett på bærekraftig verdiskaping av tang i Norge. Her studeres ombordsortering, formalinfrie konserveringsstrategier og biomaterialer som kan brukes til produktkonsepter rettet mot "high-end"-markeder, som for eksempel funksjonelle matvareingredienser, kosttilskudd, alginatformuleringer av høy kvalitet og nye resirkulerbare biomaterialer. Samarbeidspartnere er Dolmøy House of Seafood, Aquatic Technology AS, St. Olavs Hospital og Marine Biopolymers.

The Norwegian Seaweed Biorefinery Platform

Målet med prosjektet er å være en plattform for forskning, kunnskap, metodikk og ulike interessenter for utvikling av et økonomisk og miljøvennlig bioraffinering av makroalger. Prosjektgruppen består av forskningsmiljøet på tang og tare ved NTNU og SINTEF, samt ved NMBU, Nofima og Møreforskning, og har blitt ledet av NTNU.

11.6 Nye arter

Betegnelsen "nye arter" brukes om arter som tidligere ikke har vært brukt i for eksempel oppdrett, til humant konsum, fôr etc. I rapporten "Kunnskapsgrunnlag for nye arter i oppdrett" [4] av Akvaplan-Niva inkluderer betegnelsen "nye arter" allerede eksisterende kommersielle arter. For eksempel er torsk sett på som en ny art i oppdrettssammenheng. I villfisknæringen vil nye arter inkludere for eksempel lysprikkfisk og laksesild, og tang og tare er definert som nye arter siden det tidligere ikke har vært brukt til humant konsum i Norge [5]. I denne rapporten er informasjon om lysprikkfisk og laksesild inkludert i kapitlet Pelagisk/Mesopelagisk, og Makro og- mikroalger er dedikert et eget kapittel.



Figur 12 Oppdrettsfisken Rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*). (Foto: Rama Bangera, Nofima)

11.6.1 Potensielle nye arter

Tabell 16 gir en oversikt over potensielle nye arter, både villfanget og i oppdrettsnæringen.

Tabell 16 Oversikt over potensielle nye arter

Oppdrett	Villfanget
Berggylt	Kråkeboller
Børstemark	Laksesild
Gammarider	Lysprikkfisk
Kråkeboller	Nordatlantisk krill (<i>Meganyctiphanes Norvegica</i>)
Makroalger	Raudåte (<i>Calanus finmarchicus</i>)
Mikroalger	Stillehavstøsters
Rognkjeks (<i>Cyclopterus lumpus</i>)	
Sekkedyr/sjøpung (tunikater) <i>Ciona intestinalis</i> Sjøpølser (<i>Cucumaria frondosa</i>)	
Torsk (<i>Gadus morhua</i> L.)	
Østers	

11.6.2 Begrensninger

Dagens regelverk knyttet til mat og fôrtrygghet er i mange tilfeller ikke etablert for marine råstoff og produkter (se tabell 6 og 8). Fiskemel kan produseres fra ville og oppdrettede fisk, bløtdyr og krepsdyr samt alle oppdrettede virvelløse akvatiske dyr. Men av ville virvelløse akvatiske dyr er det kun lov å bruke bløtdyr og krepsdyr (Jf. [Animaliebiproduktforskriften, EU forordning nr 142/2011, vedlegg 1 nr 7](#)). Det betyr at det er tillatt å bruke oppdrettede tunikater i fiskefôr, men ikke ville tunikater.

I Akvaplan-Niva rapporten "Kunnskapsgrunnlag for nye arter i oppdrett – Utredning for Norges forskningsråd, Område for ressursnæring og miljø" fra 2019 ble det gjennomført spørreundersøkelser på aktørers opplevde utfordringer i forvaltning og regelverk ved oppdrett av nye arter. Aktørene opplevde blant annet at forvaltningen vegrer seg for å gi dispensasjoner, har lav bemanning, lang saksbehandlingstid og at kompetansen hos forvalter varierer. Regulatorisk kan ulik grad av implementering av EU-direktiver i ulike land føre til en vanskelig konkurransesituasjon. Relevant regelverk er ofte tilpasset lakseoppdrett og kan få uheldige eller utilsiktede virkninger for forhold knyttet til nye arter. Vitenskapelig kunnskap er i mange tilfeller mangelfullt, noe som kan føre til avslag på søknader med henvisning til føre-var-prinsippet.

Aktuelle forskningsprosjekter – Nye arter

AquaVitae

AquaVitae har som mål å utvikle løsninger for å øke produksjonen av lavtrofiske arter som tang og kråkeboller. Prosjektet ønsker også å styrke bærekraftige prosesser med implementering av blant annet Integrated Multi-trophic Aquaculture systems (IMTA). I tillegg til å introdusere nye og bærekraftige matprodukter fra lavtrofiske arter. Prosjektet er finansiert av EU Horizon 2020-programmet og ledes av Nofima. Prosjektet består av 35 partnere fra 15 land.

BioCycles

BioCycles skal øke ressursutnyttelse og bærekraft i biobaserte næringer ved å utvikle en ny biomarin produksjon som resirkulerer ulike typer restråstoff og omdanner disse til nye marine bioressurser. Prosjektet ledes av SINTEF Ocean og NIBIO, RISE PFI og CSIC er partnere. Prosjektet benytter ulike typer restråstoff fra akvakultur, landbruk og treforedlingsindustri til å lage et substrat for kultivering av gammarider. Gammarider inneholder høy andel omega-3 rike forfolipider og har evnen å biosyntetisere langkjede omega-3 fettsyrer fra organisk materiale som ikke inneholder disse fettsyrene. Prosjektet vil optimalisere dyrkningsbetingelser, samt utvikle miljøvenning prosesseteknologi for ekstraksjon av ingredienser egnet til fôr og/eller mat.

BlueCC

BlueCC – kommersiell utnyttelse av kollagen og kitin fra marine arter, er et BlueBio ERA-NET-prosjekt ledet av Nofima. Prosjektet ønsker å bruke underutnyttede invasive arter fra havet, bifangst og renseskild fra oppdrettsnæringen (rognekjeks) for å utvikle miljøvennlige marine ingredienser og produkter med fokus på markedsaksept. De invasive artene inkluderer krepsdyr, pigghuder (sjøstjerner) og ctenophorer (maneter). Målet er å utvikle bærekraftige utvinningsmetoder av kitin og kollagen fra de nevnte kildene og å kommersialisere produkter fra disse marine ingrediensene. Prosjektet har 10 partnere.

Lumpfish4food

Bærekraftig etterbruk av oppdrettet rognkjeks, Lumpfish4food, er et prosjekt ledet av Nofima der målet er å bidra med nødvendig kunnskap for en bærekraftig utnyttelse av oppdrettet rognkjeks. Fokuset i prosjektet er fiskevelferd, utvinning av kollagen, kvalitet og lønnsomhet og marked. Prosjektets samarbeidspartnere er Akvaplan-Niva, Nha Trang University, Lerøy Aurora AS, Ryfylke Renseskild AS, Nordøy Sea AS, og er finansiert av Forskningsrådet.

POLYCHAETE

Dyrking av børstemark (Polychaeta) som fôrråstoff på avfallsstoffer fra lakseoppdrett kan være en effektiv måte å øke ressursutnyttelsen på. I naturlige økosystemer omdanner børstemark effektivt organisk materiale til ny biomasse rik på proteiner og omega-3-fettsyrer. I prosjektet Cultivation of Polychaeta as raw material for feed (POLYCHAETE) som ledes av SINTEF Ocean forskes det på om børstemarken *Hediste diversicolor* kan dyrkes og brukes som nytt råstoff i laksefôr. For å kunne evaluere potensialet til børstemark som marint råstoff trengs det ny kunnskap om artens livssyklus, muliggjørende produksjonsteknologier og metoder for prosessering som tar vare på verdifulle

komponenter. Prosjektet har en tverrfaglig tilnærming med målsetting om å etablere reproduserende stamdyr, utvikle produksjonsbiologiske og -tekniske løsninger, karakterisere og stabilisere børstemarkbiomasse og lage fôr, samt gjennomføre fôringsforsøk med måling av fôropptak og tilvekst av laks fôret på børstemark, og vurdere økonomi- og bærekraft. Med POLYCHAETE kan Norge ta viktige steg for å utvikle sirkulær bioøkonomi gjennom biologisk resirkulering av avfallsstoffer fra oppdrettsnæringen og produksjon av nytt fôrråstoff. Konsortiet består av SINTEF Ocean, NOFIMA, NTNU, Handelshøyskolen BI, University of Rostock, Dalian Ocean University og ProChaete Innovations og er finansiert av Forskningsrådet.

SIDESTREAM

I hvilken grad er det mulig å resirkulere næringsstoffer fra havbruk og landbruksavfall ved sekundær bioproduksjon? Hvilke organismer og tilnærminger er best egnet? Kan disse organismene tjene som ingredienser for fôrvarer? Hvor trygge er fôringredienser produsert på avfall? EU-prosjektet SIDESTREAM som ledes av SINTEF Ocean adresserer disse spørsmålene for å flytte mulighetsgrensene for produksjon av fôringredienser fra lavtrofiske marine virvelløse dyr og bakterier. Disse organismene vil bli dyrket på avfallstrømmer ifølge sirkulære prinsipper. SIDESTREAM-partnere har vist at enkelte marine leddormer og krepsdyr kan produsere n3 LC-PUFA *de novo*. Slik slående kapasitet vil bli utnyttet i SIDESTREAM som tar sidestrømmer fra havbruk, jordbruk og biogass og produserer børstemark og tanglopper på den partikulære fraksjonen av disse sidestrømmene, og astaxanthin-produserende bakterier på væskefasen. Biomassen vil bli bearbeidet og testet som fôringredienser i formulert fôr og det vil bli gjennomført fôringsforsøk på fisk og reker i alle livsfaser. SIDESTREAMs banebrytende tilnærming vil muliggjøre verdiskaping fra ressurser som hittil har blitt betraktet som avfall, og muliggjøre innovasjon og bærekraftig bruk og utnyttelse av disse i havbruksnæringen. Prosjektet har 9 samarbeidspartnere fra 5 land og er finansiert av Forskningsrådet og BlueBio Cofund.

Torskeavlsprogrammet

Nofima driver Nasjonalt avlsprogram for torsk, som er svært viktig for å utvikle en lønnsom torskeoppdrettsnæring. Programmet drives på oppdrag fra Nærings- og fiskeridepartementet, og har som mål å avle fram en oppdrettstorsk som har bedre vektsegenskaper enn villtorsk, og som har høyere resistens mot viktige fiskesykdommer.



Figur 13 Kråkebollegonade (Foto: Frank Gregersen, Nofima)

Referanser

1. Nærings- og fiskeridepartementet, *Regjeringa sin strategi for auka verdiskaping frå marint restråstoff*, 2019.
2. Nærings- og fiskeridepartementet og Olje- og energidepartementet, *Ny vekst, stolt historie. Regjeringens havstrategi*, 2017.
3. Mattilsynet, *Mattilsynet har kontrollert håndtering av animaliebiprodukter i villfiskmottak: Håndteringen må bedres*. 2015.
4. Akvaplan-Niva, *Kunnskapsgrunnlag for nye arter i oppdrett- Utredning for Norges forskningsråd, Område for ressursnæringer og miljø*. 2019.
5. Mattilsynet, *Krav til virksomheter og produkter*. 2019.
6. NCE HEIDNER Biocluster, *Land møter Hav 2020*.
7. Regjeringen, *Fisk og EU. Informasjon om Norges fiskerisamarbeid med EU*.
8. Nilssen, F., Olsen, VD., Wiik, S., *Norske myndigheters tilrettelegging for sjømateksport. Opplevde barrierer, mulige forbedringer*, Nord Universitet, 2018.
9. Tolltariffen, *Varenummer 03.05.1000 - mel og pelleter av fisk, egnet til menneskeføde*.
10. Pleym, I., Svorken, M., Vang, B., *Verdifulle rester. Muligheter for norsk marint restråstoff*, Nofima rapportserie, 2019.
11. Svorken M, H., Esaiassen ME, Nøstvold B., *Alt på land. Økonomisk fiskeriforskning. Ledelse, marked, økonomi.*, 2020.
12. Alimentarius, C., *Codex Alimentarius - International food standards*.
13. Aglen, A., Nedreaas, K., Knutsen, JA og Huse, G. , *KYSTTORSK NORD FOR 62- GRADER NORD. Vurdering av status og forslag til forvaltningstiltak og ny gjenoppbyggingsplan*. Havforskningsinstituttet: Fisken og Havet., 2020.
14. Rolandsen, E., *Norsk fisk for milliarder mister internasjonalt bærekraftstempel, Kapital*, 2021.
15. Lovdata, *Forskrift om eksport av næringsmidler, animaliebiprodukter, fôrvarer, levende dyr og avlsprodukter til land utenfor EØS (mateksportforskriften)*.
16. Mattilsynet, *Eksport av fisk og sjømat*.
17. Mattilsynet, *Avdelinger i Mattilsynet som utsteder helsesertifikater for sjømat*, 2021.
18. Berntssen, MHG., Julshamn, K., og Lundebye AK., *Chemical contaminants in aquafeeds and Atlantic salmon (Salmo salar) following the use of traditional- versus alternative feed ingredients*. Chemosphere, 2010. **78**(6): p. 637-646.
19. Jacobs, M.N., A. Covaci, and P. Schepens, *Investigation of Selected Persistent Organic Pollutants in Farmed Atlantic Salmon (Salmo salar), Salmon Aquaculture Feed, and Fish Oil Components of the Feed*. Environmental Science & Technology, 2002. **36**(13): p. 2797-2805.
20. Sloth, JJ. og Julshamn, K. *Survey of Total and Inorganic Arsenic Content in Blue Mussels (Mytilus edulis L.) from Norwegian Fiords: Revelation of Unusual High Levels of Inorganic Arsenic*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008. **56**(4): p. 1269-1273.
21. Mattportalen.no. *Mattilsynet advarer mot å spise hijiki-tang*. 2020.
22. Mattilsynet,
https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/for/bruk_av_dyr_fra_havet_som_for_til_matp_roduserende_dyr.31894.
23. Aas, T., *Kunnskapsgrunnlag – Slam fra lakseoppdrett*. Nofima rapportserie. 2021
24. Mattilsynet, *Bearbeiding og omsetning av hydrolysert protein av fisk til fôr*.
25. Lovdata, *Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer*.

26. EFSA, *Novel food and traditional food applications: overview and procedure*.
27. Lovdata, *Forskrift om ny mat*.
28. Authority, EFS., *Opinion of the Scientific Committee related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment*. EFSA Journal, 2007. **5**(1): p. 438.
29. Nofima, *Peptek - Nofimas fyrtårnssatsning*.
30. Nofima, *SPEKTEK- Nofimas fyrtårnssatsning*.
31. Tastykelp, <https://nofima.no/prosjekt/tastykelp/>.
32. Nielsen, C., *Effect of hydrothermal processing on chemical composition and quality of Saccharina latissima cultivated in Norway for human consumption - Decreasing iodine content by two heat processing methods and determining the possible loss of quality compounds*, Institutt for bioteknologi og matvitenskap, 2018.
33. NIFES, *Potential risks posed by macroalgae for application as feed and food - a Norwegian perspective*. 2016.
34. Scholz, R., et al., *Database of processing techniques and processing factors compatible with the EFSA food classification and description system FoodEx 2 Objective 3: European database of processing factors for pesticides in food*. EFSA Supporting Publications, 2018. **15**(11): p. 1510E.
35. Meeso, *Meeso – Ecologically and sustainable mesopelagic fisheries*
36. Berntssen, M., et al., *Processing Mixed Mesopelagic Biomass from the North-East Atlantic into Aquafeed Resources; Implication for Food Safety*. Foods, 2021. **10**: p. 1265.
37. Myhre, M., Richardsen, R., Nystøyl, R., Strandheim, G. , *Analyse marint restråstoff 2020. Tilgjengelighet og anvendelse av marint restråstoff i fra norsk fiskeri- og havbruksnæring*. SINTEF og Kontali Analyse AS, 2020.
38. Sele, V., et al., *Arsenolipids in marine oils and fats: A review of occurrence, chemistry and future research needs*. Food Chemistry, 2012. **133**(3): p. 618-630.
39. Jung, HR., et al., *Decreasing effect of fluoride content in Antarctic krill (Euphausia superba) by chemical treatments*. International Journal of Food Science & Technology, 2013. **48**(6): p. 1252-1259.
40. Hansen, JØ., et al., *High inclusion of partially deshelled and whole krill meals in diets for Atlantic salmon (Salmo salar)*. Aquaculture, 2010. **310**(1): p. 164-172.
41. Mjøsianlegget Biogass, <https://www.mjosanlegget.no/>.
42. Wiech, M., et al., *Cadmium in brown crab Cancer pagurus. Effects of location, season, cooking and multiple physiological factors and consequences for food safety*. Sci Total Environ, 2020. **703**: p. 134922.
43. Julshamn, K., et al., *Heavy metals and POPs in red king crab from the Barents Sea*. Food Chemistry, 2015. **167**: p. 409-417.
44. Matportalen, *Blåskjellvarsel*.
45. van der Spiegel, M., Noordam, MY., og van der Fels-Klerx, HJ., *Safety of Novel Protein Sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and Legislative Aspects for Their Application in Food and Feed Production*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2013. **12**(6): p. 662-678.
46. Fiskeridepartementet, *Utvikling i fiskeriene - statestikk*.
47. Tema: Stortare. <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/stortare>. Havforskningsinstituttet, 2020.

48. Araújo, R., et al., *Current Status of the Algae Production Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy*. *Frontiers in Marine Science*, 2021. **7**(1247).
49. Lähteenmäki-Uutela, A., et al., *European Union legislation on macroalgae products*. *Aquaculture International*, 2021. **29**(2): p. 487-509.
50. Duinker, A., Kleppe, M., Fjære, F., Biancarosa, I., Haldal HE, Dahl, L., og Lunestad. BT., *Knowledge update on macroalgae food and feed safety - based on data generated in the period 2014-2019 by the Institute of Marine Research, Norway*. 2020. p. 28.
51. Biancarosa, I., et al., *Replacing fish meal with insect meal in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) does not impact the amount of contaminants in the feed and it lowers accumulation of arsenic in the fillet*. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 2019. **36**(8): p. 1191-1205.
52. Feldmann, J. and E.M. Krupp, *Critical review or scientific opinion paper: arsenosugars--a class of benign arsenic species or justification for developing partly speciated arsenic fractionation in foodstuffs?* *Anal Bioanal Chem*, 2011. **399**(5): p. 1735-41.
53. Lgem. <https://lgem.nl/algae-nannochloropsis-gaditana-about-us/>

