

# **Prototype produksjon og markedstesting av proteinpulver fra torsk (Go BIG)**

Faglig sluttrapport

Birthe Vang, Kjersti Lian, Andre Reinholdtsen (Myre Havbruk) & Ragnhild Dragøy Whitaker





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-1431 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsen gate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sundalsøra:**

Sjølsengvegen 22  
NO-6600 Sunndalsøra

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**



Creative commons gjelder når ikke annet er oppgitt

# Rapport

<i>Tittel:</i> <b>Prototype produksjon og markedstesting av proteinpulver fra torsk (Go BIG)</b>	ISBN 978-82-8296-623-8 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Prototype production and market testing of protein powder from cod (Go BIG)	<i>Rapportnr.:</i> 6/2020
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Birthe Vang, Kjersti Lian, André Reinholdsen & Ragnhild Dragøy Whitaker	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Avdeling:</i> Marin bioteknologi	<i>Dato:</i> 25. februar 2020
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 17
<i>Stikkord:</i> Bioprosess, hydrolyse, marked	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901477
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i>	<i>Prosjektnr.:</i> 12414
<p>Myre Havbruk og Nofima ønsket sammen å videreføre et prosjekt som ble utført av Nofima og Myre Havbruk i 2016 der proteinpulver fra torskerygger og hoder ble utviklet. Proteinpulveret fra torskerygger er spesielt godt mottatt hos ulike interessenter i markedet, og det er dette produktet som det nå ønskes å videreutvikle utover en demonstrasjonsfase slik at man kan designe det beste anlegget til å best ta vare på og sikre maksimal utnyttelse og inntjening fra restråstoff fra slakt av hvitfisk.</p> <p>Det som er viktig å undersøke videre 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. Det er i prosjektet produsert 6 batcher hydrolysat på Biotep samt flere produksjoner i pilotskala der det har blitt brukt ulikt råstoff (torsk slaktet om bord i båt, levendelagret torsk, torsk som er prosessert 20 timer etter fangst, torsk som er fryst og lagret i 10 måneder, og hyse).</p> <p>Det har blitt utført analyser på råstoff og sluttprodukt og det konkluderes med at (1) råstoffkvalitet vil påvirke smak, (2) ferskt og bra behandlet råstoff vil gi bedre smak, (3) råstoff som har vært frosset over en periode på 10 måneder har redusert sensoriske egenskaper og (4) proteinpulver fra torskerygger er positivt mottatt i flere mulige kundesegmenter.</p>	
<p><i>Summary:</i></p> <p>In 2016 Myre Havbruk and Nofima developed a protein powder from cod backs and heads, and seeing the product was well received with different stakeholders, it has been desirable to continue this work. A further development is required to find the best possible structure to ensure maximal exploitation and earnings from whitefish side streams. It is particularly important to see if different quality of side-stream gives measurable variations in the final product. In this project several analyses has been performed on side streams and end products to conclude that quality has an effect on taste, where fresh and well treated side streams yield product with better taste than products from side streams stored frozen for 10 months. The protein powder has been well received from potentially clients.</p>	

## **Forord**

Prosjektet ønsker å designe det beste anlegget til å best ta vare på og sikre maksimal utnyttelse og inntjening fra restråstoff fra slakt av hvitfisk. Arbeidet er utført ved Nofima sine fasiliteter i Tromsø og det nasjonale testanlegget Biotep lokalisert i Kaldfjorden. Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF).

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>2</b>
2.1	Prosjektorganisering.....	3
<b>3</b>	<b>Problemstilling og formål</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Prosjektgjennomføring</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon</b> .....	<b>6</b>
5.1	Analysen av hydrolysat .....	7
5.1.1	Aerobe mikroorganismer .....	7
5.1.2	Generell nærings sammensetning .....	7
5.1.3	Aminosyresammensetning.....	8
5.1.4	Mineraler og toksiske metaller.....	9
5.1.5	Smaking med semitrent panel.....	10
5.1.6	Fargemålinger på spraytørket hydrolysat .....	12
5.1.7	SEC-analyser .....	12
5.2	Markedsanalyser .....	14
5.3	Videre arbeid .....	15
<b>6</b>	<b>Hovedfunn</b> .....	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Leveranser</b> .....	<b>17</b>

# 1 Sammendrag

Myre Havbruk og Nofima ønsket sammen å videreføre et prosjekt som ble utført av Nofima og Myre Havbruk i 2016 der proteinpulver fra torskerygger og hoder ble utviklet. Proteinpulveret fra torskerygger ble spesielt godt mottatt hos ulike interessenter i markedet, og det er dette produktet som nå ønskes å videreutvikles utover en demonstrasjonsfase slik at man kan designe det beste anlegget til å best ta vare på og sikre maksimal utnyttelse og inntjening fra restråstoff fra slakt av hvitfisk.

Det som er viktig å undersøke videre 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. Det er i prosjektet produsert 6 batcher hydrolysat på Biotep samt flere produksjoner i pilotskala der det har blitt brukt ulikt råstoff (torsk slaktet om bord i båt, levendelagret torsk, torsk som er prosessert 20 timer etter fangst, torsk som er fryst og lagret i 10 måneder, og hyse).

Det har blitt utført analyser på råstoff og sluttprodukt og det konkluderes med at (1) råstoffkvalitet vil påvirke smak, (2) ferskt og bra behandlet råstoff vil gi bedre smak, og (3) råstoff som har vært frosset over en periode på 10 måneder har reduserte sensoriske egenskaper.

## 2 Innledning

Myre Havbruk og Nofima ønsker sammen å videreføre et prosjekt som ble utført av Nofima og Myre Havbruk i 2016 der proteinpulver fra torskerygger og hoder ble utviklet. Proteinpulveret fra torskerygger ble spesielt godt mottatt hos ulike interessenter i markedet, og det er dette produktet som nå ønskes å videreutvikles utover en demonstrasjonsfase slik at man kan designe det beste anlegget til å best ta vare på og sikre maksimal utnyttelse og inntjening fra restråstoff fra slakt av hvitfisk.

Myre Havbruk er i gang med etablering av et nytt mottaksanlegg for hvitfisk på Myre i Vesterålen, og vil motta fisk fra båter, samt ha levendelagring av torsk. I tillegg til slaktelinjene for fiskefilet vil også alt restråstoff som er til overs etter slakting av fisken håndteres. Myre kommer til å ta inn en del forskjellig råstoff, og da er det viktig å vite om ulikt råstoff vil resultere i ulike produkter når en prosess kjøres. Det er også mulig man må sende ulikt råstoff til ulike prosesser som er myntet på ulike markeder e.g. humankonsum eller petfood. Det er viktig å bestemme om den prosessen som allerede er utviklet kan utføres i stor skala og om det er kvalitetsforskjeller på ulike råstoff.

Prosesen som skal videreutvikles ble testet i laboratorieskala og pilotskala på torskerygger, både fersk og fryst råstoff, og det ble utført en batch hydrolyseprosess ved bruk av et enzym. Som nevnt ble dette veldig godt mottatt i markedet i innledende studier. Det som er viktig å undersøke videre er om variasjoner i type råstoff som går inn med tanke på fangstmetode og forbehandling slik som sulting og frysing gir variasjoner i produktet i parametere som enten er målbare eller kan avdekkes i markedsundersøkelser (konsumentoppfatning). I tillegg må industriskalaprosess testes. Det er utviklet en god prosess i laboratorium og pilotskala og det er ønskelig å skalere denne prosessen for å sikre reproduserbarhet, samt se om det er ulikheter mellom (1) torsk som er slaktet om bord i båt, (2) levende torsk levert og slaktet på anlegg, (3) levendelagret torsk som er sultet og fanget med trål eller line.

Nofima har erfart at prosesser som skaleres i pilotskala fortsatt må optimaliseres i liten industriskala. Dette utføres ved Biotep utenfor Tromsø.

## 2.1 Prosjektorganisering

<b>Prosjektgruppe</b>	<p><i>André Reinholdtsen; andre@kloegga.no</i> <i>Ragnhild Dragøy Whitaker; ragnhild.whitaker@nofima.no,</i> <i>Birthe Vang; birthe.vang@nofima.no</i> <i>Kjersti Lian; kjersti.lian@nofima.no</i> <i>Sverre Aarøen; sverre.aaroen@nofima.no</i></p> <p>André eier og driver Myre Havbruk og er helt sentral i prosjektet med sin kunnskap om råstoff, fangstmetoder, tilgang og kommersielt bruk av produktene. Ragnhild er forskningssjef i marin bioteknologi med ekspertise i utvikling og skalering av bioprosesser for marint restråstoff. Birthe er forskere ved samme avdeling som har vært sentral i gjennomføringen av prosjektet som nå skal videreføres. Kjersti blir sentral i videre arbeid i videreføring av prosjektet. Prosjektteamet har kunnskap om prosessene samt skalering av prosessene og utfordringer som kan møtes når man tar en bioprosess fra pilot til industriskala.</p> <p>Sverre Aarøen er driftsleder ved Biotep og vil være sentral i gjennomføring, logistikk og kontroll i gjennomføring av prosjektet på Biotep.</p>
<b>Styringsgruppe</b>	<p>FHF ble forespurt om å opprette en styringsgruppe med utvalgte industriaktører der bl.a. Frank Jakobsen (FHF), Fredrik Olsen (Primex), og André Reinholdtsen (Myre Havbruk) vil delta.</p>
<b>Referansegruppe</b> (som gir faglige innspill)	<p><i>Prosjektets styringsgruppe fungerer som referansegruppe med åpen kontakt. Det opprettes ikke referansegruppe for dette prosjektet pga. kort tidsperiode.</i></p>

Drift av styringsgruppe/referansegruppe er beskrevet i dokumentet «Mandat og retningslinjer for styringsgrupper i FHF-prosjekter», hvor også prosjektleders oppgaver overfor styringsgruppen er beskrevet. Prosjektet er kvalitetssikret av Ragnhild Whitaker, Nofima, med tanke på gjennomførbarhet, målsettinger og leveranser.



### 3 Problemstilling og formål

**Hovedmål:**

Oppskalere allerede utviklet prosess til rett infrastruktur, samt undersøke om ulikt råstoff gir ulikt produkt.

**Delmål 1:**

Evaluerer fem ulike restråstoff av torskerygger.

**Delmål 2:**

Analysere og sammenligne direkte målbare, samt konsumentgitte resultater, fra prosesseringen i delmål 1 (se analyser).

**Delmål 3:**

Basert på resultater i delmål 1 og 2, bestemme hva slags prosess og infrastruktur som er optimal i forhold til Myre Havbruk, samt etablere prosedyrer for eventuelt kvalitetsbasert prosessering av og ulik prosessbehandling av ulike råstoff.

Prosjektet vil øke lønnsomheten for Myre havbruk som vil kunne få høyere pris for alt eller deler av restråstoffet fra prosessering, i tillegg vil man kunne skreddersy markedsadgang basert på hvilke resultater man får fra ulike råstoff. Prosjektet vil kunne guide Myre havbruk til optimal infrastruktur med tanke på restråstoff. Prosesser utviklet i dette prosjektet kan tas videre til andre råstoff-leverandører. Prosjektet er beskrevet som videreføring av et tidligere forprosjekt (FHF 901348) der omsøkte beløp kan godt forsvares innenfor forventede resultater.

Råstoffet er rygger fra hvitfisk og man skal bruke ulike råstoff til å undersøke mulige detekterbare kvalitetsforskjeller. Tabell 1 gir en oversikt over fangstmetoder og behandling av råstoffet før og etter slakt.

## 4 Prosjektgjennomføring

Det har vært problemer med å skaffe råstoff til produksjon, derfor ble de to første produksjonene på Bioteq først gjennomført i juni 2018. Batch 1-2018 var med torskerygger og kutt/avskjær fra tradisjonell fangst produsert på båt. Det ble brukt sjøvann i produksjonen om bord som resulterte i noe høyere saltinnhold i hydrolysatet. Batch 2-2018 var produsert med torskerygger fra levendelagret torsk. Utfordringer under produksjonen kan ha påvirket kvaliteten på råstoffet. Begge produksjonene ble hydrolysert med Corolase 2TS (ABEnzymes).

Våren 2019 ble det produsert 4 batcher på Bioteq. Batch 1-2019 og 2-2019 var råstoff fra første produksjon i 2018 som nå hadde vært frosset i cirka 10 måneder, og ble prosessert med henholdsvis Corolase 2TS og Corolase 8000 (ABEnzymes). Batch 3-2019 bestod av kutt, avskjær og rygg fra «gammel» torsk. Det vil si at det har tatt minimum 20 timer fra fangst til prosessering. Fangst er gjort med line/snurrevad. Batch 4-2019 bestod av hyserygger samt noe hode m/nakke og gjeller. Både Batch 3 og 4 2019 er hydrolysert med Corolase 2TS. Tabell 1 gir en oversikt over produksjonsparameterne i 2018 og 2019.

Det ble utført flere analyser på råstoff og sluttprodukt. (1) Smak med semitrent panel, (2) SEC-analyser/molekylvektsfordeling (prøve 2 fra hver batch), (3) generell næringssammensetning, (4) aminosyresammensetning, (5) mineraler og toksiske metaller, og (6) fargemålinger på spraytørket hydrolysat (prøver tatt hver time).

Tabell 1 Oversikt over produksjonsparametere i 2018 og 2019

Nr	Råstoff	Lagring/oppbevaring	Enzym	Mengde biomasse	Bein	Spraytørket pulver
Batch 1-2018	Torskerygger, kutt og avskjær fra tradisjonell fangst produsert på båt	Det ble brukt sjøvann i produksjonen om bord (dermed høyere saltinnhold)	Corolase 2TS	850 kg	52 kg	78,2 kg (9,2%)
Batch 2-2018	Rygger fra levendelagret torsk	Litt problemer under produksjonen	Corolase 2TS	850 kg	95,5 kg	47 kg (5,5%)
Batch 1-2019	Rygger fra levendelagret torsk	10 måneder på frys	Corolase 2TS	850 kg	97 kg	64 kg (7,5%)
Batch 2-2019	Rygger, kutt, avskjær fra linefanget torsk	10 måneder på frys	Corolase 8000	850 kg	37 kg	73 kg (8,6%)
Batch 3-2019	Torskerygg, kutt og avskjær fra «gammel» fisk line/snurrevad fangst	20 timer fra fangst til prosessering	Corolase 2TS	910 kg	35 kg	83 kg (9,1%)
Batch 4-2019	Hyserygger, samt noen hoder m/nakke	Tradisjonelt fangstet	Corolase 2TS	920 kg	48 kg	69,2 kg (7,5%)

## 5 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

Alle produksjonene ble analysert for generell sammensetning av vann, fett, protein og karbohydrater. I tillegg ble detaljert næringsinnhold dokumentert gjennom aminosyresammensetning og innhold av mineraler, sporelementer og toksiske metaller. Det ble i tillegg utført bestemmelse av mengde flerumettede fettsyrer i Batch 1 og 2-2018. Sammen med analyser av totalt flyktig nitrogen (TVN) og aerobe mikroorganismer (CFU) gir dette en god dokumentasjon på kvaliteten av proteinpulveret.

I forsøkene utført i 2018 (Batch 1-2018 og Batch 2-2018) ble det kun funnet små forskjeller mellom de to ulike hydrolysatene som ble produsert. Dette kan begrunnes med at råstoffene som ble brukt hadde lik kvalitet. Batch 1-2018 ble hydrolysert av linefanget torsk som ble bra behandlet ombord og prosessert raskt. Batch 2-2018 ble hydrolysert av levendelagret torsk, og det ble rapportert om små produksjonsproblemer under prosessering fisken.

Enzymet Corolase 2TS ble brukt i oppskaleringen på hydrolysene av torskerygger (Batch 1 og 2-2018). Enzymet ble valgt på grunn av resultater i forprosjektet som konkluderte at enzymet gav godt utbytte og bedre sensoriske egenskaper enn andre enzym som ble testet i prosjektet. Ulempen med Corolase 2TS er at det kun leveres i store kvanta (1000 kg), og er kostbart med en pris på 950 kr/kg.

Med bakgrunn i dette ble vi enige om å utføre pilotskalaproduksjon (30 liter) med to lignende enzymer, Corolase 7089 og Corolase 8000, som er mindre kostbare (henholdsvis 325 og 285 kr/kg) og er tilgjengelig i 25 kiloskanner. Vi valgte å kjøre tre forsøk i pilotskala med enzymene (1) Corolase 2TS, (2) Corolase 7089 og (3) Corolase 8000 med samme råstoff som ble brukt under produksjonen av Batch 2-2018. Vi valgte å kjøre en produksjon med Corolase 2TS siden det hadde gått noe tid siden oppskaleringen på Biotep og det kan påvirke utviklingen av sensoriske egenskaper. Det kan heller ikke utelukkes at det vil være noe forskjell i smak og konsistens på produksjon i pilot (30 liter) og industriskala (2000 liter). Hydrolysatene ble også sammenlignet med de to hydrolysatene produsert med Corolase 2TS på Biotep i juni 2018.

I del 2 av forsøket, utført i 2019, ble råstoffet som var blitt lagret på Biotep i 10 måneder prosessert igjen (Batch 1-2019, Batch 2-2019). Med grunnlag i resultatene fra pilotskalaproduksjon ble enzymene Corolase 8000 og Corolase 2TS valgt for å kunne sammenligne med tidligere storskalaproduksjoner. Batch 3-2019 var torskerygger fra tradisjonell fangst der det hadde gått minimum 20 timer fra fangst til prosessering. Batch 4-2019 var produsert med hyserygger. Disse hysene var tradisjonelt fanget, og ikke levendelagret før prosessering. Batch 3 og 4-2019 ble kjørt med Corolase 2TS for å kunne sammenligne med tidligere storskalaproduksjoner. Tabell 1 viser en oversikt over råstoffet som ble brukt i de ulike hydrolysene.

Parallelt med dette har avdeling prosessteknologi ved Nofima Stavanger gjennomført et prosjekt der de har inkorporert ulike marine hydrolysater i lakseburger, deriblant hydrolysater fra disse forsøkene, for å øke proteininnholdet med tanke på personer med behov for økt proteinmengde i kosten (for eksempel eldre med dysfagi). Teorien er at hydrolyserte proteiner vil kunne tas opp enkelt i fordøyelsessystemet siden de allerede er nedbrutt til peptider. Dette prosjektet tilhører Nofimas internsatsning VårMat og resultatene er foreløpig konfidensielle.

Produktene som ble produsert ble også vurdert mot ulike kundesegmenter. Produktet ble presentert til flere mulige kunder innenfor B2B og B2C segmentet. Produktet ble veldig godt mottatt, både med

tanke på utseende og evaluering ved bruk. Innenfor B2C-segmentet ble kunder innenfor sportssegmentet samt personer med utfordringer ved inntak av mat spurt om å vurdere produktet. Tilbakemeldinger fra B2B og B2C segmentet samt vurdering av mulige markeder er beskrevet i kapittel 5.2 Markedsanalyser.

## 5.1 Analyser av hydrolysat

### 5.1.1 Aerobe mikroorganismer

Produksjonene fra 2018 ble analysert for aerobe mikroorganismer (CFU) ved laboratoriene ALS Global og TosLab. Prøvene lagres ved 30 °C i 3 døgn før man måler kimtall. I Mattilsynets retningslinjer er øvre grenseverdi satt til 5 000 000 CFU per gram fisk. Batch 1-2018 og Batch 2-2018 hadde henholdsvis 12 000 og 6 400 CFU/g (ALS Global) mot 3 000 CFU/g fra TosLab, og er dermed godt innenfor grenseverdiene for fisk. Mikroorganismer kan overleve, men ikke formere seg uten tilførsel av vann. Det er kun mangel på vann som sikrer produktets mikrobiologiske stabilitet. Innholdet av vann i hydrolysatene produsert i 2018 og 2019 er mellom 4–6 %. Fra rapport 35/2010 (Nofima)<sup>1</sup> viser det til at 10 % vann i fiskemel tilsvarer en vannaktivitet ( $A_w$ ) på cirka 0,60 og de fleste bakterier krever  $A_w \geq 0,95$  for vekst. Mugg klarer seg med 0,8 eller lavere. Mikroorganismer kan ikke formere seg i produkter der  $A_w$  er under deres minimumskrav.

### 5.1.2 Generell nærings sammensetning

Råstoff og alle hydrolysatene er analysert for vann, fett, aske og protein ved ALS Global (Tabell 2).

Tabell 2 Generell nærings sammensetning i hydrolysatene produsert juni 2019 og april 2019 på Biotep og pilotproduksjonene produsert ved Nofima Tromsø.

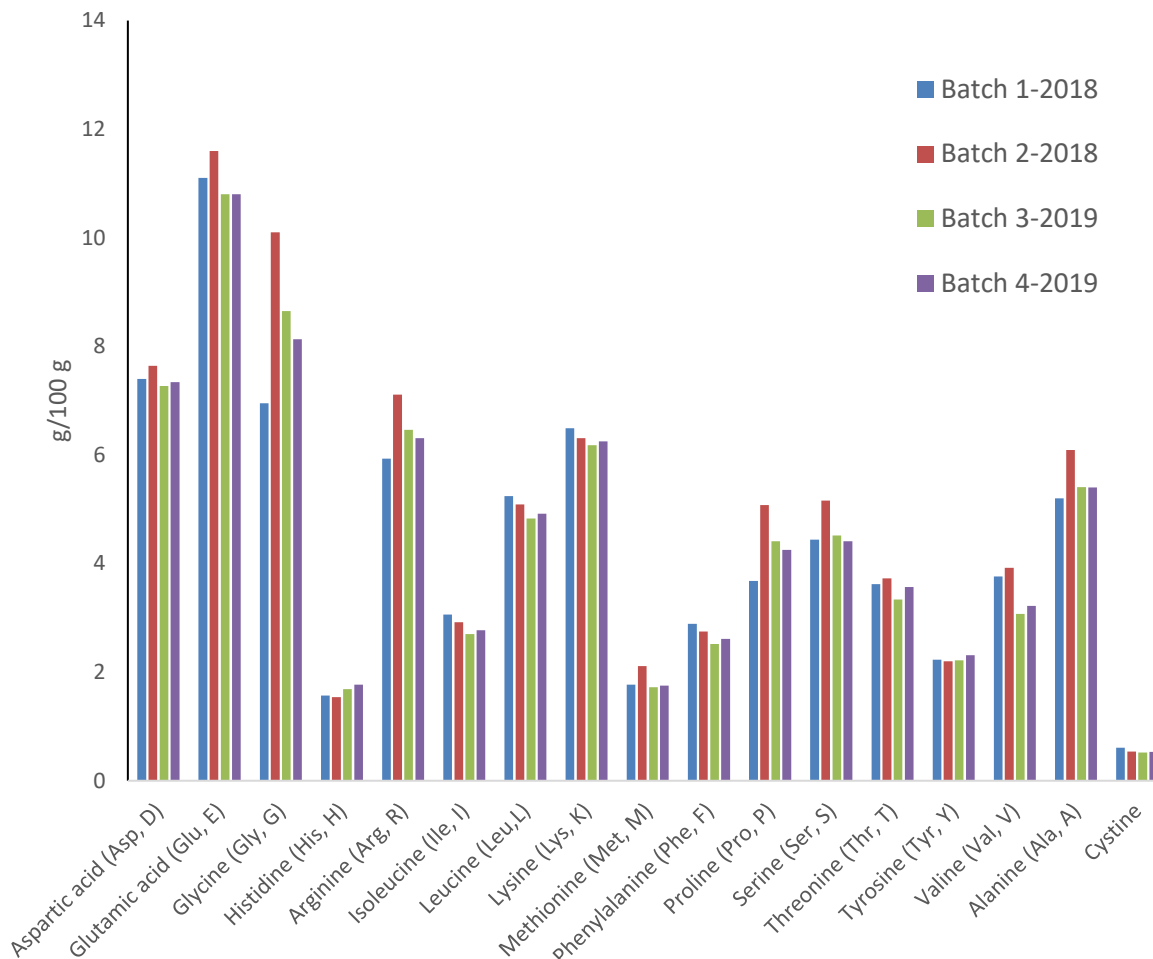
g/100 gram	Råstoff (våtvekt)	Batch 1-2018	Batch 2-2018	Batch 1-2019	Batch 2-2019	Batch 3-2019	Batch 4-2019	Pilot Corolase 7089	Pilot Corolase 8000	Pilot Corolase 2TS
Aske	3,9	10,4	7,2	6,9	6,4	7,5	8,8	7,0	6,4	5,6
Vanninnhold	77,9	5,8	4,2	4,6	4,1	5,6	5,1	3,1	3,3	3,0
Protein	14,4	84,2	90,9	91,3	89,1	90,1	88,2	91,3	92,4	94,5
Fett	0,5	1,3	0,8	0,7	0,9	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3
Karbohydrater	3,3	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Energi kcal/100g	75	349	371	372	365	363	358	368	372	381
Energi kJ/100g	319	1480	1575	1578	1548	1543	1522	1563	1582	1618

Hydrolysatene har lavt fettinnhold, den som skiller seg litt ut er batch 1-2018 som var produsert på båt. I denne produksjonen ble også avskjær inkludert, så det er mulig at det er avskjær med en del mørk muskel og at fettinnholdet da naturlig nok ble høyere. Batch 1-2018 har også et høyere askeinnhold. Siden denne batchen er produsert på båt og sjøvann er brukt under produksjon, kan det ekstra saltet forklare et høyere askeinnhold.

<sup>1</sup> <https://www.nofima.no/filearchive/vannaktivitet.pdf>

### 5.1.3 Aminosyresammensetning

Aminosyresammensetningen ble målt i alle hydrolysatene produsert i 2018 (Batch 1-2018 og Batch 2-2018), og hydrolysatene produsert med ferskt råstoff i 2019 (Batch 3-2019 og Batch 4-2019). Figur 1 viser oversikt over aminosyreinnholdet i de ulike hydrolysatene.



Figur 1 Aminosyresammensetning i hydrolysatene Batch 1-2018, batch 2-2018, Batch 3-2019 og Batch 4-2019.

Aminosyreprofilen i de 4 ulike råstoffene er ganske lik, noe som er som forventet da det er basert på rimelig likt råstoff. Innholdet av enkelte aminosyrer som for eksempel glycine og prolin er typiske for kollagen og vil avhenge av hvor mye bindevev (skinn, sener etc.) som ble inkludert i råstoffet under prosessering. Det kan virke som om hydrolysatet laget av levendelagret torsk (Batch 2-2018) inneholder en del mer av disse aminosyrene enn de andre hydrolysatene.

Essensielle aminosyrer er aminosyrer som mennesker ikke selv er i stand til å produsere, og som derfor må tilføres i kosten for at kroppens proteinsyntese ikke skal hindres. Essensielle aminosyrer inkluderer isoleucin, leucin, lysin, metionin, fenylalanin, threonin og valin. I tillegg er histidin en essensiell aminosyre for spebarn, men ikke for voksne.

Tabell 3 viser en oversikt over mengde aminosyrer (g/100g) hydrolysatene batch 1-2018, batch 2-2018, batch 3-2019 og batch 4-2019 har. Alle hydrolysatene har de 8 essensielle aminosyrene som kroppen trenger for å utføre nødvendige proteinsynteser.

Tabell 3 Utregning av mengde essensielle aminosyrer i hydrolysatene batch 1-2018, batch 2-2018, batch 3-2019 og batch 4-2019. Essensielle aminosyrer er uthevet.

Aminosyre (g/100 g)	Batch 1-2018	Batch 2-2018	Batch 3-2019	Batch 4-2019
Aspartic acid (Asp, D)	7,4	7,64	7,27	7,34
Glutamic acid (Glu, E)	11,1	11,6	10,8	10,8
Glycine (Gly, G)	6,95	10,1	8,65	8,13
Histidine (His, H)	1,57	1,54	1,69	1,77
Arginine (Arg, R)	5,93	7,11	6,46	6,31
<b>Isoleucine (Ile, I)</b>	<b>3,06</b>	<b>2,92</b>	<b>2,7</b>	<b>2,77</b>
<b>Leucine (Leu, L)</b>	<b>5,24</b>	<b>5,09</b>	<b>4,83</b>	<b>4,92</b>
<b>Lysine (Lys, K)</b>	<b>6,49</b>	<b>6,31</b>	<b>6,18</b>	<b>6,25</b>
<b>Methionine (Met, M)</b>	<b>1,77</b>	<b>2,11</b>	<b>1,72</b>	<b>1,75</b>
<b>Phenylalanine (Phe, F)</b>	<b>2,89</b>	<b>2,75</b>	<b>2,52</b>	<b>2,61</b>
Proline (Pro, P)	3,68	5,08	4,41	4,25
Serine (Ser, S)	4,44	5,16	4,52	4,41
<b>Threonine (Thr, T)</b>	<b>3,62</b>	<b>3,73</b>	<b>3,34</b>	<b>3,57</b>
Tyrosine (Tyr, Y)	2,23	2,2	2,22	2,31
<b>Valine (Val, V)</b>	<b>3,76</b>	<b>3,92</b>	<b>3,07</b>	<b>3,22</b>
Alanine (Ala, A)	5,2	6,09	5,41	5,4
Cystine	0,61	0,54	0,52	0,53
Sum aminosyrer	76	84	76	76
<b>sum essensielle aminosyrer</b>	<b>26,83</b>	<b>26,83</b>	<b>24,36</b>	<b>25,09</b>
<b>% essensielle aminosyrer</b>	<b>35 %</b>	<b>32 %</b>	<b>32 %</b>	<b>33 %</b>

#### 5.1.4 Mineraler og toksiske metaller

Det ble målt innhold av mineraler og toksiske metaller i hydrolysatet produsert april 2019 (batch 3 og 4) og på hydrolysatet produsert i juni 2018 (batch 1 og 2). Alle hydrolysatene er produsert av ferskt råstoff. Tabell 4 gir en oversikt over innhold av mineraler og metaller i alle hydrolysatene.

Tabell 4 Innhold av mineraler og metaller i hydrolysater produsert juni 2018 (batch 1 og 2) og batch 3 og 4 produsert april 2019.

ELEMENT	PRØVE	Batch 1-2018	Batch 2-2018	Batch 3-2019	Batch 4-2019
Pb (Bly)	mg/kg	0,03	0,03	0,02	0,02
Cr (Krom)	mg/kg	0,07	0,07	0,05	0,05
Mn (Mangan)	mg/kg	0,212	0,2	0,1	0,132
Zn (Sink)	mg/kg	10,3	6,6	3,22	2,3
Cd (Kadmium)	mg/kg	0,0193	0,00888	0,00715	0,00733
Cu (Kopper)	mg/kg	2,16	1,28	0,322	0,479
Ni (Nikkel)	mg/kg	0,24	0,0897	0,0945	0,198
Co (Kobolt)	mg/kg	0,0723	0,031	0,0232	0,0567
Hg (Kvikksølv)	mg/kg	0,0914	0,18	0,131	0,0603
Mo (Molybden)	mg/kg	0,0409	0,03	0,0334	0,0299
Fe (Jern)	mg/kg	6,15	5,69	1,27	2,54
Se (Selen)	mg/kg	2,37	1,47	1,22	2
Al (Aluminium)	mg/kg	2	2	1	1
V (Vanadium)	mg/kg	0,127	0,0379	0,0385	0,138
As (Arsen)	mg/kg	69,9	13,5	21,6	36,6
Ca (Kalsium)	mg/kg	1120	652	321	515
Mg (Magnesium)	mg/kg	1760	683	815	682
K (Kalium)	mg/kg	17900	15500	18400	15600
Na (Natrium)	mg/kg	22800	12500	13700	17500
S (Svovel)	mg/kg	10200	10100	10900	11500
P (Fosfor)	mg/kg	5970	5550	5480	5130

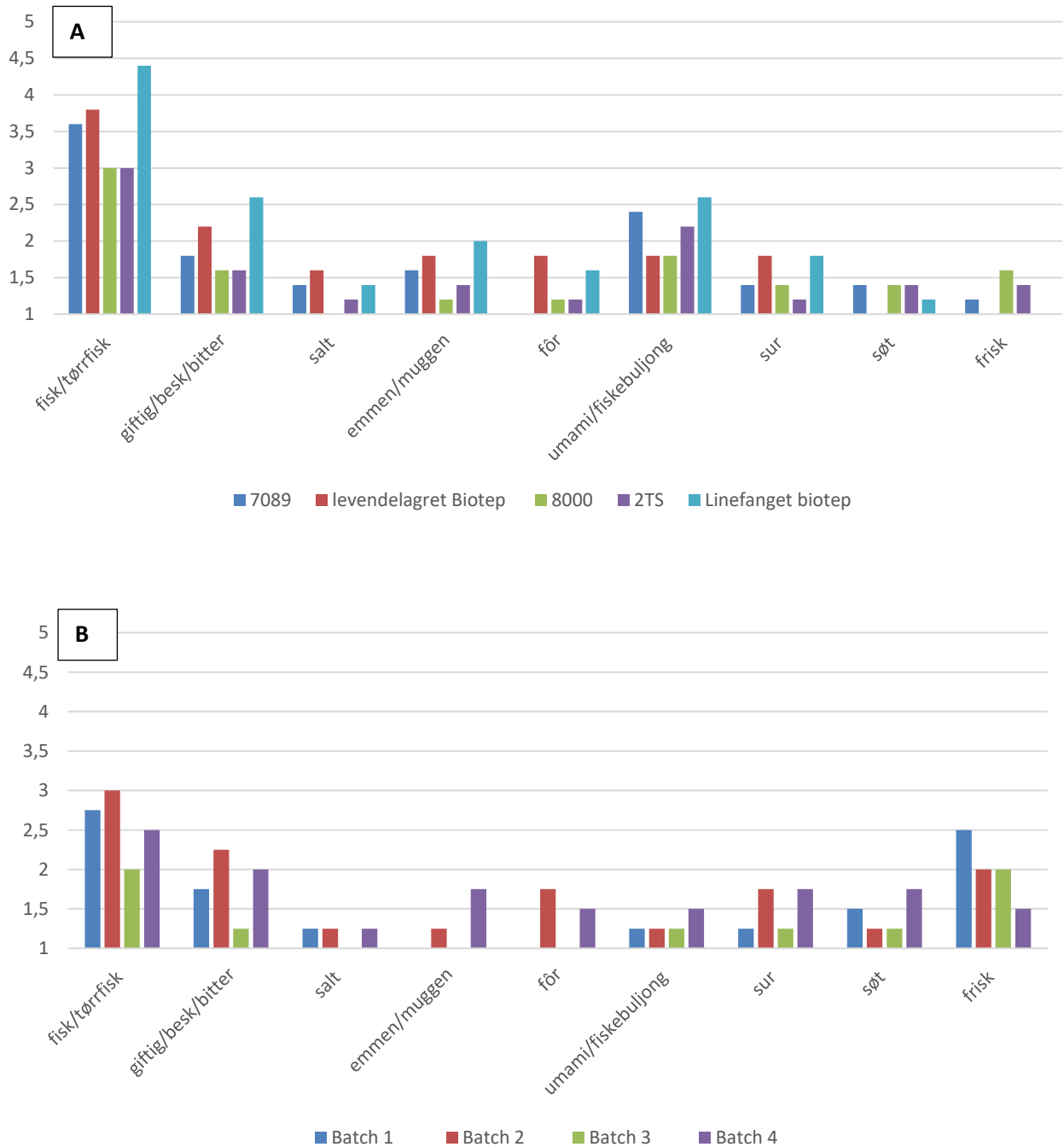
Innholdet av kobber og jern er høyere i hydrolysat produsert fra 2018-råstoff, enn 2019-råstoff. Batch 1-2018 inneholder også mye arsen sammenlignet med de andre hydrolysatene. Dette hydrolysatet er produsert fra linefanget torsk på båt der det ikke er kontroll på hva fisken spiser. Med andre ord vil fisk inneholde ulike verdier av mineraler og metaller etter hva den har konsumert. I fisk og sjømat er 97–99 % av arseninnholdet å finne i organiske forbindelser som ikke er helseskadelige. Batch 1-2018 var produsert med råstoff fra båt (linefanget), her ble det brukt sjøvann i produksjonen og det kan forklare noe av det høye innholdet av natrium og magnesium.

### 5.1.5 Smaking med semitrent panel

Smakstest ble utført ved Nofima Tromsø av semitrent panel. Hydrolysatene ble løst i vann til 1 % løsning og smakerne gav en score mellom 0–5 i kategoriene (1) fisk/tørrfisk, (2) giftig/besk/bitter, (3) salt, (4) emmen/muggen, (5) fôr, (6) umami/fiskebuljong, (7) sur, (8) søt, og (9) frisk.

Det ble utført pilotskala hydrolyse på ulike Corolaseenzymer for å se om smaken kunne bevares ved bytte av enzym. Smakstest av semitrent panel fant at hydrolysat laget med Corolase 8000 hadde bedre smak enn Corolase 7089 og Corolase 2TS (Figur 2A). Alle hydrolysatene produsert på Biotep i 2019 ble sensorisk sammenlignet (Figur 2B). Batch 1 og Batch 2 var produsert på råstoff lagret på frys i 10 måneder. Råstoffet hadde ikke vært optimalt lagret. Det hadde gulnet på frys, noe som kan indikere blant annet harskning av råstoffet og som kan gi store utslag på smak. Batch 3-2019 var torskerygger fra tradisjonell fangst der det hadde gått 20 timer fra fangst til prosessering. Likevel virket dette

hydrolysater bedre på smak enn det som var lagret i 10 måneder. Ellers kunne smakspanelet tydelig detektere smaksforskjell mellom hyse og torsk som råstoff, der hysehydrolysater opplevdes som surt og med fôrsmak.



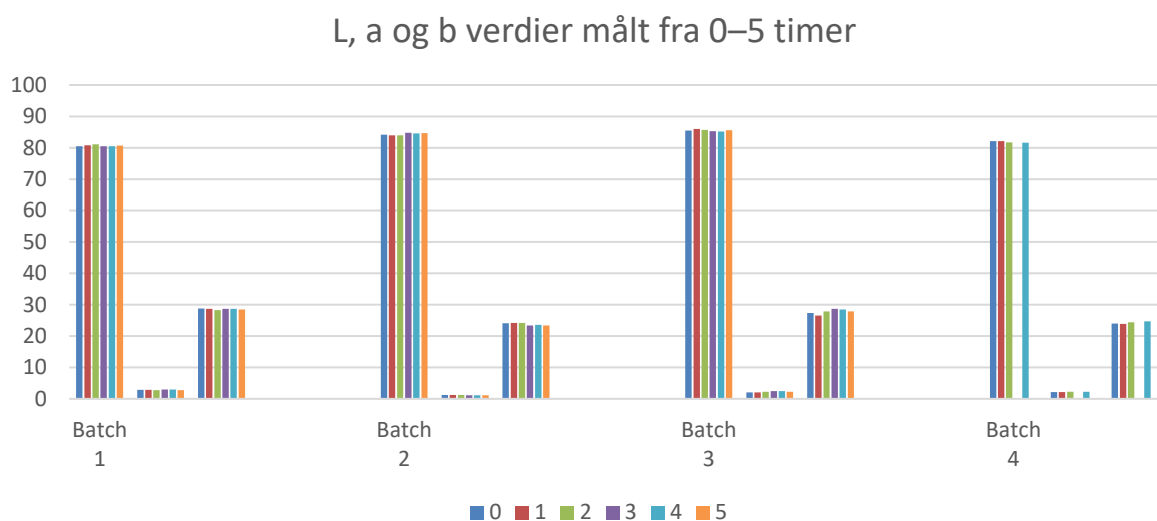
Figur 2 Sensorisk sammenligning av hydrolysater gjort av semitrent panel. A) Hydrolysater produsert på Biotep juni 2018 (Corolase 2TS) og pilotskalahydrolysater produsert med ulike Corolase-enzymene (2TS, 7089 og 8000). B) Sensorisk sammenligning utført av semitrent panel på hydrolysater produsert i april 2019 på Biotep.



### 5.1.6 Fargemålinger på spraytørket hydrolysat

En utfordring med å gå fra hydrolyse og spraytørring i pilotskala til stor skala, er at man kan se fargeforskjeller mellom det tørkede hydrolysatet der produktet produsert i stor skala ofte er mørkere. For å undersøke om fargeforandring av hydrolysat skjer over tid ble det samlet prøver hver time av spraytørkede hydrolysater fra Biotep som det ble utført fargemåling på.

Fargemodellen som ble brukt heter CIE  $L^*a^*b^*$  (CIELAB) og den beskriver farger ved tre sett av verdier (fargekanaler) der  $L^*$  angir lyshet (luminance) som en verdi mellom 0 (svart) og 100 (hvitt),  $a^*$  angir fargen på en skala mellom magenta og grønt, der magenta har verdien +120 og grønt -120, og  $b^*$  angir fargen mellom gult og blått, der gult har verdien +120 og blått -120. Figur 3 viser en oversikt over de ulike målte verdiene  $L^*$ ,  $a^*$  og  $b^*$  for hydrolysatene Batch 1–4.



Figur 3  $L^*$ ,  $a^*$  og  $b^*$ -verdier for hydrolysatene produsert ved Biotep april 2019. 0 er prøver ved tid 0, 1 er prøver etter 1 times tørring, 2 etter 2 timer osv.

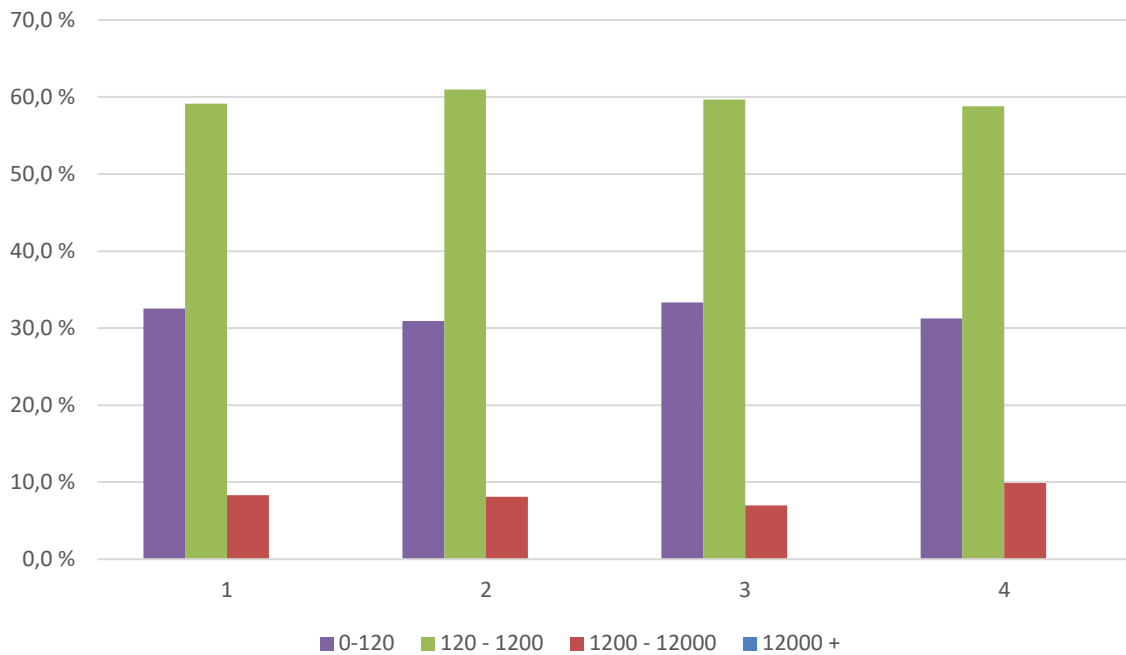
Når det gjelder farge på hydrolysatet virker det å være noe variasjon fra batch til batch, men ikke mye fra 0 til 5 timer (fra start til slutt).

### 5.1.7 SEC-analyser

Størrelsesfordelingen i proteinfasene til de 4 hydrolysatene produsert i 2019 (Figur 4), samt hydrolysatene produsert i pilotskala med ulike Corolase-enzym (Figur 5) ble undersøkt med gelfiltrering (SEC, size exclusion chromatography) i en BioSep-SEC-s2000 kolonne (300 x 7,8 mm, Phenomenex) i et HPLC-system (Agilent Technologies).

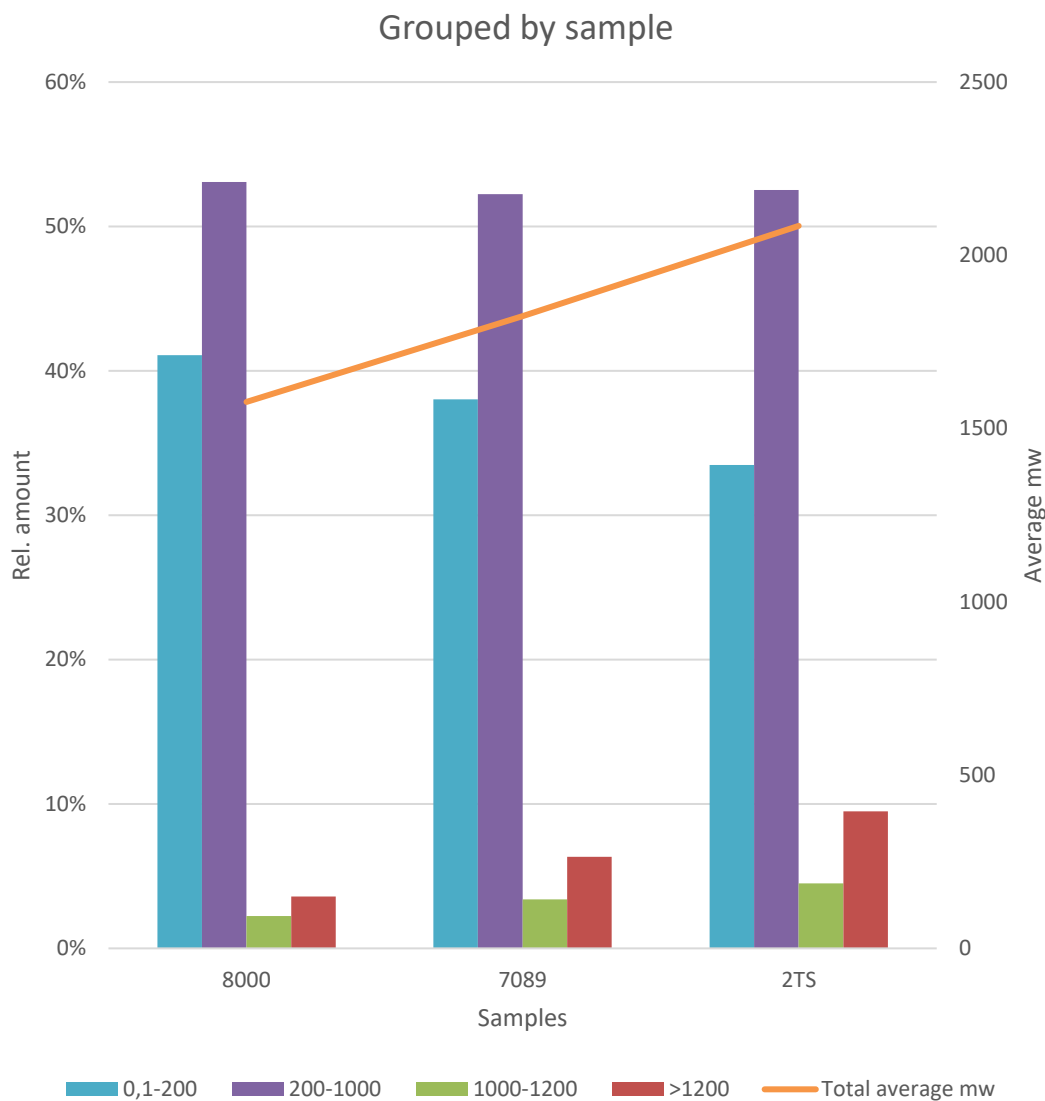
Alle hydrolysatene produsert i 2019 inneholder over 30 % små peptider med molekylvekt (Mw) mellom 0–120 Da. Majoriteten av hydrolysatet (ca. 60 %) har Mw mellom 120–1200 Da. Alle hydrolysatene inneholder <10 % aminosyrer med Mw 1200–12000 Da og ingen har større Mw enn 12 000 Da (se Figur 4).

### Gjennomsnittlig Mw av hydrolysaten Batch 1–4



Figur 4 Molekylvektfordeling av hydrolysater produsert april 2019.

Ved sammenligning av hydrolysaten produsert med ulike Corolase ser vi at de 3 enzymene gir noen forskjeller på molekylvektstørrelse. Corolase 8000 gir større andel små peptider (0,1–200 Da) enn Corolase 7089 og Corolase 2TS. Alle 3 enzymene produserer ganske lik mengde peptider med vekt 200–1000 Da, mens 2TS har større andel store peptider med Mw over 1000 og over 1200 Da.



Figur 5 Molekylvektfordeling av pilotskalahydrolysater produsert med 3 ulike Corolase-enzym, Corolase 8000, 7089 og 2TS.

## 5.2 Markedsanalyser

En prototype fra prosessering ble evaluert i ulike mulige markedssegmenter, inkludert B2B og B2C.

Uttesting i både B2B- og B2C-segmentet innebar at ulike testpersoner fikk utlevert prototype proteinpulver til personlig testing eller vurdering med tanke på smak og karakteristikk. Utprøvingen var en enkel empirisk test og genererte kun generelle tilbakemeldinger og ikke resultater som er vurdert statistisk signifikant, men resultatene gir en indikasjon på egnethet av produktet og er med å vurdere videre kommersialisering og testing av produktene.

### Prototype vurdert direkte av testpersoner:

Testpersoner fra brukere innenfor sportssegmentet meldte at de følte bedre prestasjon etter å ha tatt proteinpreparatet fra torskerygger som kosttilskudd.

I tillegg ble en prototype av produktet også vurdert av mulige kunder som hadde utfordringer med å få i seg nok næring. Også her var tilbakemeldinger positive. Personene følte pulveret var lettfordøyd og førte til generelt velvære.

Prototype produkt ble vurdert av mulige B2B-partnere også. Her ble produktet igjen godt mottatt. Biogrenda testet produktet og erfarer at prisen på et høykvalitets produkt vill ligge rundt 100 kr/kg. Sannsynligvis høyere dersom leverandør kan sikre leveringer til en jevn kvalitet. Gjennom analysene som er gjort i dette prosjektet er det mulighet for jevn kvalitet da vi har identifisert flere parametere som har innvirkning på kvalitet og reproduserbarhet. I tillegg vil Biogrenda være interessert i å ta imot skinn fra filetproduksjon til videre framstilling av kollagen. Her vil de betale 30 kr/kg for skinn. I tillegg finnes det stor etterspørsel for marint protein på petfood-markedet der prisen kan ligge opp mot 40 kr/kg, samt at dersom det er noe resterende protein vil dette kunne brukes inn mot fiskefôr i havbruksnæringen.

Myre havbruk har også vært i kontakt med Kerry ([www.kerry.com](http://www.kerry.com)) som er interessert og venter på vareprøver av produktet. Hvis de godkjenner kvaliteten så utgjør disse en kunde som sannsynligvis kan ta mesteparten av det som vil kunne produseres.

### **5.3 Videre arbeid**

Restråstoff fra levendefisk som slaktes i Alsvåg planlegges å få på plass et hydrolyseanlegg som kan brukes til å produsere og analysere på råstoff som kommer fra levende fisk og fisk 1 døgn gammelt. Her kan man justere prosess eller marked utfra kvalitet på råstoff inn og variasjon i råstoff ut.

Myre havbruk planlegger videre arbeid med både anlegg, levendelagring, utvikling av best mulig filet og produkter fra sidestrømmer. I tillegg er det intensjoner om samarbeid med Universitetet i Bergen (UiB) og Sintef for vurdering av kliniske effekter fra inntak av proteinpulver fra torskerygger.

## 6 Hovedfunn

- Råstoffkvalitet vil påvirke smak, ferskt og bra behandlet råstoff vil gi bedre smak
- Råstoffet som har vært frosset over en periode på 10 måneder hadde reduserte sensoriske egenskaper.
- Det var store sensoriske forskjeller på torskerygger og hyserygger.
- Det er stor interesse for proteinpreparater fra hvitfisk til sportsernæring og helsekost
- Det er stor interesse for skinn fra torsk særlig til produksjon av kollagenpreparater

## 7 Leveranser

Tabell 5 Detaljert oversikt over leveransene i prosjektet

Januar 2019	Næringsnytte/ Creating value	Satser stort på fiskepulver	<a href="https://nofima.no/forskning/naringsnytte/satser-stort-pa-fiskepulver/">https://nofima.no/forskning/naringsnytte/satser-stort-pa-fiskepulver/</a>
5. februar 2019	Fiskeribladet/ Tekfisk	Har laget proteinpulver av torskerygger, nå skal de gjøre det i stor skala	<a href="https://fiskeribladet.no/tekfisk/nyheter/?artikkel=65074">https://fiskeribladet.no/tekfisk/nyheter/?artikkel=65074</a>
5. februar 2019	Kystmagasinet	Satser stort på fiskepulver	<a href="https://www.kystmagasinet.no/nyheter/satser-stort-pa-fiskepulver/">https://www.kystmagasinet.no/nyheter/satser-stort-pa-fiskepulver/</a>
5. februar	Kyst.no	Satser stort på fiskepulver	<a href="https://www.kyst.no/article/satser-stort-paa-fiskepulver/">https://www.kyst.no/article/satser-stort-paa-fiskepulver/</a>
5. februar	Convenience	Satser stort på fiskepulver	<a href="http://www.convenience.no/satser-stort-pa-fiskepulver/">http://www.convenience.no/satser-stort-pa-fiskepulver/</a>
5. februar	Dagligvarehandelen	Satser stort på fiskepulver	<a href="https://dagligvarehandelen.no/2019/satser-stort-pa-fiskepulver">https://dagligvarehandelen.no/2019/satser-stort-pa-fiskepulver</a>
5. februar	Bodøposten	Myre Havbruk satser stort på fiskepulver	<a href="http://bodøposten.no/myre-havbruk-satser-stort-pa-fiskepulver/">http://bodøposten.no/myre-havbruk-satser-stort-pa-fiskepulver/</a>
6. februar	Harstad Tidende	Fiskemel-lønnsomhet	Papir
6. februar	Kyst og fjord	Tar fatt i proteinmulighet	<a href="https://www.kystogfjord.no/nyheter/forsiden/Tar-fatt-i-protein-mulighet">https://www.kystogfjord.no/nyheter/forsiden/Tar-fatt-i-protein-mulighet</a>
7. februar	High North News	Satser stort på fiskepulver	<a href="https://www.highnorthnews.com/nb/satser-stort-pa-fiskepulver">https://www.highnorthnews.com/nb/satser-stort-pa-fiskepulver</a>
7. februar	High North News	Heavy Fishmeal investments	<a href="https://www.highnorthnews.com/en/heavy-fishmeal-investments">https://www.highnorthnews.com/en/heavy-fishmeal-investments</a>
8. februar	Fiskerforum.dk	Satser stort på fiskepulver	<a href="http://fiskerforum.dk/erhvervsnyt/kort_nyt.asp?nyId=25909">http://fiskerforum.dk/erhvervsnyt/kort_nyt.asp?nyId=25909</a>
27. februar	Magasinet Nordfra	Blå næring på blå resept	<a href="https://www.nordfra.no/aktuelt/myrehavbruk/">https://www.nordfra.no/aktuelt/myrehavbruk/</a>

