

HANDLINGSPLAN
PELAGISK LØFT –
ØKT VERDISKAPING
AV MAKRELL



Januar

2016

Forord

Makrell er den eneste norske fiskebestanden som fortsatt skipes ut av landet med relativt liten bearbeidingsgrad. Norsk fiskerinæring har derfor et stort uutnyttet potensiale innenfor økt bearbeiding, sysselsetting og verdiskaping for makrell. Over mange år har norsk pelagisk industri hatt dårlig konkurransevne i forhold til konkurrenter i lavkostland. Ny teknologi med automatiserte prosesser reduserer fordelene til lavkostland. Økt etterspørsel etter norskprodusert makrell har også bidratt til å endre konkurransebildet i positiv retning. Økt videreforedling av makrell skaper muligheter, men også utfordringer for pelagiske bedrifter. Utfordringene er mange og større enn hva en kan forvente at enkeltsekskap kan løse på egen hånd, industrien mener at det er en nasjonal interesse å få økt foredlingsgraden av makrell betydelig. FHF har derfor tatt initiativet til et tettere samarbeid mellom næring og virkemiddelapparat for å øke videreforedlingen av makrell i Norge. Den store satsingen er kommet i gang og har fått navnet "*Pelagisk løft – økt bearbeiding av makrell*", i denne handlingsplanen forkortet til *Pelagisk løft*. Som en følge av dette er *Pelagisk løft* trukke frem som et viktig satsingsfelt for Nærings- og Fiskeridepartementet sin "*Masterplan for marin forskning*", som ble lansert 1. september 2015.

Når norske pelagiske bedrifter skal gå fra å være råvare produsenter til mer ferdigvare basert produksjon må en rekke utfordringer løses. Utfordringene er mange og finnes langs hele verdikjeden fra mottak av makrell fra fiskebåt til realisering av nye markedsmuligheter. For å lykkes er det avgjørende at det utvikles nye teknologiske løsninger som gjør volumøkningen mulig. I tillegg må bedriftene utvikle produkter som innehar de produkttegenskapene som markedet og forbrukerne forventer. Gjennom prosjektparaplyen *Pelagisk løft* skal en søke å finne løsninger på utfordringene til pelagisk industri.

Utfordringens totale størrelse nødvendiggjør en systematisk planlegging og gjennomføring av *Pelagisk løft*. Det er behov for å få strukturert innholdet i *Pelagisk løft* i en handlingsplan. En tverrfaglig, koordinert og målrettet satsing med finansering av større, tunge og flerårige utviklingsløp er nødvendig.

FHF har bedt forskningsinstituttene Møreforskning og SINTEF Fiskeri og havbruk om å utarbeide en handlingsplan for *Pelagisk løft*. Planen er utarbeidet i nært samarbeid med styringsgruppen. Høgskolen i Volda har utarbeidet informasjonsmaterieell for satsningen.

Arbeidet med Handlingsplanen har hatt følgende målsettinger:

Hovedmål

1. Å utarbeide en kortfattet handlingsplan for satsingsområdet "*Pelagisk løft - økt verdiskaping av makrell*".
2. Å utarbeide presentasjonsmaterieell med film og animasjon. Presentasjonsmaterieellet skal være samkjørt med handlingsplanen.

Delmål

- Strukturert oppsett av FoU-behov for de ulike delområdene som berøres av satsingen på å øke bearbeidingen av makrell.
- I samarbeid med styringsgruppen (SG) kartlegge og beskrive ulike utfordringer med omlegging til helårlig industriell produksjon av makrellfilet.
- I samarbeid med SG og øvrig virkemiddelapparat foreslå prosjektstruktur og mulige virkemidler for de prioriterte delprosjektene.
- Synliggjøre potensiale for verdiskaping ved økt bearbeiding av makrell.
- Synliggjøre hvorfor næringen mener at det er gunstig timing for en større norsk satsing på økt bearbeiding av makrell.
- Prioritert fremdriftsplan for hele satsingsområdet.
- Gjennomgang av tidligere FoU prosjekter innenfor temaet, for å hindre dobbeltarbeid innenfor de prioriterte satsingsfeltene under de ulike problemstillingene.

Styringsgruppen og prosjektgruppen har hatt følgende sammensetning;

Styringsgruppen:

Pelagia AS	Gunnar Domstein (leder)
Pelagia AS	Helge Blålid
Grøntvedt Pelagic AS	Ole Andre Nilsen
Brødrene Sperre AS	Kjetil Sperre
Nergård AS	Tommy Torvanger
FHF	Lars R. Lovund

Prosjektgruppen:

Møreforskning AS	Margareth Kjerstad
Sintef Fiskeri og Havbruk AS	Harry Westavik (Prosjektleder)

Pelagia AS er pådriver i arbeidet, men satsningen er forankret i de øvrige bedriftene. Alle bedriftene har vært aktivt involvert i diskusjoner og innspill. Handlingsplanen skisserer derfor en felles og omforent FoU strategi for norsk pelagisk industri. Kunnskap og teknologi som utvikles skal også bli tilgjengelig for andre norske aktører.

Det er styringsgruppens mål at handlingsplanen skal legge grunnlag for en strategisk langsiktig satsning og tilstrekkelig offentlige støtte for at pelagisk industri kan skape nye og varige lønnsomme driftsmuligheter for makrell.

I arbeidet med å kartlegge tidligere FoU-prosjekter for makrell er det tydelig at innen pelagisk fisk er det gjort en god del mere forskning og utvikling for sild. Imidlertid kan det ikke garanteres at alt som er gjort for makrell og dokumentert offentlig til dags dato er tatt med i dette dokumentet. Det er helt sikkert utført viktig arbeid i regi av bedrifter som ikke er offentliggjort, men i den grad slikt arbeid er relevant for andre norske aktører oppfordres det til at dette formidles for å bidra til at større andel av norsklandets makrell blir filetert i Norge. Det vil forhåpentligvis være slik at *Pelagisk løft* vil bidra til mer FoU for makrell. Før slike prosjekter får offentlig finansiering og startes opp i fremtiden, er det uansett nødvendig å kartlegge tidligere arbeid som kan bidra til mer effektiv prosjektgjennomføring og gode resultater.

Innhold

1. Bakgrunn	4
2. Visjon og mål.....	5
3. Økonomiske og miljømessige effekter.....	6
4. Prioriterte FoU aktiviteter og oppgaver.....	8
4.1. Prosjektportefølje	8
4.2. Teknologi og prosess.....	9
4.2.1. Pilotlinje for makrellfilet	12
4.3. Produkt og produktutvikling	13
4.4. Restråstoff.....	16
4.5. Marked	18
5. FoU-prosjekters kapitalbehov og finansieringsmuligheter.....	20
6. Organisering av det videre arbeidet	21
Referanser.....	22

1. Bakgrunn

I 2014 eksporterte Norge 388.000 tonn rundfrosset makrell¹. Over halvparten av den norske makrellen blir sendt til Asia for bearbeiding til filet, mens kun 4-5 % videreføres til filet i Norge.

FHF har sammen med næringen og det øvrige virkemiddelapparatet sett betydningen og viktigheten av å øke foredlingsgraden av makrell landet i Norge. Dette fordi en ser det store potensialet innen området. Det er enighet i næring og virkemiddelapparat om at utfordringene er betydelige. Det nødvendiggjør en større satsing og felles tiltak for å løse de vanskeligste oppgavene. Innenfor *Pelagisk løft* er det skissert ulike prosjekter med ulike problemstillinger som må løses før den primære målsettingen kan nås – nemlig at "Norsk pelagisk konsumindustri innen 2020 skal filetere 25 % av landet makrell i Norge". Noen prosjekter er kommet i gang, mens flere utviklingsløp er i initieringsfasen. Arbeidet så langt har konkludert med at det er nødvendig å få etablert en pilotlinje for filetering av makrell. Pilotlinja vil være grunnlaget for videre FoU-arbeid knyttet til en rekke problemstillinger basert på den overordnede felles målsettingen. Pilotlinja består av flere kritiske elementer som må utvikles hver for seg og sammen for å kunne produsere de ønskede filetproduktene med riktig kvalitet, kapasitet og lønnsomhet. Dette er komplekse systemer som må utvikles for å kunne produsere produktene i fremtiden. Risikoelementet er betydelig og kostnadene ved å gå via en pilotlinje vil bli betydelig lavere enn å bygge en fullskalalinje direkte. Pilotlinja er dermed et nødvendig skritt for den industrielle utviklingen. En ferdigstilt pilotlinje vil danne en helt nødvendig forutsetning for de forsknings- og utviklingsprosjektene som er skissert i handlingsplanen.

Handlingsplanen skal skape forståelse, legge grunnlag for og å være bakgrunnsstoff til presentasjoner av næringens satsningsområde ovenfor virkemiddelapparatene, FoU institusjoner, utstyrsleverandører, maskinutviklingselskap, politiske målgrupper og pelagisk næring forøvrig. For å lykkes må en fokusere på FoU-utfordringer langs hele verdikjeden og løse flaskehalsene. Handlingsplanen vil synliggjøre hvilke oppgaver som må løses for å nå målsettingen om at en vesentlig større andel av landet makrell skal fileteres i norske foredlingsanlegg. Handlingsplanens nytteverdi blir økt engasjement og synliggjøring av behovet for utvikling og finansiering av den store satsingen. Gjennom felles strategi, valg av satsningsområder og samarbeid mellom finansieringsinstitusjonene FHF, Innovasjon Norge, Norges Forskningsråd og pelagisk konsumindustri skal det legges til rette for et målrettet, koordinert og langsiktig utviklingsarbeid.

2. Visjon og mål

Visjon

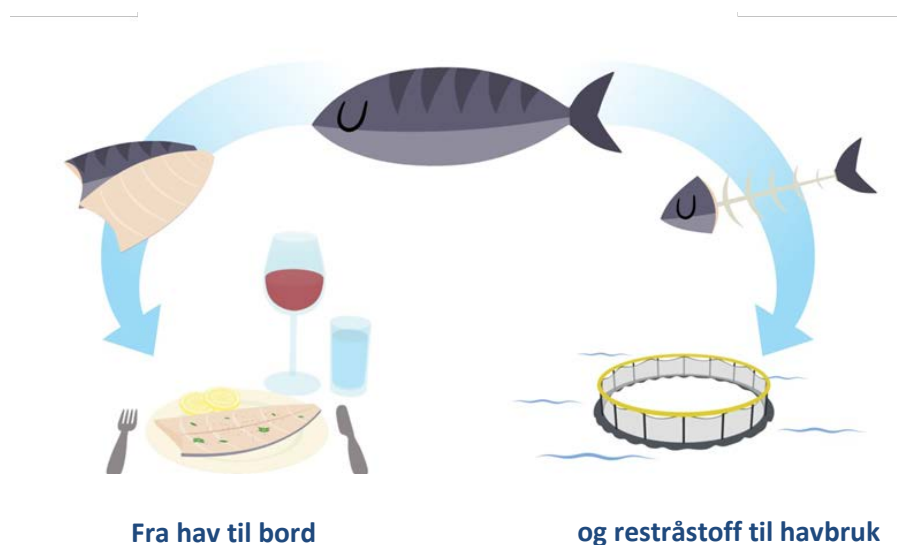
Økt bearbeiding av makrell i Norge

Hovedmål

Lønnsom og bærekraftig norskprodusert makrellfilet.

Delmål

- Innen 2020 skal 25 % av eksportvolumet av rund makrell til Asia fileteres i Norge.
- Innen 2025 skal 50 % av eksportvolumet av rund makrell til Asia fileteres i Norge.
- Utviklet effektiv teknologi og prosesslinjer for Japancut og Europacut makrellfilet.
 - Operativ pilotlinje for filet i løpet av 2016.
 - Implementert optimal fullskalalinje innen 2018.
- Utvikle lønnsomme og nye markeder for alle typer makrellfilet basert på merkevaren norsk makrell.
- Økt verdiskaping av restråstoff i Norge.



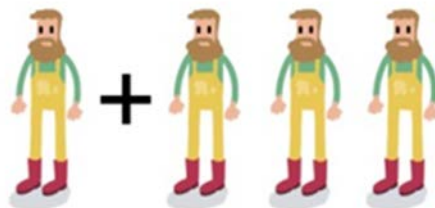
3. Økonomiske og miljømessige effekter

Økonomisk sett vil økt bearbeiding av makrell gi pelagisk industri flere bein å stå på. For det første vil en skape en ordrestyrt produksjon av makrellfilet av ulik størrelse, kvalitet og bearbeidingsgrad. For det andre vil en skape merverdi gjennom salg av restråstoff til mel og oljeindustrien eller annen anvendelse. I dag er eksportverdien av norsk makrell ca. 3,9 mrd. kr. Dersom 25 % av volumet fileteres vil verdien av rundfrossen makrell være ca. 3 mrd. kr (basert på 2015 kvoter). Utbytte for makrellfilet er 60 % og potensiell verdiskapning for filet ca. 1,7 mrd. kr. Restråstoffet utgjør 40 % og vil kunne være høykvalitets råvarer til for eksempel fôrindustrien. Restråstoffet kan legge grunnlag for å produsere rundt 40.000 tonn laks til en verdi på 1,1 mrd. kr. Med en filetandel på 25 % er det et potensiale for å skape en merverdi på 2 mrd. kr pr år.

Prisnivået for restråstoff er i vekst og en regner med at dette kan omsettes til omlag 2,- kr/kg, samfengt i bulk fra anlegg. Høyt fettinnhold og gunstig fettsyresammensetning i filetavskjæret fra makrell gjør at restråstoffet kan bli et interessant råstoff, også for den norske ingrediensindustrien.

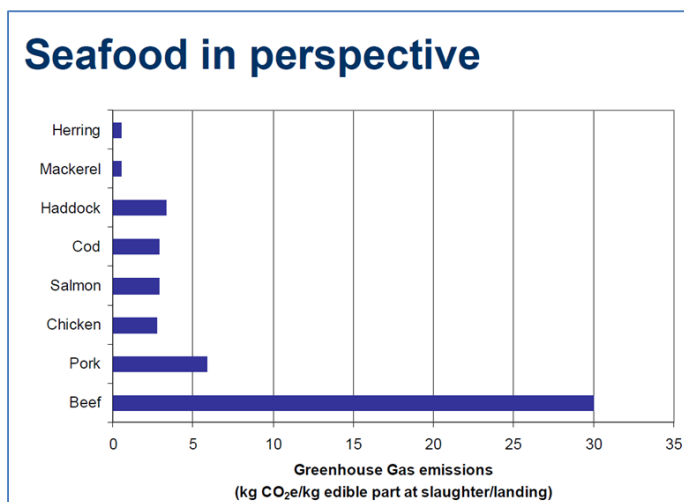
Dersom en i fremtiden vil øke bearbeidingsgraden av restråstoffet til mer høyverdige produkter til f.eks. humant konsum (olje i kapsel, peptider mm), vil den økonomiske effekten kunne bli ytterligere forsterket. Økt bearbeiding av filet og økt utnyttelse av restråstoff er verdistrømmer som er gjensidig avhengige av hverandre. Det innebærer at effekten blir større jo høyere andel av de norske makrellandingene blir filetert. Det samme vil skje ved å øke andel til bearbeiding ut over målsatte 25 %.

Bransjen står i dag overfor sysselsettingsmessige utfordringer. Makrellsesongen er kort og hektisk og mange anlegg har et kritisk lavt antall driftsdøgn. En av målsetningene i *Pelagisk løft* er derfor å utvikle en helårlig produksjonen av makrellfilet. Norsk produksjon av filet vil øke sysselsettingen i pelagisk konsumindustri. En helårlig produksjon vil gi langsiktighet og positive ringvirkninger både for pelagiske bedrifter, de som er sysselsatt i pelagisk industri samt utstyrsleverandører og tilknyttet industri. Produksjon av norsk makrellfilet for eksport til Asia vil bidra til å øke sysselsettingen 3 til 4 ganger, siden denne produksjonen vil bli basert på 50 dager med ferskt råstoff og minimum 150 dager med frosset råstoff.



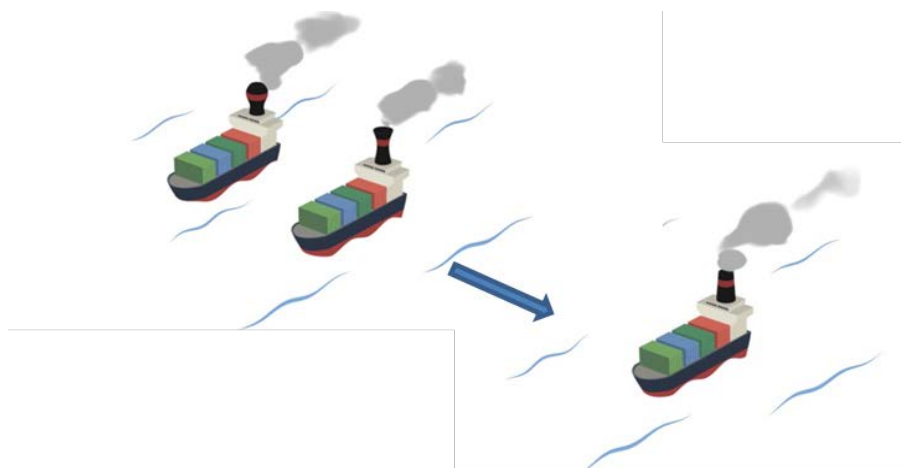
Økt sysselsetting

Økt filetering av makrell i Norge vil kunne utløse betydelige miljøeffekter. I første rekke omfatter dette redusert utslipp av CO₂ som følge av redusert lokal og oversjøisk transport. Figur 3-1 viser klimaregnskapet for pelagisk fisk i forhold til andre fiskeslag og kjøtt ved landing/ slakting.



Figur 3-1; Klimaregnskap for fisk og kjøtt².

Figuren illustrerer at sild og makrell har vesentlig mindre CO₂-fotavtrykk sammenliknet med hvitfisk, laks og ulike kjøttprodukter. Trekkes faktorer som prosessering, transport og emballasje inn i beregningene, er fortsatt pelagisk fisk den type fiskeprodukt som har lavest nivå av klimagassutslipp. Målet om å filetere 25 % av volumet av makrellen landet i Norge vil føre til et redusert transportvolum på nærmere 40.000 tonn. Dette er beregnet til å utgjøre en reduksjon av CO₂-fotavtrykket på ca. 5.000 tonnⁱ. Økt norsk filetproduksjon av makrell vil også gi betydelige miljøeffekter gjennom redusert bruk av emballasje, redusert energiforbruk og kjølemedier ved innfrysing av mindre volum.



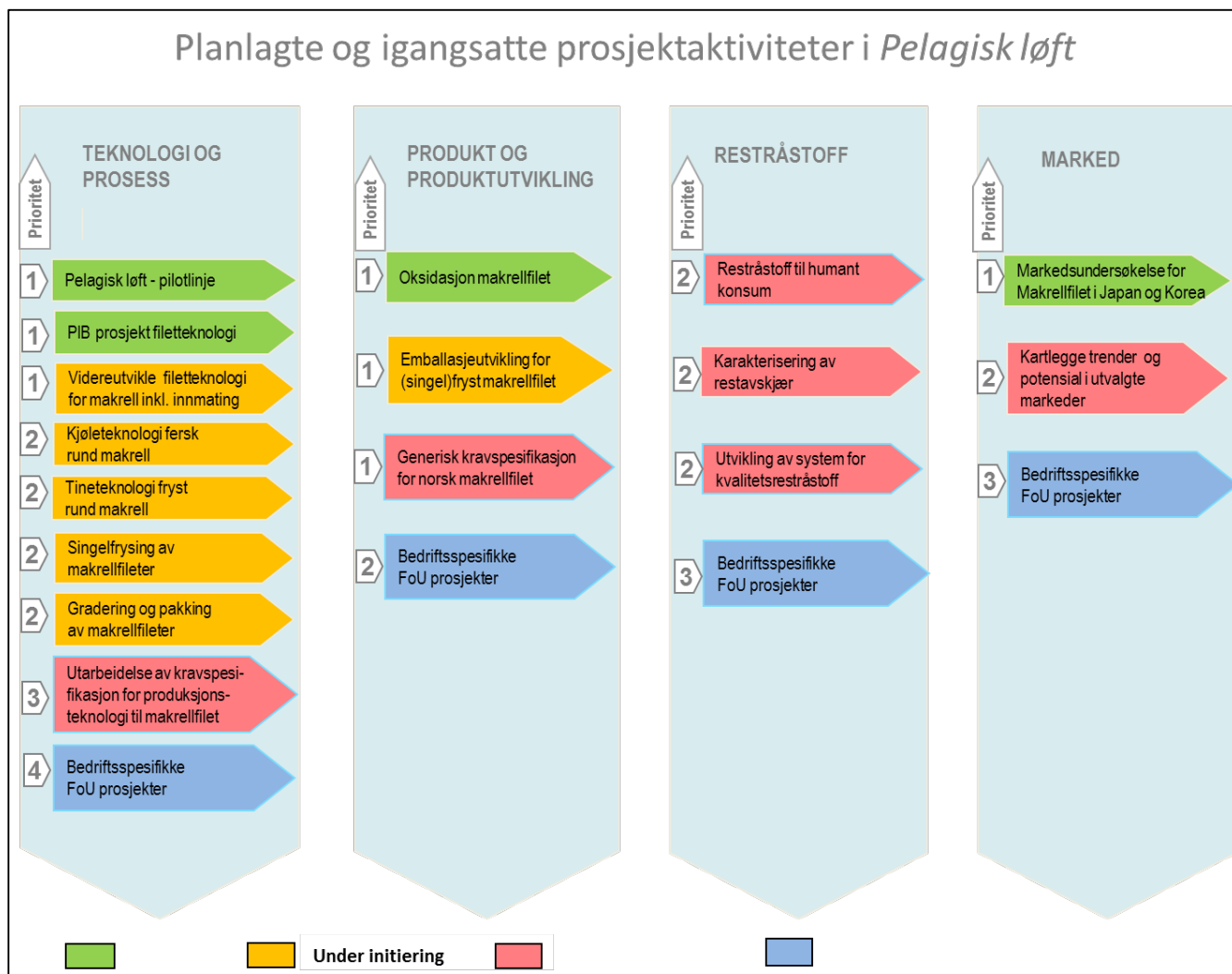
Økt miljøfokus

ⁱ Beregning gjort i samarbeid mellom Pelagia og Maersk Line, 2015.

4. Prioriterte FoU aktiviteter og oppgaver

4.1. Prosjektportefølje

Prosjektaktivitetene i Handlingsplanen for *Pelagisk løft* er gruppert i 4 kategorier. Innenfor hver av disse kategoriene er følgende deloppgaver satt opp i prioritert rekkefølge i Figur 4-1; Noen prosjekter er allerede finansiert og kommet i gang, noen er under initiering, mens andre er industriens forslag til FoU aktiviteter. Bedriftsspesifikke FoU-prosjekter er prosjekter som enkeltbedrifter vil kunne sette i gang på eget initiativ.



Figur 4-1; Pågående og planlagte prosjekter/prosjekt tema i Pelagisk løft.

4.2. Teknologi og prosess

Status:

Mesteparten av makrellen som landes i Norge blir rundfrossen mens 2-3 bedrifter produserer et mindre volum makrellfilet. Den korte sesongen for norsk makrell medfører at fileten blir produsert både av fersk og fryst råstoff. Det er kommet signaler fra kunder i Asia om at det er ønskelig at en større andel av makrellen blir filetert i Norge. Dette kan indikere at det er rett tidspunkt for å lansere *Pelagisk Løft*.

De viktigste produsenter av filetmaskiner er utstyrsleverandørene Baader, Arenco, VMK og Toyo. Alle filetmaskinene, utenom Toyo, er designet for produksjon av sildefilet. Fileteringsmaskinene for sild kan benyttes for makrellfileter dersom de skal anvendes til hermetikkproduksjon der utseendet til filetene ikke er så viktig (Eurocut). I november 2015 avsatte FHF midler til PIB (Prosjekt i Bedrift) for utstyrsleverandører som ønsker å (videre)utvikle filetmaskiner for makrell. Målsetningen er å utvikle forbedret teknologi som kan optimalisere filetering av makrellfilet som tilfredsstillers kvalitetskravet til Japankutt (for asiatiske markeder med buk og bukkinne intakt). For å oppnå god kvalitet på makrellfileten er det viktig å holde lav temperatur i fisken under fileteringen. Makrellen har en tendens til raskt å bli bløt om temperaturen blir for høy, noe som kan gi fileter med spalting i muskulaturen og fileter som ikke henger sammen. Dette kan unngås ved å bringe kjernetemperaturen hurtigst mulig ned til om lag -3 °C etter fangst og sørge for optimal størrelsessortering, skånsom håndtering av makrellen og finjusterte maskiner før filetering.

Rund makrell blir fryst i 20 kg's esker med plastfolie rundt for å beskytte produktet under transport og fryselagring. Denne standardpakningen er et internasjonalt produkt, men anvendes også som råstoff for bedriftenes egenproduserte makrellfileter. Eurokuttet filet blir pakket i 20 kg vakuumposer og tilsatt saltlake. Vakuumposene blir pakket i en ytteremballasje av papp.

Utfordringer:

For å oppnå vesentlig økning av andelen norskfiletert makrell, er det helt nødvendig å utvikle teknologier som gjør denne produksjonen både mulig og lønnsom i Norge. Hovedutfordringene ligger i å øke kapasiteten, redusere arbeidskostnadene og samtidig oppnå den nødvendige kvaliteten på sluttproduktet som de store volummarkedene krever. I dagens produksjon av 20 kg's esker med rundfrosset makrell blir ikke fisken orientert i eskene. Dette fører til at makrellen blir liggende bøyd under innfrysing og vil beholde denne fasongen når den tempereres opp til ca. -3 grader. Bøyd makrell ("bananmakrell") blir fort feilskåret og ødelagt i filetmaskinene, det er derfor en utfordring å få tint makrell til ønsket temperaturområde med korrekt form. Bananmakrell vil sannsynligvis også være et problem for effektiv innmating til filetmaskinene. Det stilles strenge krav til kvaliteten og utseende på makrellfiletene, spesielt i det asiatiske markedet. Filetene skal ikke være spaltet og overflaten på både kjøtt siden og skinnsiden skal være jevn og glatt. Det er ikke alle filetmaskinene som er egnet til å produsere fileter med et fint snitt på kjøtt siden, har de riktige kuttene og samtidig har den kapasiteten som kreves. For at overflaten på skinnsiden skal være helt jevn og glatt, krever det at innfrysingen fungerer slik at det ikke blir merke fra transportbåndene (singelfryste produkter).

Relevante gjennomførte og pågående FoU oppgaver

Det har vært gjennomført mange FoU prosjekter innenfor teknologi og prosesser i pelagisk næring, men hovedfokus har vært på bearbeiding av sild, lite arbeid er hittil utført for makrell. Derfor er det lite publisert informasjon som *Pelagisk løft* kan støtte seg på i forhold til de behov og utfordringer som eksisterer og skal løses. To teknologiprojekter innenfor ensretting og pakking av rund makrell pågår. Ingen av disse sorterer inn under *Pelagisk løft*, men dersom resultatene fra disse prosjektene blir vellykkede, vil de kunne ha positiv innvirkning på muligheten til å øke andelen filetert makrell i Norge. Disse tre prosjektene er:

- 1 Ensretting av pelagisk fisk for pakking og innfrysing (PIB).
- 2 Robotisert handlegging av hel makrell i eske.

Det er prosjekt 1 ovenfor som vil ha størst innvirkning på foredling av makrell til filet fordi en her søker å få utviklet teknologi som løser utfordringen med bananform for fryst rund makrell. Det er to prosjekter innen dette temaet som går parallelt med ulike bedriftspartnere. Begge prosjektene er organiserte som PIB-prosjekter (Prosjekt i Bedrift) i FHF og pågår uavhengig av *Pelagisk løft*.

Prosjektet "*Fremtidens pelagiske innfrysingsbedrift*"³, finansiert av Norges forskningsråd, ble gjennomført i perioden 2000 – 2004. Prosjektets hovedmål var; å utvikle rasjonell og kontinuerlig fryseprosess for pelagisk fisk som gir effektiv utnyttelse av arbeidskraft, investeringer og energi, og som samtidig tilfredsstiller kjøpers behov. FHF-prosjektet 900915 "*Teknologi for effektiv og bærekraftig innfrysing av pelagisk fisk*"⁴ ble avsluttet i 2015 og hadde som hovedmål å bidra til å utvikle fremtidens teknologi for effektiv og bærekraftig innfrysing av pelagisk fisk. Øvrige prosjekter som omhandler makrell er Forskningsrådsprosjektet "*Technology for grading and sorting of fish – focus on gutted salmon, herring and mackerel*"⁵. Prosjektet ble gjennomført i perioden 2008 – 2011 og hadde hovedfokus på automatisk sortering av størrelse og art basert på maskinsyn for pelagisk fisk. Dette prosjektet var grunnlaget for FHF-prosjektet 900387 "*Individbasert kvalitetssortering og kvalitetsmerking av pelagisk fisk*"⁶ (2010 – 2013) hvor det ble utviklet metoder for måling av fettinnhold og påvisning av bloduttredelser i hel makrell. I tillegg ble det utviklet en elektronisk kvalitetshåndbok for pelagisk fisk. Høsten 2013 startet prosjektet "*Individbasert sortering av pelagisk fisk: Del 2*"⁷ og ble avsluttet i 2015. Prosjektet har utviklet en 2-spors linje for størrelsessortering av makrell og sild ved bruk av maskinsyn.

Uløste FoU oppgaver

Det er behov for FoU-aktiviteter innen temaene "teknologi og prosess". Aktuelle tema er utvikling av teknologi for temperering av makrell, enten nedkjøling av makrellen fra ca. +3 °C til om lag -3 °C eller tining fra -28 °C til om lag -3 °C. Hva den optimale temperaturen skal være vil bli dokumentert gjennom de FoU-prosjektene som blir etablert. Tempereringen må utføres slik at hele fisken, og alle fiskene i batchen, har den ønskede temperaturen, hvilket er en utfordrende oppgave med de kapasitetsbehov som må oppnås for at det skal være lønnsomt å filetere makrellen i Norge. Kapasitetsbehovet for filetering vil være i området 2.000 kg filet per time.

Videre må det utvikles effektiv fileteringsteknologi som inkluderer effektiv innmatings teknologi med tilpasset kapasitet til filetmaskinene. I den avsluttende delen av produksjonslinja må det utvikles teknologi for effektiv pakking og singelfrysing av makrellfiletene som skal ha jevn og glatt overflate.

Prioriterte FoU oppgaver

Følgende FoU-prosjekter er prioritert fremover;

- Utvikling av tempereringsteknologi for å kjøle makrell fra +3 °C til ca. -3 °C og tine fra -28 °C til ca. -3 °C. Prosjekt søkt Norges forskningsråds BIA-program. Antatt oppstart 2. kvartal 2016 om prosjektet blir innvilget.
- Uttesting av eksisterende fileteringsteknologi, inkludert innmatingsystem til filetering, for Jpankuttet makrell. Igangsatt av Pelagia AS.
- Utvikling av ny fileteringsteknologi. FHF-utlysning; PIB.
- Utvikling av teknologi for emballering/pakking/singelfrysing av 2.000 kg gradert filet per time. Prosjekt søkt Norges forskningsråds BIA-program. Antatt oppstart 2. kvartal 2016 om prosjektet blir innvilget.



Temperaturkontroll

4.2.1. Pilotlinje for makrellfilet

Det er gitt tilsagn fra FHF og IN til delfinansiering av pilotlinjen. Prosjektet ledes av Pelagia AS og har fått navnet *Pelagisk løft*. Prosjektet skal installere en pilotlinje for produksjon av Japancut og Eurocut makrellfilet basert på både fersk og fryst hel makrell. Målsettingen med pilotlinjen er å sette sammen kjente og ukjente komponenter til en sammenhengende produksjonslinje for makrell basert på både ferskt- og frosset råstoff. Komponentene skal utvikles så nær fullskalalinjen som mulig med hensyn på type og utførelse. Prosjektet har følgende delmål:

Utvikle "state of the art" tinealegg for frosset råstoff.

- Tilpasse, implementere, teste og feilrette filetmaskin for produksjon av Japancut og Eurocut makrellfilet.
- Tilpasse, implementere, teste og feilrette innfrysingsanlegg for IQF-frosset makrellfilet. Markedenes krav til speilblank kjøttside vil kreve utvikling av rett type fryser.
- Tilpasse, implementere, teste og feilrette glassering- og trimmebord.
- Gjøre nødvendige tilpasninger av bygning.
- Redusere risikoen med å bygge fullskala produksjonslinjer for denne type produkter.

Styringsgruppen for *Pelagisk løft* er samstemt om bygging, testing og utvikling av en pilotlinje for makrellfilet som skal produsere makrellfilet av kvaliteter som markedene innen storhusholdninger og konsum ønsker og som medfører at disse produktene kan produseres her i Norge. Kunnskap og teknologi i dette prosjektet skal være åpent for alle norske aktører.

Den viktigste utfordringen er om pilotlinjen fungerer optimalt og at en greier å gå fra pilotskala til fullskala produksjonslinje. En må lykkes med individbasert sortering og innmating, utvikle optimal temperering/tinging og utvikle filet- og innfrysningsteknologi som ivaretar kvalitet og sikrer tilstrekkelig kapasitet for å oppnå lønnsomhet.

En ferdigstilt pilotlinje danner nødvendig forutsetning for en rekke utrednings-, forsknings- og utviklingsprosjekter beskrevet i de påfølgende kapitlene.

Prosjektet for bygging av pilotlinja blir finansiert av Pelagia, Innovasjon Norge og FHF. Det vil bli etablert arbeidspakker i pilotlinjeprosjektet innenfor temaene tining, filetering, transportører/glasering/trimmebord, filettinnfrysing og bygg. Det skal legges opp til at de andre samarbeidsbedriftene i *Pelagisk løft* skal få muligheten til å leie pilotlinja for interne utviklingsoppgaver etter en avtalt pris som skal bidra til å dekke linjas utviklings- og driftskostnader.

4.3. Produkt og produktutvikling

Status:

I dag produseres et mindre kvantum norskprodusert makrellfilet til hermetikk. Et norsk pelagisk anlegg produserer et begrenset kvantum Japankuttet makrellfilet. Siden Japankuttet filet med bukbein, svarthinne og bukhulen intakt er mest ettertraktet i det asiatiske markedet, har *Pelagisk løft* hovedfokus på dette produktet. Målsetningen er at en skal utvikle en lønnsom og kostnadseffektiv produksjon av Japankuttet filet i Norge beregnet for det japanske og koreanske markedet.

I dag blir rundfrosset makrell fra Norge tint og håndfiletert i Kina og andre lavkostland. Disse filetene fryses på nytt og omsettes i ulike ledd av verdikjeden i Japan og Sør-Korea.

Utfordringer:

Det er forbundet med en rekke utfordringer når bedrifter skal utvikle en produksjon fra råvareleveranser til mer ferdigvarebasert produksjon. Det er avgjørende at en greier å utvikle produkter som innehar de produkttegenskapene som store kjeder og forbrukere forventer. Pakkemethoder som bevarer kvalitet og hindrer harskning er en nøkkelfaktor for makrellfilet. I tillegg skal trimming, pakking og vektstørrelser på det ferdige produktet være enhetlig og forutsigbar for alle ledd i verdikjeden.

Makrell er en fet fisk. Under fryselagring av fisk med høyt fettinnhold blir fett oksidert over tid og resulterer i at fisken får endring i farge, uakseptabel harsk lukt og smak og blir uegnet til konsum. Det er store årstidsvariasjoner i fettinnhold i makrell (fra 10-40 %), og mye råstoff benyttes fryst⁸⁹. Møreforskning og Nofima gjennomførte i 2007 uttesting av hurtig fettmåling for makrell med on-line NIR spektroskopi med lovende resultat¹⁰. Når en fileterer makrellen blir filetene mer utsatt for harskning enn rund fisk¹¹. Dette skyldes fiskekjøttets eksponering mot oksygen og lys. I tillegg vil blodrester i fileten bidra til øket oksidasjon av fett. Dette gjør at makrellfilet får redusert holdbarhet under fryselagring sammenlignet med rundfrosset makrell. Utfordringen blir bl.a. å utvikle prosessløsninger som gjør at singelfryst makrellfilet får tilnærmet like god holdbarhet som rundfryst makrell.

Oksideringen kan minimeres ved å redusere filetenes eksponering for oksygen ved vakuumering og/eller tilsetning av hjelpestoffer som bremser oksidasjonsprosessen. Vacuumpakking reduserer filetenes eksponering for oksygen sammenlignet med lagring av IQF makrellfilet i pappkartong. Alle kjemiske prosesser går raskere med økt temperatur. Dette gjelder også oksidasjon i frysede produkter. Derfor vil det være viktig å senke lagringstemperaturen under $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¹²¹³.

Det er viktig å optimalisere pakkemethoder og emballasjetyper for makrellfilet. I startfasen vil bedriftene ta utgangspunkt i industrielle emballaseløsninger. Denne typen emballasje videresendes til industrikunder for videre bearbeiding av makrellen og ompakking til andre kundegrupper nedstrøms i verdikjeden. Neste utviklingstrinn og utfordring blir å utvikle vakuumpakkede produkter for konsument eller *horeka*-segmentet.

Det er gjennomført lite produktutvikling for makrellfilet. For å øke verdiskapingen kan det i fremtiden være aktuelt å utvikle nye mer videreforedlede konsumentprodukter av makrell. Dette kan være saltede

eller marinerte produkter som allerede eksisterer i eksportmarkedet, eller helt nye produktvarianter som ikke finnes i markedet.

Relevante gjennomførte og pågående FoU oppgaver:

Som tidligere nevnt er det utviklet en elektronisk kvalitetshåndbok for makrell og sild. Likevel er det behov for mer forskning og dokumentasjon innenfor produktutvikling. Et nylig avsluttet Nofima prosjekt fokuserte på fettavleiring og tekstur i makrell gjennom fangstsesongen fra juni til november. Lettfattelig informasjon om fettavleiring i norsk makrell distribueres i dag til forbrukere i supermarkedsskjeder i Japan. Nofima er involvert i to pågående prosjekter i samarbeid med Pelagia; NI –prosjektet (*Nordic Innovation*): *"Improved quality and value of Nordic mackerel products for the Global market"* og RFF-Vest prosjektet (*Regionalt forskningsfond*): *"Developing and optimizing mackerel filleting. Opening processing potential for Norwegian industry"*.

Det nordiske NI-prosjektet er bredt anlagt med fokus på flere forhold som påvirker sluttkvaliteten og oksidasjonsstatusen til ferdige fileterprodukter; som effekt av sesong, fangstredskap, råstoffbehandling ombord, filetering, emballering, innfrysingsmetoder, og fryselaagring. Målet er å få kunnskap om hvordan kvalitet/råvarebehandling og prosessering påvirker produkttegenskapene til mekanisk filetert makrell. Prosjektet fokuserer på fileterproduksjon av *ferskt råstoff*. RFF-Vest prosjektet fokuserer på produksjon av Japankuttet filet fra frosset hel makrell. Prosjektet skal gi en oversikt over hvilke faktorer som påvirker fileterproduktets kvalitet og lagringsstabilitet. Ulike kvalitetsparametere måles slik som farge, filetspalting og tekstur.

Mjøreforskning og Sandanger AS har kartlagt harskning i ferskt og fryst makrellfilet. Målsetningen var å undersøke om en kunne oppnå bedre produktkvalitet og økt lønnsomhet ved å benytte ferskt råstoff til hermetikkproduksjon. Kvalitet på råstoff og ferdig hermetisert produkt ble vurdert. Resultatene viser at det fram til 9 mnd. lagring ikke var vesentlige forskjeller i kvaliteten i hermetisk makrell som var basert på fryst eller ferskt råstoff¹⁴.

Nofima har gjennomført et prosjekt som fokuserer på bearbeiding av makrell til røyking¹⁵. Formålet med prosjektet var å fremskaffe kunnskap som skal øke verdiskaping og markedsmessige muligheter for norsk makrell. Arbeidet har avdekket at dagens bearbeidede makrellprodukter ikke ivaretar tilpasninger og behov til utenlandske røykerier. To markedsmuligheter er identifisert for norsk røykt makrell; sløyd og hodekappet makrell og høykvalitetsprodukter av filet og flaps.

SINEF Fiskeri og havbruk er i slutfasen av Bionær-prosjektet (Norges forskningsråd) "ProHealth Pelagic" der målet har vært å bevare positive helseeffekter til pelagisk fisk fra råvare til ferdigprodukt. Prosjektet omfattet sild og makrell. Prosjektresultater er ikke publisert og blir utarbeidet i samarbeid med en industripartner. For makrell fokuserte en på anvendelse i hermetikkproduksjon. Oksidasjonsstatus for industrifilet og rund makrell ble målt under fryselaagring inntil 12 mnd. I tillegg gjennomførte en analyser med NMR, proteinoksidasjon og vitamin D.

Nofima har et pågående internt prosjekt som fokuserer på sjømatkvalitet. Prosjektet har fokus på å skaffe ny kunnskap om kvalitetsutfordringer i verdikjedene for laks og makrell. Det skal utvikles metoder, utstyr og kompetanse for å forstå betingelser for hvordan kvalitetsendringer oppstår og hvordan kvalitet

forringes, måles, brukes og kommuniseres av næringsaktørene og gjennom hele verdikjeden fra fisk til forbruker¹⁶.

Prioriterte FoU oppgaver

Dette området omfatter forskning og utvikling på optimal råstoffkvalitet, råstoffegenskaper, og holdbarhet (harskning og antioksidanter). En vil utvikle nye produkter med basis i norskprodusert makrellfilet til ulike markeder, i ulike forpakninger og muligheten for større andel singelfryste produkter.

Innenfor utvikling av emballasje fokuseres det på optimale emballaseløsninger for effektiv logistikk, transport og distribusjon av produkter som rundfrosset makrell og IQF-frosset filet. Industrien bør samarbeide om å kartlegge hva som skiller den norskproduserte makrellfileten fra makrellfilet produsert i Japan og filet produsert av andre makrellarter. En strategi for hvordan den norske makrellfileten skal markedsføres for å synliggjøre fordelene bør utarbeides. Følgende prosjekter skal prioriteres;

- Kartlegging av oksidasjon i makrellfilet under frysing
- Emballasjeutvikling for singelfryst makrellfilet
- Generisk kravspesifikasjon for norsk makrell filet



Optimal produktkvalitet

4.4. Restråstoff

Status:

I dag benyttes alt restråstoff fra pelagisk sektor, hovedsakelig til mel og oljeproduksjon. Tilgjengelig pelagisk restråstoff er hovedsakelig avskjær fra sild. I 2014 ble 70 % av landet sild filetert i Norge, dette gav et volum på 162 000 tonn restråstoff fra sild. Basert på landinger på til sammen 350 000 tonn rund makrell i 2014 og at en innfrir målsetningen om at 25 % av makrellen skal fileteres, er det et potensial for 35 000 tonn avskjær av makrell pr år, forutsatt at en oppnår et filettutbytte på 60 %. En undersøkelse fra NIFES konkluderer med at makrell er en bedre kilde for de viktigste omega-3 fettsyrene EPA og DHA enn sild¹⁷. Atlantisk makrell har i tillegg mer gunstig fettsyreprofil enn japansk makrell. Atlantisk makrell hadde i snitt 4,9 gram EPA og DHA per 100 gr. fisk, mens nivået i den japanske makrellen ble målt til 2,8 gr. Analysene er utført på fileter, men en vet at buklisten som skjæres vekk for enkelte filetprodukter har et meget høyt fettinnhold. Fettandelen i restråstoffet er derfor trolig høyt og indikerer at fettinnholdet i avskjær fra filetproduksjonen fra makrell kan representere et betydelig økonomisk potensiale. I dag er det en begrenset filetproduksjon av makrell og råstoffet blir hovedsakelig benyttet i fôrproduksjon.

Det er en mulighet for å øke verdien av restråstoffet av makrell ved å utvikle produkter til humant konsum. Samfengt restråstoff fra sild og makrell som inngår i melproduksjon betales i dag med ca. 2 kr per kg. Råolje fra Peru, som benyttes av den marine omega-3 industrien har en pris på ca. 17 kr/kg. Marine proteiner har et lignende prisnivå, høyeste pris er for tiden ca. 16 kr/kg. I tillegg er marine fosfolipider godt betalte produkter. Krillolje, som hovedsakelig består av marine fosfolipider, har en markedsverdi på 1100 kr/kg. Det finnes få data på marine fosfolipider i makrell, men i prosjekt gjennomført av Vikomar ASⁱⁱ og SINTEF Fiskeri og havbruk AS ble det funnet 2,5 % fosfolipider i buklista fra makrell i tillegg til høyt innhold av olje med omega-3 (over 24 % av fettsyrene besto av omega-3).

Utfordringer:

Avskjær fra makrell har et stort uutnyttet potensiale, men lite forskning og utvikling er foreløpig utført for å utnytte dette. Om makrellavskjæret skal gå til mel- og oljeproduksjon tilegnet fôrproduksjon, fungerer dagens tradisjonelle logistikkhåndtering og produksjonsløsninger for råstoffet. Dersom avskjæret skal brukes til human anvendelse må nye løsninger for teknologi og logistikk utvikles. Restråstoffet må behandles på en slik måte at sluttproduktet får en optimal kvalitet. Det største verdipotensialet ligger trolig i å anvende avskjæret til mer høyverdige produkter til ingrediensindustrien og annen human anvendelse. Det eksisterer ikke høyverdige konsumprodukter av makrellavskjær i markedet i dag. Nye produkter og markeder må derfor utvikles for å kunne utnytte verdipotensialet.

Relevante gjennomførte og pågående FoU oppgaver.

Det er gjennomført mange prosjekter innenfor utnyttelse av restråstoff fra sild, lite er gjort på makrell. Møreforskning sitt FoU arbeid innenfor utnyttelse av restråstoff fra NVG sild har avdekket at det kan være interesse for å benytte buklist av makrell til konsumanvendelse¹⁸.

ⁱⁱ Informasjonsark sendt til virksomheter som arbeider med oljer – september 2015

Prioriterte FoU oppgaver

Det er behov for å øke kunnskapsgrunnlaget for restavskjær av makrell. Dette omfatter både produksjonstekniske løsninger så vel som produktkarakterisering og produktutvikling. Aktuell FoU-aktivitet kan være utvikling av teknologi for automatisk sortering av ulike restråstoffsfraksjoner, kartlegging av fettsyresammensetning, fettsyreattributter, avdekke produktmuligheter og gjennomføre lønnsomhetsanalyser for videreforedling av restråstoff til produkter med høyere verdi til humant konsum. Det er også behov for økt kunnskap om råstoffkarakterisering gjennom sesongen og hvordan en skal optimalisere restråstoffet når avskjæret skal anvendes til produksjon av mel og olje til fôrindustrien.

- Karakterisering av restavskjær.
- Utvikling av system for bedre ivaretagelse av kvalitetsrestråstoff.
- Utvikle produkter til humant konsum basert på restråstoff.



Fra avskjær til fôr og humant konsum

4.5. Marked

Status:

I følge ureviderte tall fra Norges sjømatråd ble det eksportert i overkant av 400.000 tonn makrell i 2014. Dette omfatter alle typer makrell og makrellprodukter, fersk og fryst. Det største produktet var fryst, rund makrell under 600 gram som utgjorde 385.047 tonn til en verdi av nærmere 3.9 milliarder kroner. De viktigste markedene var Kina, Japan, EU, Nigeria, Sør-Korea og Tyrkia. Rundfrosset makrell som blir eksportert til Kina blir filetert og reeksportert til Japan. Japan er derfor det desidert største markedet for norsk makrell. Russland var tidligere et viktig marked for makrell, men pga. importforbudet har dette falt bort. Videre er eksport av makrell til Nigeria blitt redusert i en periode på grunn av valutarestriksjoner i landet. Eksporten av makrell til og med oktober 2015 har totalt blitt redusert med 14 % sammenliknet med samme periode i 2014¹⁹.

Imidlertid har eksporten av norsk makrellfilet til og med oktober 2015 økt med 71 % i forhold til samme tidspunkt året før, men i forhold til rundfrosset makrell er volumet likevel beskjedent med 5000 tonn så langt. Sverige, Sør-Korea og Japan er de største mottakerne av makrellfilet.

Hovedproduktet for eksport er rundfrosset makrell i 20 kg's kartongeske med innlagt plastfolie. Det er sannsynligvis muligheter for andre og mindre forpakninger for rund makrell, som 10 og 4 kg. Japankuttet filet (filet med buk og bukhinne intakt) er den mest ettertraktede filetypen av makrell i Asia. Eurokuttet filet (filet med skinn, men uten ribbein) er det største produktene i det europeiske markedet. Det produseres Eurokuttet filter til hermetikk i Norge og makrellflaps til Tyskland og Tsjekkia. Volumet er relativt lite på grunn av begrenset markedsstørrelse i Norge og høye tollsatser til EU-land for bearbeidet vare.

Det er i dag økende etterspørsel etter norskprodusert makrellfilet. Særlig Japan og Sør-Korea utmerker seg som interessante markeder med stort potensiale.

Utfordringer:

Norsk pelagisk makrellindustri produksjons og produktvalg bør være basert på markedsbasert kunnskap. En bør øke kunnskapen om markedspotensieller og kartlegge om det er mulig å produsere de filetproduktene som markedet etterspør til konkurransedyktig pris som gir tilfredsstillende fortjeneste. I dette bildet inngår bl.a. forhold knyttet til kvalitet, pris, volum, og leveringsdyktighet. Markedsarbeidet kan deles i to kategorier, hvor generisk markedsføring er et nasjonalt anliggende mens spesifikke produkt- og markedsrettede tiltak vil være de pelagiske bedriftenes egne bedriftsinterne prosjekter.

I dag eksporteres et begrenset volum makrellfilet. I startfasen vil det være en utfordring å etablere en stor regulær omsetning av fileten. Teknologiske løsninger skal utvikles, og en skal lykkes med produktutvikling og introduksjon av nye produkter inn til nye og gamle kunder i ulike markeder.

Endringer i den internasjonale handelspolitikken vil kunne påvirke varestrømmen av makrellfilet og lønnsomheten for videreforedte produkter i eksportmarkedene.

Relevante gjennomførte og pågående FoU oppgaver:

Møreforskning har gjennomført markedsarbeid for makrell i prosjektet *Pelagisk kvalitet fra hav til fat*²⁰. Nofima har gjennomført et prosjekt som kartlegger muligheter og utfordringer knyttet til å etablere en felles kvalitetsmerking for norsk makrell og sild. Det er utarbeidet oversikt over aktuelle merkeordninger og gjennomført intervjuer av importører og produsenter i Tyskland, Polen og Korea. Gjennom intervjuene har en kartlagt utvalgte markeder sine synspunkt på en felles kvalitetsmerking på norsk makrell²¹. I Nofimas prosjekt "Pelagiske fremtidsbilder" er det utarbeidet ulike scenarier om utfordringer og muligheter i fremtidens marked for sild og makrell²². Et annet Nofima prosjekt har fokus på konsekvenser av makrellkonflikten med Island og Færøyene. Fokus er rettet mot hvordan konflikten har påvirket konkurranse- og markedsituasjonen for norsk makrell²³.

Norges sjømatråd har utført noen studier som bl.a; "The mackerel market in Japan: The key opportunities in 2014, Promar consulting" og "The mackerel market in south Korea: What are the recent critical changes? Promar Consulting". I tillegg ble det våren 2015 lansert en film om makrellen²⁴. Denne filmen skal oversettes til både japansk og koreansk for å bidra til å øke kjennskapet til og preferansen for norsk makrell også internasjonalt.

Prioriterte FoU oppgaver

For å styrke norsk makrell sin posisjon i de viktigste markedene er det nødvendig å kartlegge og dokumentere hvilke produktverdier som er unike og selgende faktorer framfor konkurrerende produkter. Det bør skaffes kunnskap om hvilke konkurrerende produkter som eksisterer på markedene og hva deres fortrinn er. Det er mange ubesvarte spørsmål som det er behov å få svar på; Vil markedene oppfatte og verdsette enkeltfrost makrell fremfor dobbeltfrost som er rådende i dag? Hva er kvalitetspreferansene (produktspesifikasjonene) for de ulike makrellproduktene? Hvor sensitivt er det for etablerte kundeforhold å gå lengre inn i markedenes verdikjede med norskprodusert makrellfilet? Hvilke erfaringer har man gjort seg for laks i tilsvarende markedsarbeid? Hvilke pakninger/emballasje er ønsket i de ulike ledd av verdikjeden? Pris på samme produkt gjennom hele verdikjeden spesifisert på de ulike kostnadsbærerne? Hvor stor og hvor hen er fortjenesten (dekningsbidraget) i de ulike ledd av verdikjeden? Kartlegging av verdikjeden i Japan og Sør-Korea? Kravspesifikasjoner i ulike segment og marked på det ferdige produktet (dokumentert). Hvilke produktvarianter/filetvarianter/trimminger kan være av interesse i ulike segment og marked? Hvilke emballasjekrav stilles i de ulike deler av verdikjeden? Strategiske "angrepsmodeller" i de ulike markeder?

Kunnskapen om markedspotensialet vil være et viktig verktøy for å styrke posisjonen til den norske makrellfileten. For at store investeringer i nytt produksjonsanlegg og –system kan gjennomføres er kunnskapen om verdensmarkedet for makrellfilet, størrelsen på denne, pris og mulige trender og politiske utfordringer nødvendig. Kartlegging av mulige nye markeder og markedspotensialer må gjennomføres. For å få gjennomført effektive markedstiltak er kunnskapen om de stedlige distribusjonssystemene og aktørene viktig informasjon. Sjømatrådet er engasjert for å gjennomføre innledende markedsundersøkelser for makrell filet i Sør-Korea og Japan.

- Markedsundersøkelser innen trender og potensialet for makrellfilet i Japan, Sør-Korea og i andre utvalgte markeder.

5. FoU-prosjekters kapitalbehov og finansieringsmuligheter

Skal en lykkes med målsetningene med handlingsplanen er det viktig å gjennomføre de FoU-oppgavene som er skissert.

Mange av prosjektene har høy risiko og vil ha et stort kapitalbehov. Derfor er det nødvendig å skaffe den beste kompetansen til oppgavene og for offentlig støtte til de prosjektene som har nytte og interesse for hele næringen. For å redusere risikoen er prosjektene tenkt gjennomført i nært samarbeid med FHF's satsning *Pelagisk løft*, pelagiske bedrifter, utstyrsleverandører, FoU-institutter, kunder i markedet og Sjømatrådet. Pelagias pilotlinje for filetering av makrell vil være sentral for å utvikle nye effektive deløsninger gjennom hele verdikjeden ved at pilotlinjen blir tilgjengelig for aktørene i den pelagiske næringen.

Prosjektaktivitetene vil ha forskjellig karakter i verdikjedesammenheng. De spenner fra anvendt brukerstyrt forskning til fortløpende implementering og næringsutvikling. Den offentlige medvirkningen vil inkludere finansiering av prosjektene gjennom FHF, Norges forskningsråd, Regionale forskingsfond, VRI midler, Innovasjon Norge og Sjømatrådet, avhengig av prosjektenes natur og hvilke partnere som er med i de enkelte prosjektene.

I løpet av Handlingsplanens utviklingsperiode vil det sannsynligvis dukke opp nye problemstillinger som bør belyses og løses i nye prosjekter som ikke er beskrevet i dag. Handlingsplanen skal være et levende dokument som oppdateres årlig i henhold til utviklingen av teknologien til næringen og de behov som til enhver tid eksisterer.

6. Organisering av det videre arbeidet

Handlingsplanen har synliggjort konkrete forskning- og utviklingsbehov. Utfordringene vil søkes løst der kompetansen er best mulig tilpasset den faglige utfordringen. Primært vil prosjektene være bransjeorienterte og fokusere på felles problemstillinger, men det kan også tenkes at bedriftsspesifikke prosjekter vil bli gjennomført i perioden.

For å nå målet er organisering og samkjøring mellom næring og virkemiddelapparatet viktig. Gjennomføring av handlingsplanen krever løpende oppfølging og koordinering av oppgavene. Uforutsette forhold kan oppstå og nye ideer kan dukke opp som kan tjene hovedmålet bedre. Planen må derfor sees som retningsgivende, men ikke endelig. Den må rulleres og endres når nye forhold tilsier dette. Det er derfor viktig å ha en styringsgruppe for handlingsplanen som har regulære møter, holder seg informert om utviklingen og utøver en proaktiv rolle i forhold til planens mål og deloppgaver. Det vil være viktig at denne gruppen evaluerer og resultatene og formidler disse til norsk fiskerinæring. Det vil ved utgangen av hvert år bli gjennomført et møte med oppsummering og diskusjon av resultater og eventuelle endringer i planen vil bli gjennomført. De ulike finansieringskildene vil bli invitert til dette oppsummeringsmøtet.

Det er etablert en styringsgruppe med ledende pelagiske bedrifter for initieringsarbeidet til *Pelagisk løft*. Det tas sikte på å fortsette det etablerte samarbeidet med disse bedriftene. FHF vil koordinere det videre arbeidet med oppdatering/endringer av planen i fremtiden.

Det legges opp til et nært samarbeid med produksjonsbedrifter, finansieringskilder, utstysleverandører og ulike forskningsinstitutt under de forskningsbaserte aktivitetene. Den spisskompetansen som finnes i forskjellige miljøer vil bli søkt inkludert etter behov.

Referanser

- ¹ Norges sjømatråd AS, ureviderte tall for 2014.
- ² Publisert gjennom Norges Sildesalgslags hjemmeside side 2.5.2012. <https://www.sildelaget.no/7657>. SINTEF Fiskeri og havbruk AS / SIK – Institutt for livsmedel och bioteknik, 2009. Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products. SINTEF-rapport SFH80 A096068.
- ³ Nordtvedt, T.S., Sandbakk, M. 2001. Fremtidens pelagiske innfrysingsbedrift. SINTEF rapport STF80 F045009.
- ⁴ Stavset, O., Nordtvedt, T.S. 2015. Teknologi for effektiv og bærekraftig innfrysing av pelagisk fisk. SINTEF rapport TR A7508, ISBN 978-82-594-3638-2.
- ⁵ Norges forskningsråds KMB-prosjekt (Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning, senere benevnt som KPN; Kompetanseprosjekt i næringslivet) nr. 184959/I10. 2008 – 2011. Technology for grading and sorting of fish – focus on gutted salmon, herring and mackerel. Partnere SINTEF Fiskeri og havbruk AS, MMC Tendos AS, Avanti Engineering AS og Fosnavåg Seafood AS.
- ⁶ FHF-prosjekt nr. 900387. 2010 – 2013. Individbasert kvalitetssortering og kvalitetsmerking av pelagisk fisk. Partnere Nofima AS og SINTEF Fiskeri og havbruk AS.
- ⁷ FHF-prosjekt nr. 900923 og Innovasjon Norge-prosjekt 2013/106874. 2013 – 2015. Individbasert sortering av pelagisk fisk: Del 2. Partnere SINTEF Fiskeri og havbruk AS, Havyard MMC og Pelagia AS.
- ⁸ Falch, E., Aursand, I & Digre, H. 2006. Pelagisk kvalitet. Sesongvariasjoner i næringsverdi og fettsammensetning I NVG sild og makrell. SINTEF rapport AO 65018.
- ⁹ Duinker, A. & Pedersen, M.E. 2014. Fettavleiring, tekstur og struktur i makrell fra juni til november. NIFES- Nofima. Prosjektrapport FHF prosjekt #900786.
- ¹⁰ Remme, J.F. & Wold, J.P. 2007. Hurtig fettmåling i pelagisk fisk ved on-line NIR spektroskopi. Møreforskning rapport Å 0707.
- ¹¹ Aubourg, S. P., et al. (2005). "Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*): effect of catching season and commercial presentation". *European Journal of Lipid Science and Technology* **107**(5): 316-323.
- ¹² Ke, P. J., et al. (1977). "Differential lipid oxidation in various parts of frozen mackerel." *International Journal of Food Science & Technology* **12**(1): 37-47.
- ¹³ Richards, M. P., et al. (1998). "Effect of Washing with or without Antioxidants on Quality Retention of Mackerel Fillets during Refrigerated and Frozen Storage." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**(10): 4363-4371.
- ¹⁴ Aas, G. H, Barnung, T., Kjerstad, M., Larssen, W.E., (2013) Optimal kvalitet på hermetisk makrell, Møreforskning rapport MA 13/17.
- ¹⁵ Heide, M., Nøstvoll, B.H., (2014) Bearbeiding av makrell til røyking – fase 1: Muligheter og barrierer. Nofima rapporserie (44/2014). (ISBN 978-82-8296-238-4).
- ¹⁶ <http://nofima.no/prosjekt/sjomatkvalitet-fra-fjord-til-bord/>.

¹⁷ Dahl, L., Duinker, A., Måge, A., Eide Graff, I. (2014). Næringsstoff i sild og makrell. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. 01.04.2014.

¹⁸ Kjerstad, M., Larssen, W.E., Nystrand, B.T.(2014) Produkt og markedsutvikling for restråstoff for NVG sild til konsum. Møreforskning Rapport MA 14-18.

¹⁹ <http://www.seafood.no/Nyheter-og-media/Nyhetsarkiv/Pressemeldinger/Redusert-pelagisk-eksport-i-oktober>

²⁰ Brynjolfur, E., Kjerstad, M., Fjørtoft, K.L., 2006. Kvalitetskrav for norske pelagiske produkter i Russland, Polen, Tyskland og Japan. Møreforskning Ålesund rapport nr Å 0602.

²¹ Voldnes, G., Heide, M. (2011). Felles kvalitetsmerking av norske pelagiske produkter – har det noe for seg? Nofima rapportserie (400/2011). (ISBN 978-82-7251-920-9).

²² Iversen, A. (2007) Pelagiske fremtidsbilder. Økonomisk Fiskeriforskning. Årgang 17 Nr. 2007.

²³ Iversen, A., Svorken, M., Bendiksen, B.I. (2014). Makrellkonfliktens konsekvenser. Nofima rapportserie (15/2014). (ISBN 978-82-8296-178-3).

²⁴ <http://www.seafood.no/Nyheter-og-media/Nyhetsarkiv/Verdens-beste-makrell-går-til-filmen>.