

Smell

Smaksnøytrale proteiner fra makrell

Sluttrapport - presentasjon

15 februar 2021



Nofima AS: Tone Aspevik, Mari Øvrum Gaarder, Sileshi Wubshet, Katinka Dankel, Ingunn Berget, Lars Thoresen, John-Erik Haugen, Runar Gjerp Solstad, Birthe Vang, Diana Lindberg (prosjektleder, diana.lindberg@nofima.no)
SINTEF AS: Peter Molesworth & Wilhelm Glomm

Forord

Denne presentasjon er en oppsummerende presentasjon til prosjektet Smaksnøytrale protein fra makrell (SMELL), finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF p.nr. 901534).

Presentasjonen inneholder figurer og tabeller sluttrapporten. For en fullstendig beskrivelse av arbeidet som er blitt utført vises til denne.



Overordnet prosjektmål i SMELL er å utvikle en prosess for å fremstille et lukt- og smaksnøytralt proteinkonsentrat fra limvann og hydrolysat av makrellavskjær for humant konsum i første omgang, og til *petfood* i andre omgang.

Delmål i SMELL

Å karakterisere de forbindelsene som skaper uakseptabel lukt og smak på proteinkonsentrat fra limvann av makrellavskjær ved å:

- bruke en flertrinnstilnærming ved bruk av ulike kjemiske analyser for å karakterisere de viktigste vannløselige og flyktige komponentene
- bruke standardisert sensorisk metodikk med trent sensorisk panel for å karakterisere smak og lukt i løpet av prosjektet
- bruke statistiske analyse for å finne koblingene mellom prosessbetingelser samt resultater fra kjemisk og sensorisk analyse

Å utvikle en prosess hvor smak og lukt reduseres til et akseptabelt nivå for humant konsum ved å:

- Undersøke enzymatisk proteinhydrolyse samt prosessering av limvann for å få best mulig smak, kvalitet og proteinfraksjonsutbytte
- Bruke membranfiltrering for å fjerne smaks- og luktkomponenter fra limvann samt proteinfraksjon etter enzymatisk proteinhydrolyse

Å avklare beste metode for tilsetning av komponenter som skjuler smak og lukt og teste resultatene fra bruken av disse v.h.a. anerkjente metoder ved å:

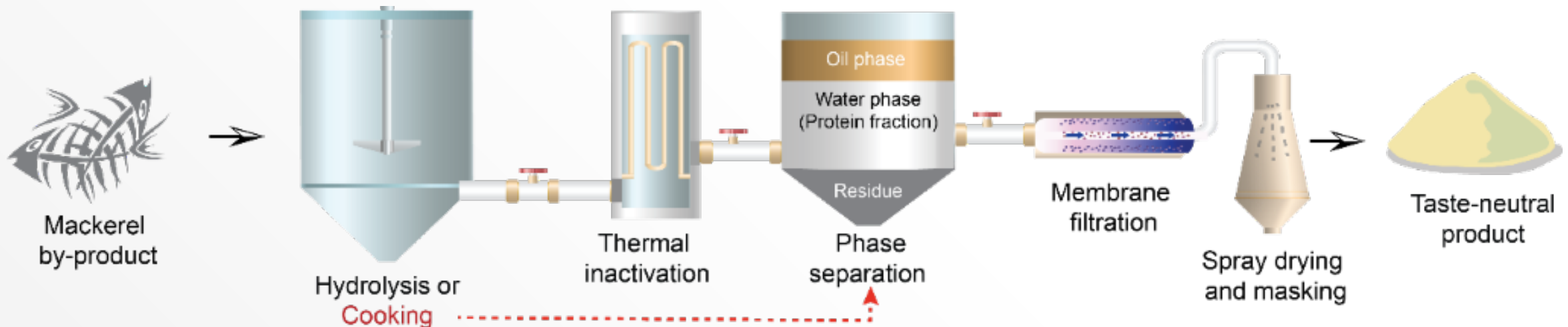
- Bruke kjente komponenter før og under spraytørking for å skjule uønsket lukt og smak
- Bruke analytiske og sensoriske metoder for å karakterisere resultatet

Å fremstille et prøveparti på 20 kg til smaks- og markedstest

AP1. Optimalisert labskala produksjon av smaksnøytralt limvann og hydrolysat

Mål for arbeidspakken

- Enzymatisk proteinhydrolyse samt prosessering av limvann for å få best mulig smak, kvalitet og proteinfraksjonsutbytte
- Bruke membranfiltrering for å fjerne smaks- og luktkomponenter fra limvann samt proteinfraksjonen etter enzymatisk proteinhydrolyse



Task 1.1. Hydrolyse av makrellrygg

- Rund fryst makrell ble filetert for å fremskaffe rygger
- Råstoffet ble hakket før hydrolyse
- Hydrolyse: En time med 0,5% protease (w/w), unntatt Alcalase & Flavourzyme der 0,25% (w/w) av begge proteasene ble brukt. Temperatur for hvert protease på neste lysbilde



Analyse råstoff	% av tørrstoff
Protein	18,6
Vann	59,4
Aske	1,8
Fett	18,6
Karbohydrater	1,9

Proteaser som ble brukt

Den temperatur som er oppgitt er også optimal temperatur for proteasene

Protease	Leverandør	Temperatur (°C)
Corolase 8000	AB Enzymes, Tyskland	60
Bromelain	Enzybel, Indonesia	55
Alcalase	Novozymes A/S, Danmark	55
Foodpro PNL	Danisco/du Pont, Danmark	60
Endocut 01	Tailorzyme A/S, Danmark	50
Flavourzyme	Novozymes A/S, Danmark	55
Flavourpro 766	Biocatalysts Ltd, UK	50
Foodpro 51 FP	Danisco/du Pont, Danmark	52
Flavourpro 839	Biocatalysts Ltd, UK	50
Promod 950L	Biocatalysts Ltd, UK	55
Alcalase og Flavourzyme (miks)	Novozymes A/S, Danmark	55

Tørrvekt- og proteinutbytte resultat, samt pris på proteasene

Protease	Tørrvekt utbytte (%)	Proteinutbytte (%)	Pris og dato for når pristilbud ble sendt
Bromelain	27	52	55,25 \$/kg (mars 2016)
Alcalase	24	44	397,8 kr/kg (juni 2019)
Flavourpro 839	21	37	125,2 £/kg (aug 2019)
Corolase 8000	20	37	28,5 €/kg (mai 2018)
Flavourpro 766	19	33	62,2 £/kg (aug 2019)
Promod 950L	18	32	11,04 £/kg (aug 2019)
Endocut 01	17	30	24 €/kg (aug 2019)
Foodpro 51 FP	16	29	1106,00 DKK/kg (juli 2019)
Foodpro PNL	15	27	152,5 DKK/kg (juli 2019)
Alcalase og Flavourzyme	15	26	1069 kr/kg (fl.z) (juni 2019)

Seleksjon av de best egnede proteasene

Da smak er i fokus i SMELL ble de proteaser som ga mest nøytral smak selektert

Basert på Napping resultater og pris ble følgende proteaser selektert for videre optimaliseringsarbeid

- Foodpro PNL
- Endocut 01

Task 1.2 - membranfiltrering for å redusere mengden lavmolekylære forbindelser

Hydrolysat fra FoodPro PNL og Endocut-01 ble fremstilt med to forskjellige konsentrasjoner (0,1 og 0,5%) under samme forhold som ble brukt i forrige trinn

Hydrolysatene ble deretter filtrert med 1kDa membranfilter, hvilket ga tre fraksjoner; crude (kun filtrert med papirfilter) og permeat samt retentat etter filtrering med 1 kDa cut-off

Protein- og askeinnhold i crude hydrolysat og fraksjoner

Proteininnhold i de ulike hydrolysatfraksjonene (av totalt tørrstoff)

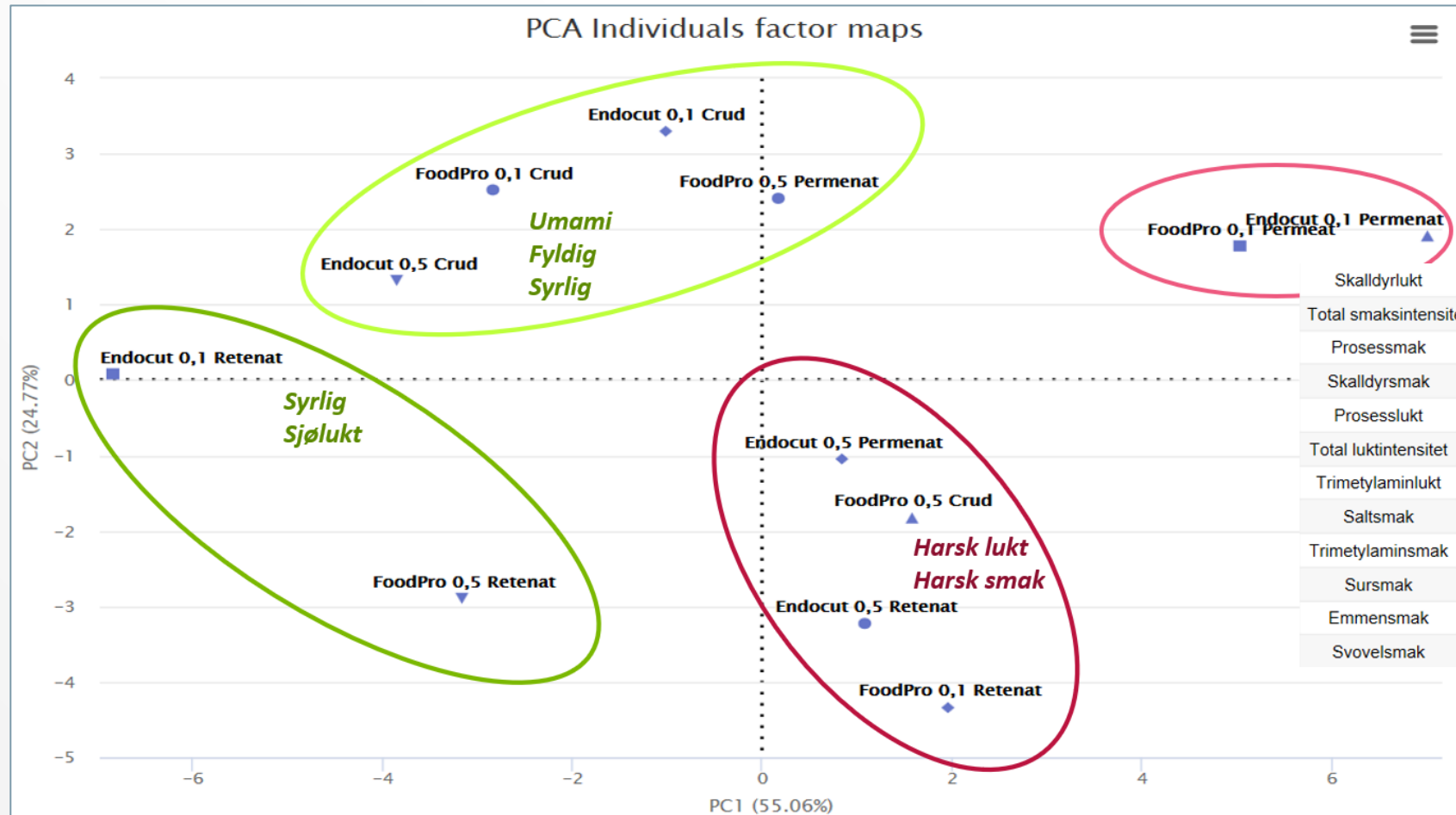
	Crude	Retentat	Permeat
Foodpro PNL 0,1 %	81 %	88 %	65 %
Foodpro PNL 0,5 %	82 %	92 %	65 %
Endocut 01 0,1 %	74 %	91 %	59 %
Endocut 01 0,5 %	84 %	86 %	79 %

Askeinnhold i de ulike hydrolysatfraksjonene (av totalt tørrstoff)

	Crude	Retentat	Permeat
Foodpro PNL 0,1 %	18 %	8 %	33 %
Foodpro PNL 0,5 %	14 %	8 %	24 %
Endocut 01 0,1 %	20 %	9 %	34 %
Endocut 01 0,5 %	18 %	10 %	20 %

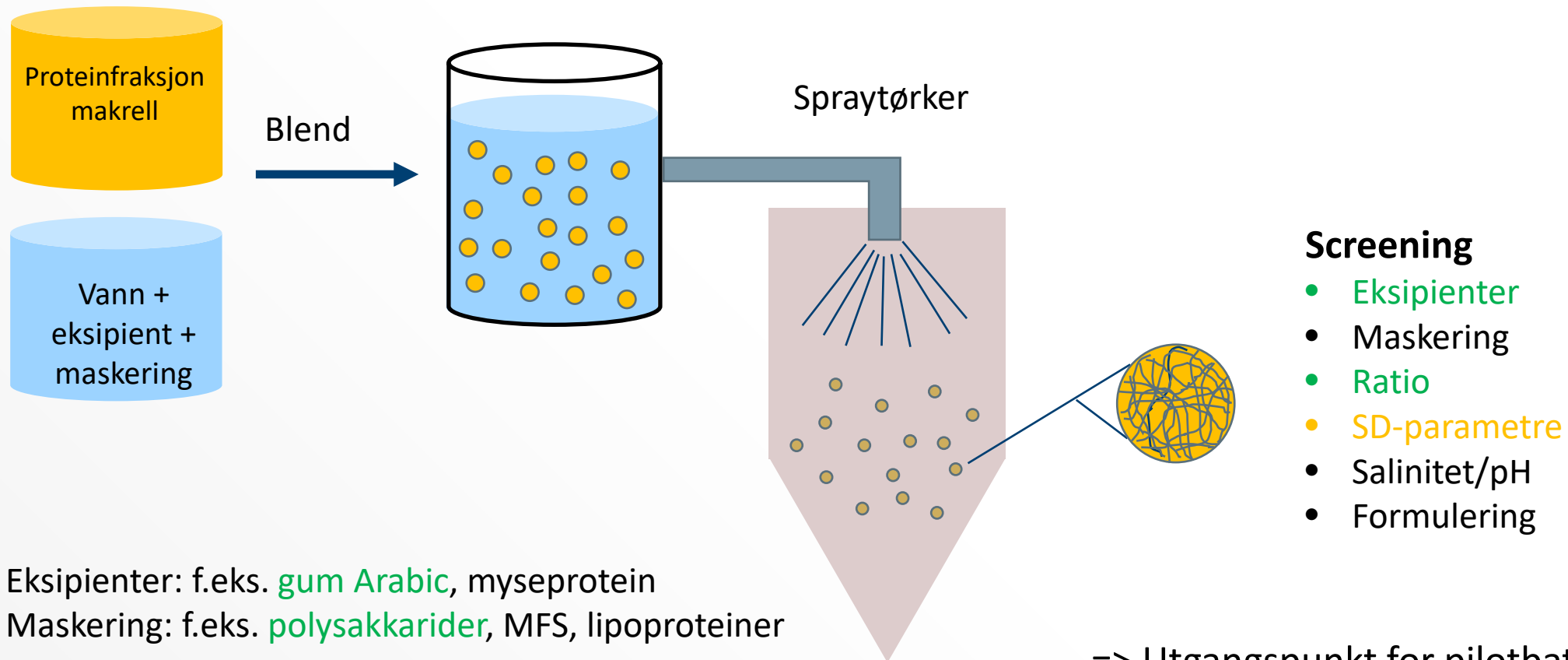
Resultater fra kvantitativ beskrivende analyse (QDA) av crude hydrolysat og fraksjoner

Resultater fra smaking av sensorisk panel v/Nofima. Bildet vises også senere i AP4



0,1% Foodpro PNL ble valgt til videre arbeid i AP2 – pilot skala forsøk

Task 1.3 – Maskering av smakskomponenter



Eksipienter: f.eks. gum Arabic, myseprotein

Maskering: f.eks. polysakkarider, MFS, lipoproteiner

=> Utgangspunkt for pilotbatch

Resultater fra smaksmaskeringen

To hydrolysat ble brukt: Alcalase 0.5% og Bromelain 0.5% (begge filtrert før spraytørrking)

	Prøvebeskrivelser	SD utbytte (%)	Vannmengde (%)	Resultat
1	Alcalase	90	4.0	Tørrpulver
2	Bromelain	5	NA	Granulat
3	1:1 Alcalase:maltodextrin	90	4.0	Tørrpulver
4	1:1 Alcalase:Gum arabic	88	4.2	Tørrpulver
5	1:1 Bromelain:maltodextrin	42	4.0	Tørrpulver
6	1:1 Bromelain:Gum arabic	45	4.0	Tørrpulver

Alcalase er enklere å filtrere enn Bromelain

Tørrstoffinnholdet etter filtrering er ca. 1.25% (Alcalase) og 4.25% (Bromelain)

Resultater fra smaksmaskeringen



Bromelain
Utbytte: 5%
Granulær form



Bromelain + 4% Gum arabic
Utbytte: 44%
Fint pulver



Bromelain/Gum arabic (venstre)
Bromelain/Maltodextrin (høyre)



Alcalase/Gum arabic (venstre)
Alcalase/Maltodextrin (høyre)

- Alcalase hydrolysat spraytørkers godt alene (90% utbytte)
- Bromelain hydrolysat er vanskelig å spraytørke alene (5% utbytte)
- Begge kan blandes/mikses godt med sakkarid som type maskering og plante-baserte geling agenter

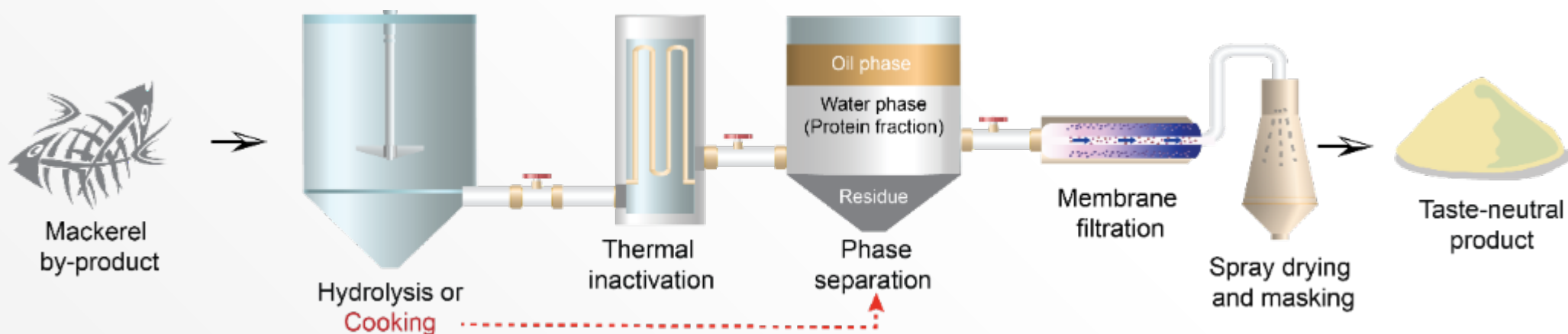
Arbeidspakke 2

For å verifisere at de innledende labskalaresultatene var reproduerbare i større skala ble de mest lovende prosessmetodene skalert til pilotskala. Det kan forventes at bruk av spraytørking og filtrering i større skala vil gi forbedret og mer forutsigbare resultater enn det man oppnår i labskala.

Task2.1: Oppskalere prosessen fra AP1 og bruke membranfiltrering for å fjerne smaks- og luktkomponenter fra hydrolysat og limvann

Task 2.2: Validere maskeringsforsøkene fra AP1

Task 2.3 Fremstille et prøveparti på 20 kg til smaks- og markedstest



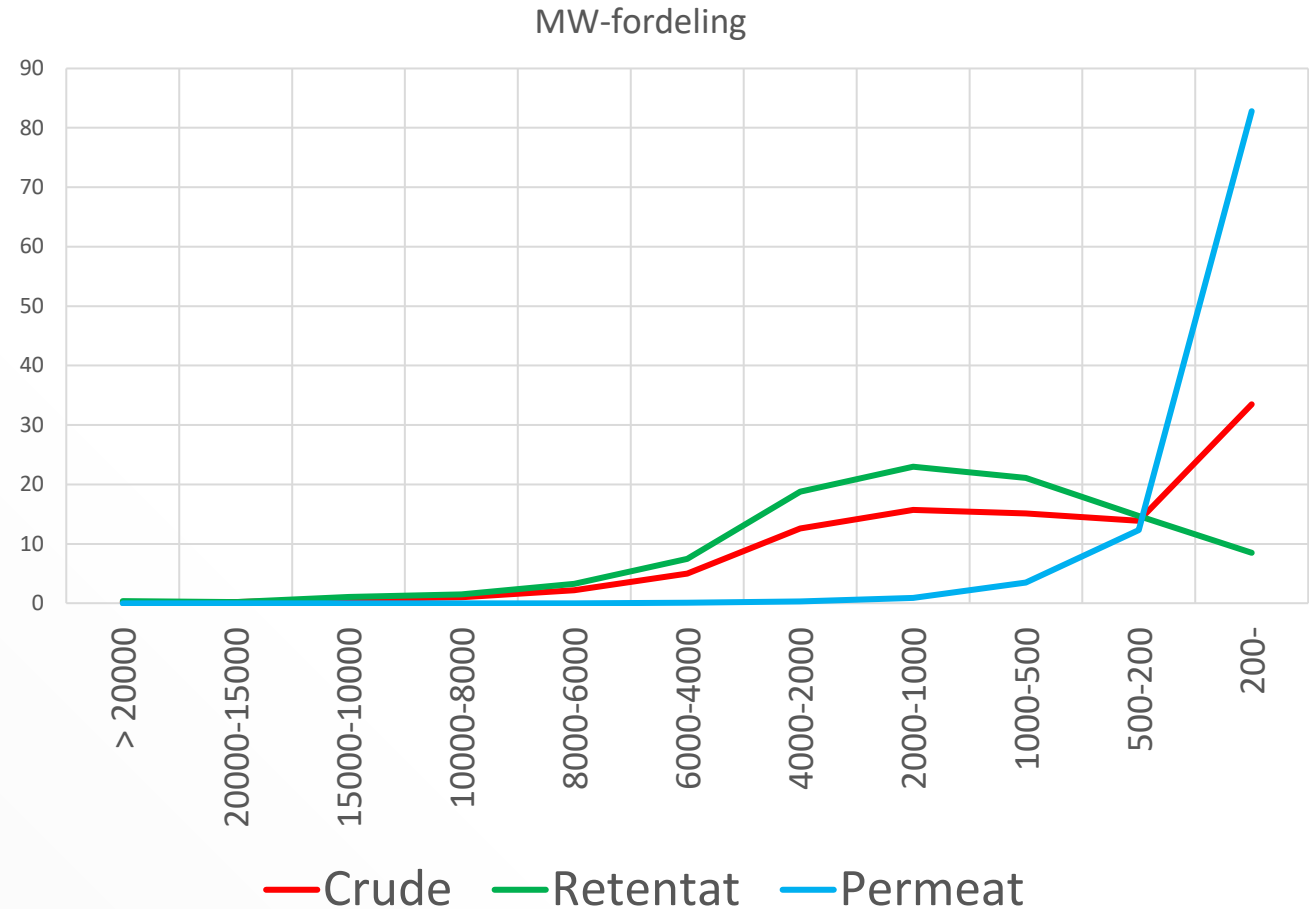
Task 2.1 Oppskalering i pilot-hallen i Bergen

- Makrellhydrolysat, basert på FoodPro PNL ble produsert i pilot-hallen i Bergen
- Limvann ble levert fra Pelagia
- Hydrolysat og limvann ble mikrofiltrert (0,1 μ m) og nanofiltrert (ca 200 Da)
- Produktet ble frysetørket og spraytørket



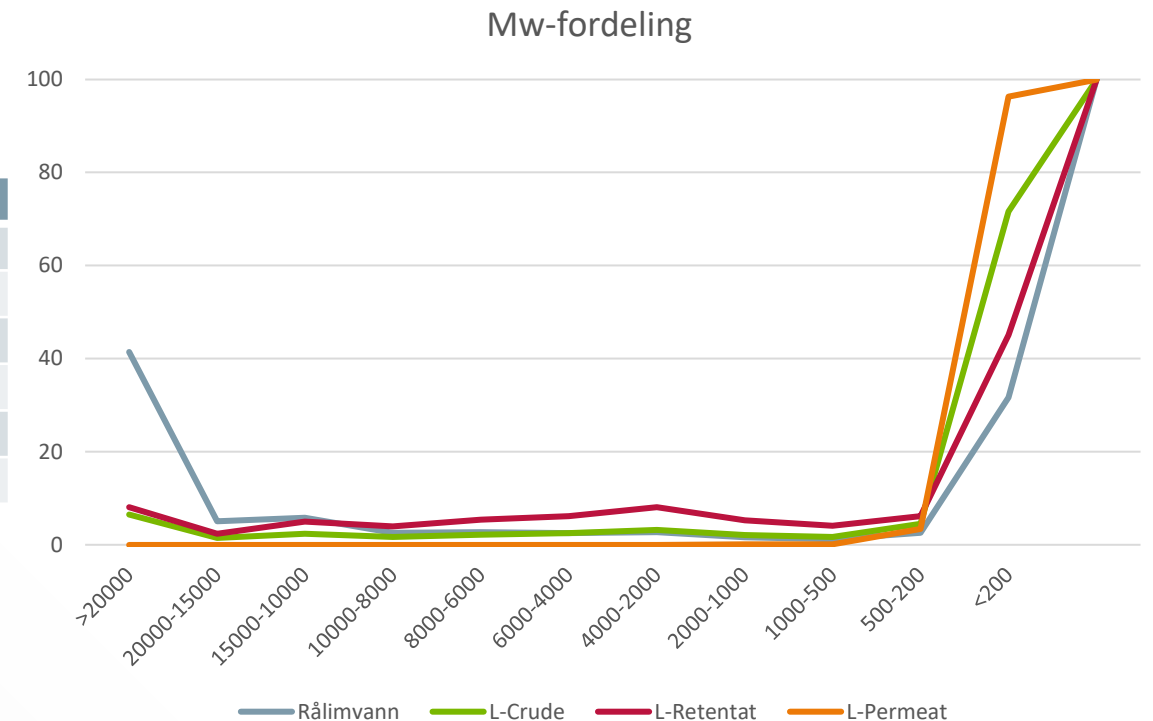
Kjemisk sammensetning av hydrolysatfraksjoner

	Spraytørket		Frysetørket		
	Crude	Retentat	Crude	Retentat	Permeat
Protein (g/100g)	79,8	96,1	83,1	101,3	63,8
Tørrstoff (g/100g)	94,1	94,9	94,7	98,3	96
Aske (g/100g)	16,7	3,1	16,5	3,2	37,2
TMA (mgN /100g)	11	<1	41	5	95
TMAO (mgN /100g)	149	<1	155	3	356

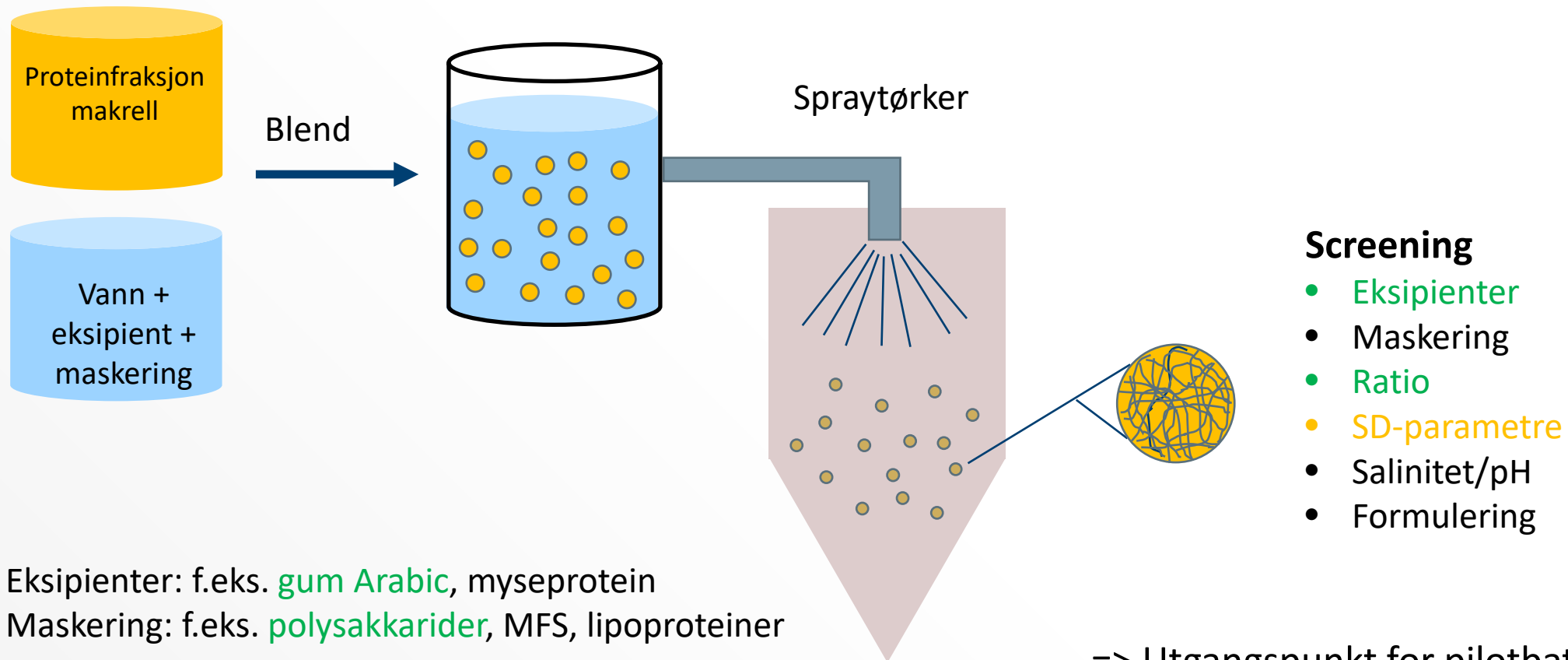


Kjemisk sammensetning av limvannsfraksjoner

	Rålimvann	L-Crude	L-Retentat	L-Permeat
Protein (g/100g)	3,4	34,4	67,5	25,0
Tørrstoff (g/100g)	6,4	95,8	94,2	96,0
Aske (g/100g)	2,6	62,7	24,1	70,5
Fett (g/100g)	0,4	33,3	65,9	25,1
TMA (mg N/100 g)		40	6	45
TMAO (mg N/100 g)		236	102	258



Task 2.2 – Maskering av smakskomponenter



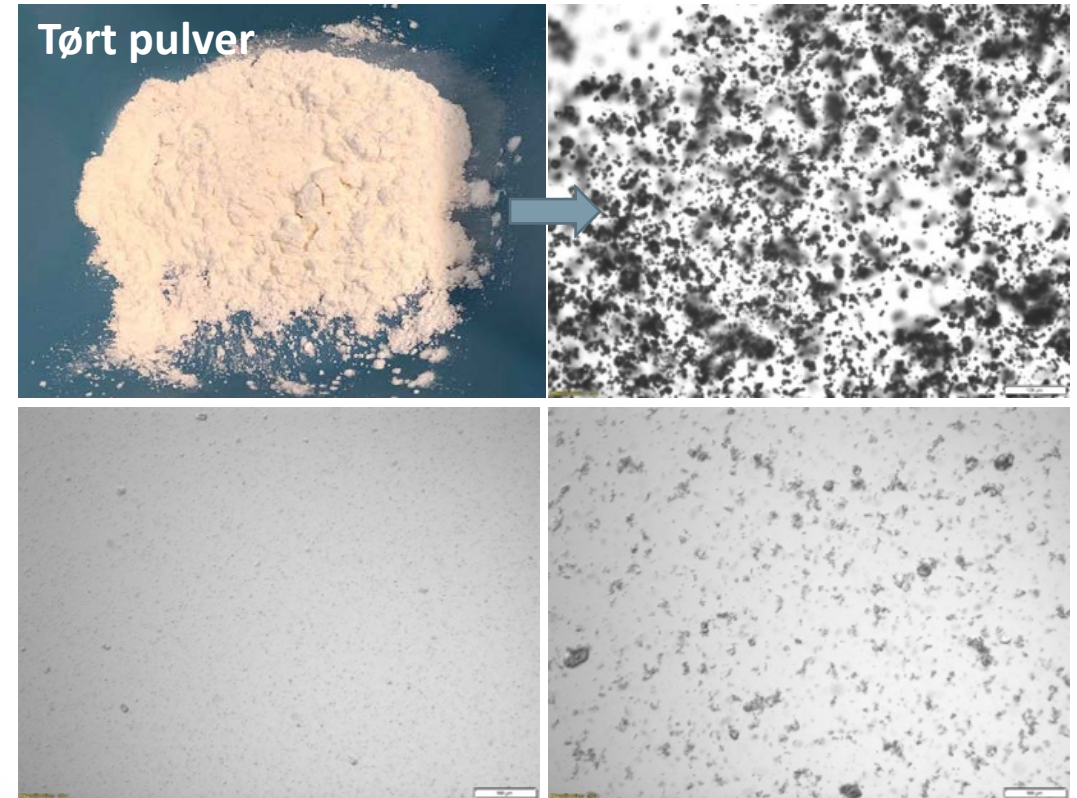
Eksipienter: f.eks. gum Arabic, myseprotein

Maskering: f.eks. polysakkarider, MFS, lipoproteiner

=> Utgangspunkt for pilotbatch

Maskering av hydrolysatfraksjoner

No.	Hydrolysat	Ratio H:M	Mask	pH justering?	Utbytte (%)	Vann (%)	Resultat
25	Retentat	n/a	Ingen		70	6,81	Tørt pulver
26	Crude	n/a	Ingen		n/a	n/a	Fungerte ikke
15	Crude	1:1	Malto		23	n/a	Tørt pulver
16	Crude	1:4	Malto		81	5,53	Tørt pulver
17	Crude	1:1	Myse		78	6,00	Tørt pulver
18	Crude	1:4	Myse		78	5,83	Tørt pulver
19	Retentat	1:1	Malto		78	5,98	Tørt pulver
20	Retentat	1:4	Malto		74	6,47	Tørt pulver
21	Retentat	1:1	Myse		64	7,11	Tørt pulver
22	Retentat	1:4	Myse		63	7,69	Tørt pulver
29	Retentat	1:4	Malto	Ja	76	4,50	Tørt pulver
30	Retentat	1:4	Myse	Ja	84	5,80	Tørt pulver

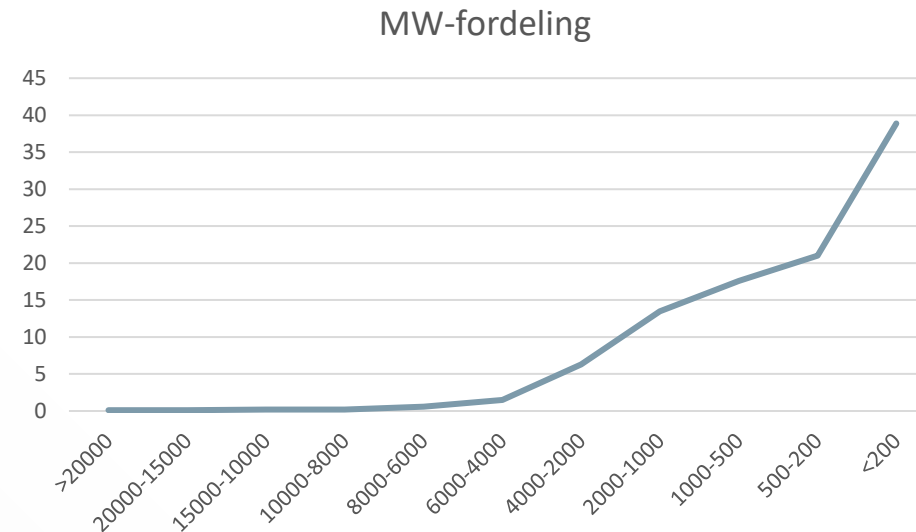


Øverst til venstre; bulk pulver, Øverst til høyre; optisk mikroskopi av bulk pulver. Nedre panel, redispergert pulver, retentat: myse 1:4, venstre uten pH justering (# 20), Nederst til høyre; med pH justering (# 30). Målestokk: 100 µm

Task 2.3 Oppskalering på Biotep – produksjon av ca 20 kg produkt

- Det ble produsert 19 kg nanofiltrert og spraytørket hydrolysat
- Produksjonsutbytte på 1,36 %

Analyse	
Protein (Nx6.25)	91,9
Tørrstoff	96,8
Aske	8,7



Arbeidspakke 3

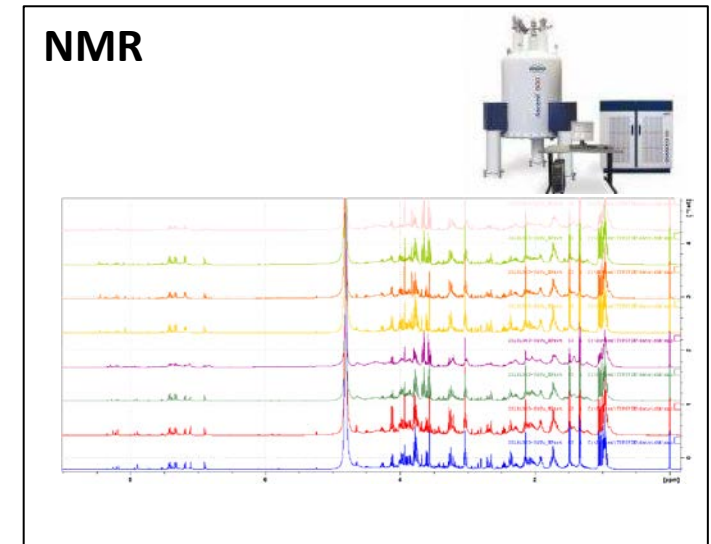
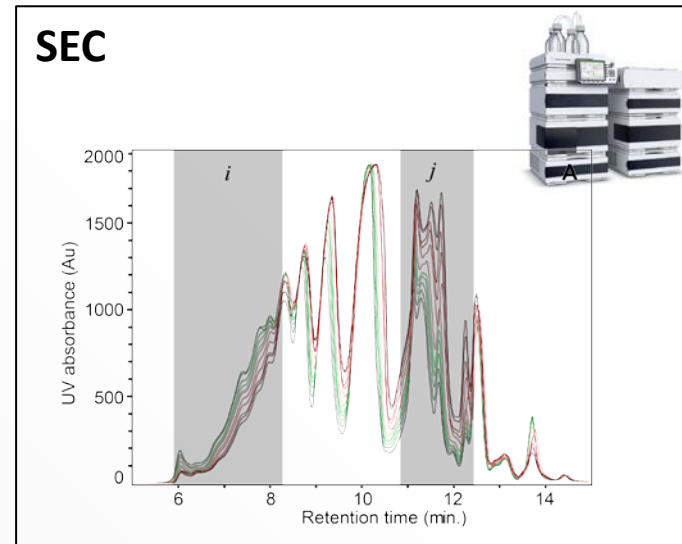
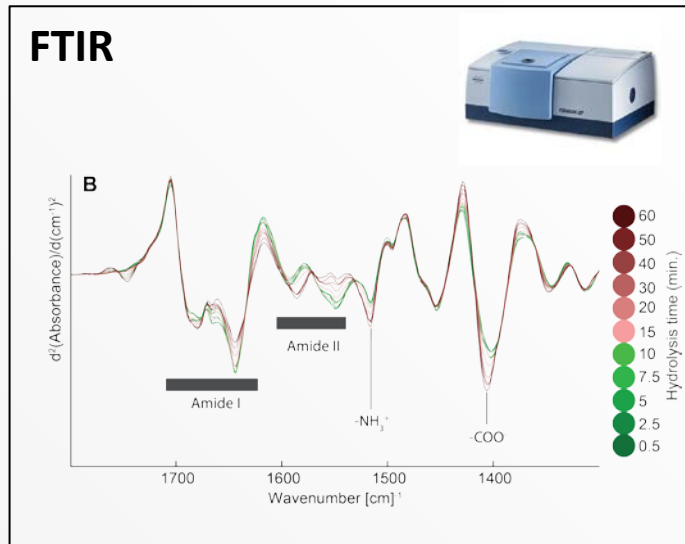
Mål for arbeidspakken

- Utvikle analytiske metoder for å karakterisere flyktige komponenter i proteinhydrolysater fra makrell.
- Utvikle analytiske metoder for å karakterisere løselige komponenter i proteinhydrolysater fra makrell.
- Bruk av statistiske metoder for å korrelere kjemiske karakterisering med sensorisk evaluering

Task 3.1.

Kjemisk fingeravtrykk av løselige komponenter (T3.1).

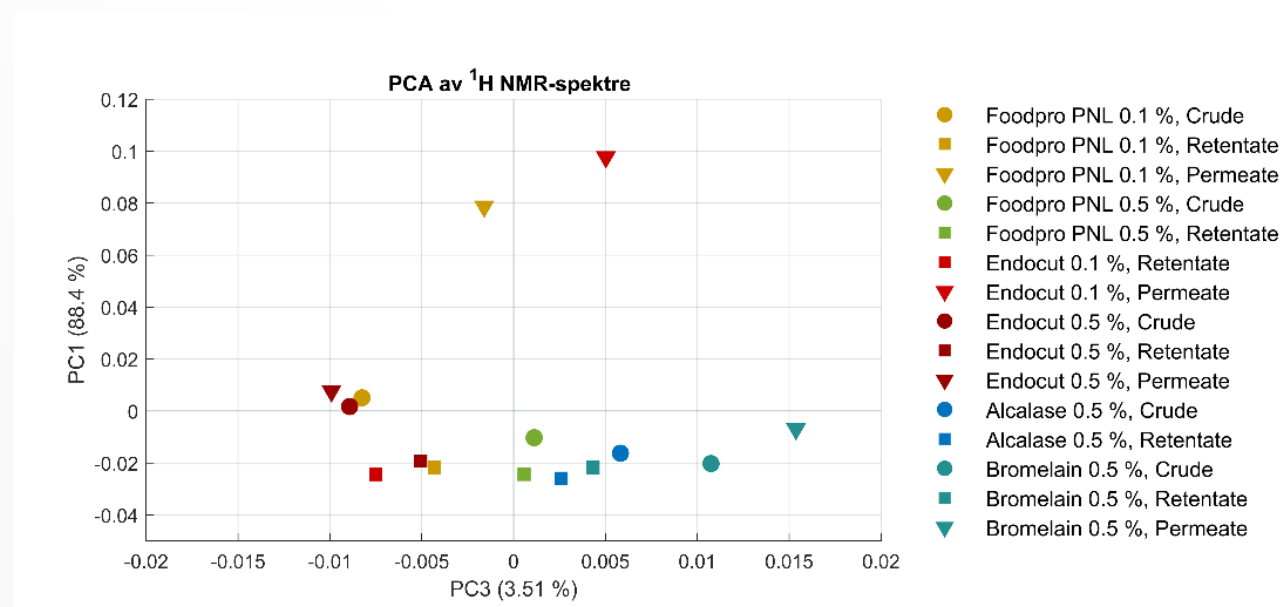
- Hydrolysatfraksjoner fra AP1 ble analysert ved bruk av eksklusjonskromatografi/gelfiltrering (SEC), infrarød spektroskopi (FTIR) og NMR-spektroskopi. Disse kjemiske fingeravtrykkene ble deretter korrelert med resultatene fra de sensoriske analysene (AP4).



Task 3.1./3.4.

Kjemisk fingeravtrykk av løselige komponenter (T3.1) og korrelasjon til sensoriske vurderingen (T3.4)

- NMR ga det beste korrelasjon til sensorisk egenskaper
- En PCA av ^1H NMR-spektrene ble utført for å kartlegge likheter og ulikheter mellom prøvene. Interessant nok, observeres lignende grupperinger som i den sensoriske vurderingen (Solstad et al 2020).

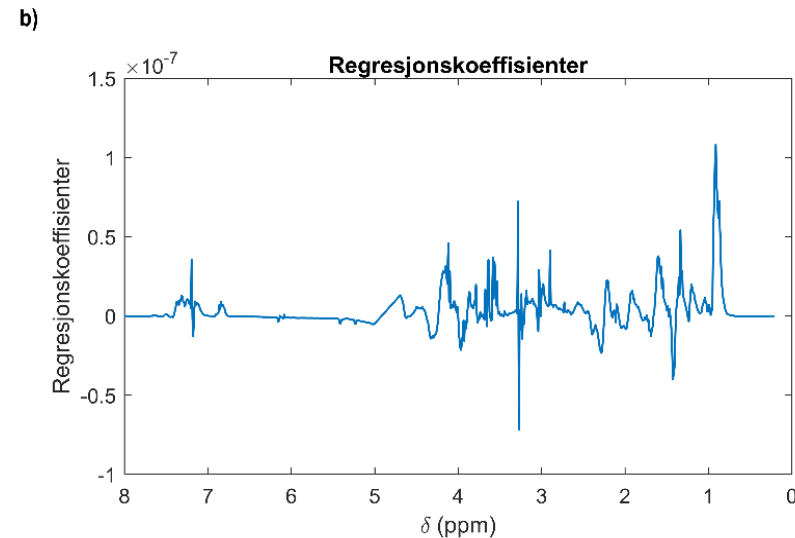
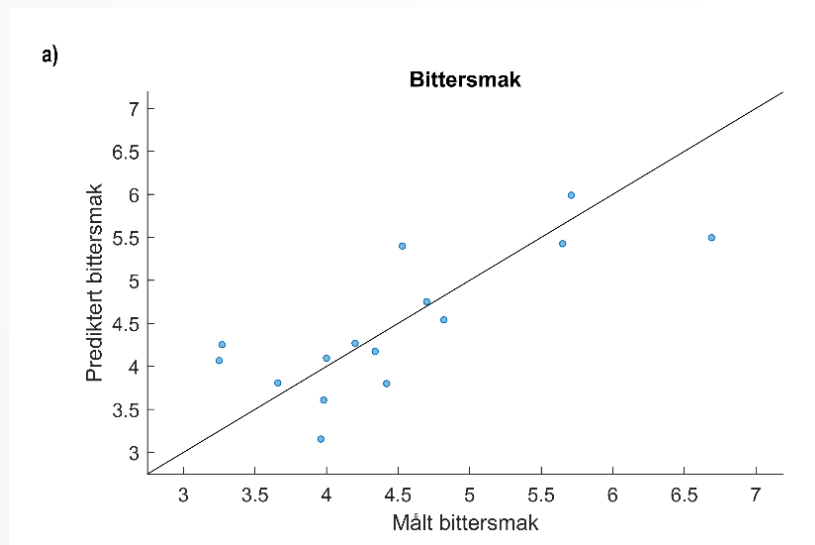


Resultater fra PCA analyse av NMR-data. Scoreverdier til første vs. tredje prinsippkomponent. Basert på 18 hydrolysater produsert i AP1 (Solstad et al. 2020)

Task 3.1./3.4.

Kjemisk fingeravtrykk av løselige komponenter (T3.1) og korrelasjon til sensoriske vurderingen (T3.4)

- En PLS regresjonsmodell ble kalibrert for å kvantitativt korrelere sensoriske data og NMR-fingeravtrykk. Dette ga en moderat god modell for prediksjon av bitterhet fra NMR-spektre med en kryssvalidert root mean square error (RMSECV) lik 0.592 % og forklaringsgrad (R^2) = 0.59.

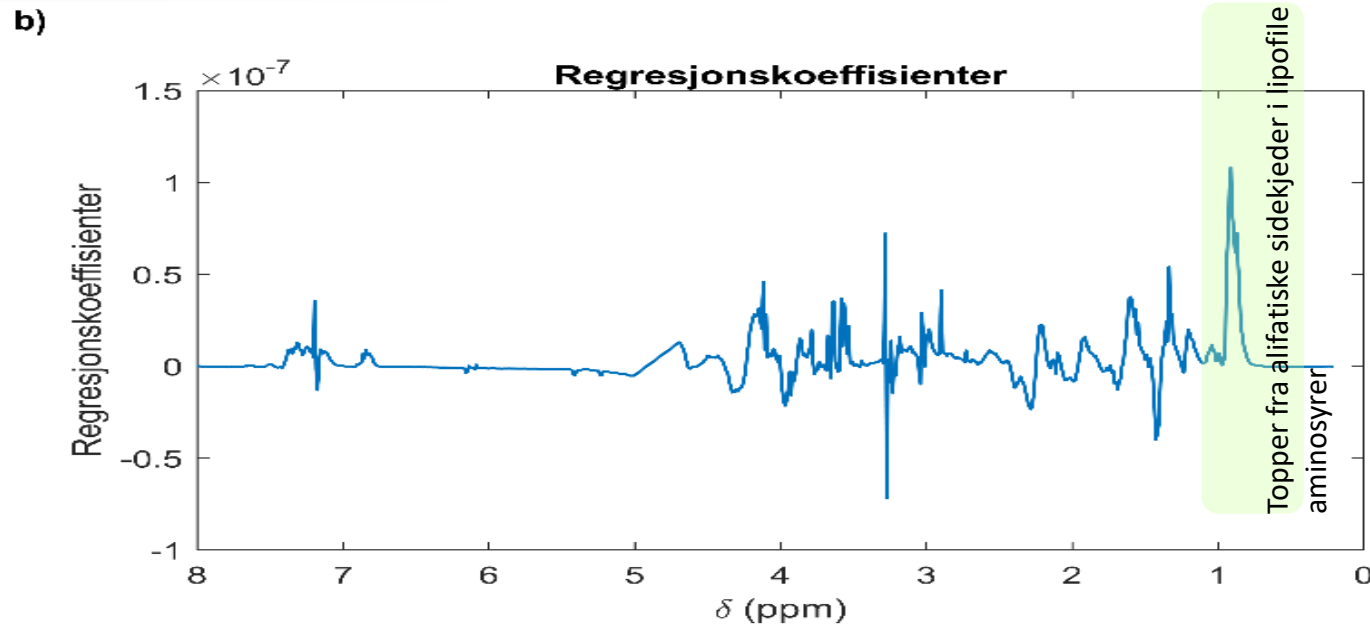


PLS regresjonsmodell for prediksjon av bitterhet fra ^1H NMR-spektre. a) Sensorisk gradering av bitterhet plottet mot modellens kryssvaliderte prediksjoner av bitterhet. b) Modellens regresjonskoeffisienter.

Task 3.1./3.4.

Kjemisk fingeravtrykk av løselige komponenter (T3.1) og korrelasjon til sensoriske vurderingen (T3.4)

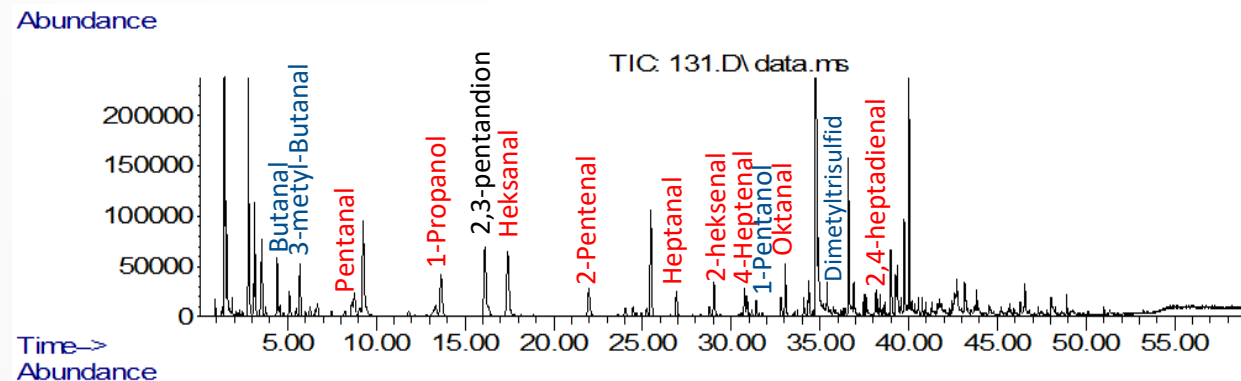
- Regresjonskoeffisienten vektet særlig de laveste kjemisk skiftene. Disse kan tilordnes alifatiske sidekjerder i lipofile aminosyrer. Dette stemmer overens med tidligere studier hvor bitter smak tilskrives alifatiske sidekjerder i peptider (Ney, 1971).



Task 3.2./3.4.

Kjemisk fingeravtrykk av flyktige komponenter (T.3.2) og korrelasjon til sensoriske vurderingen (T3.4)

- Sammensetningen av flyktige lukt- og smakforbindelser i de produserte hydrolysatene ble analysert ved bruk av dynamic headspace-gas chromatography mass spectrometry (DHS-GC/MS). Resultatene ble korrelert med data fra de sensoriske analysene i AP4.



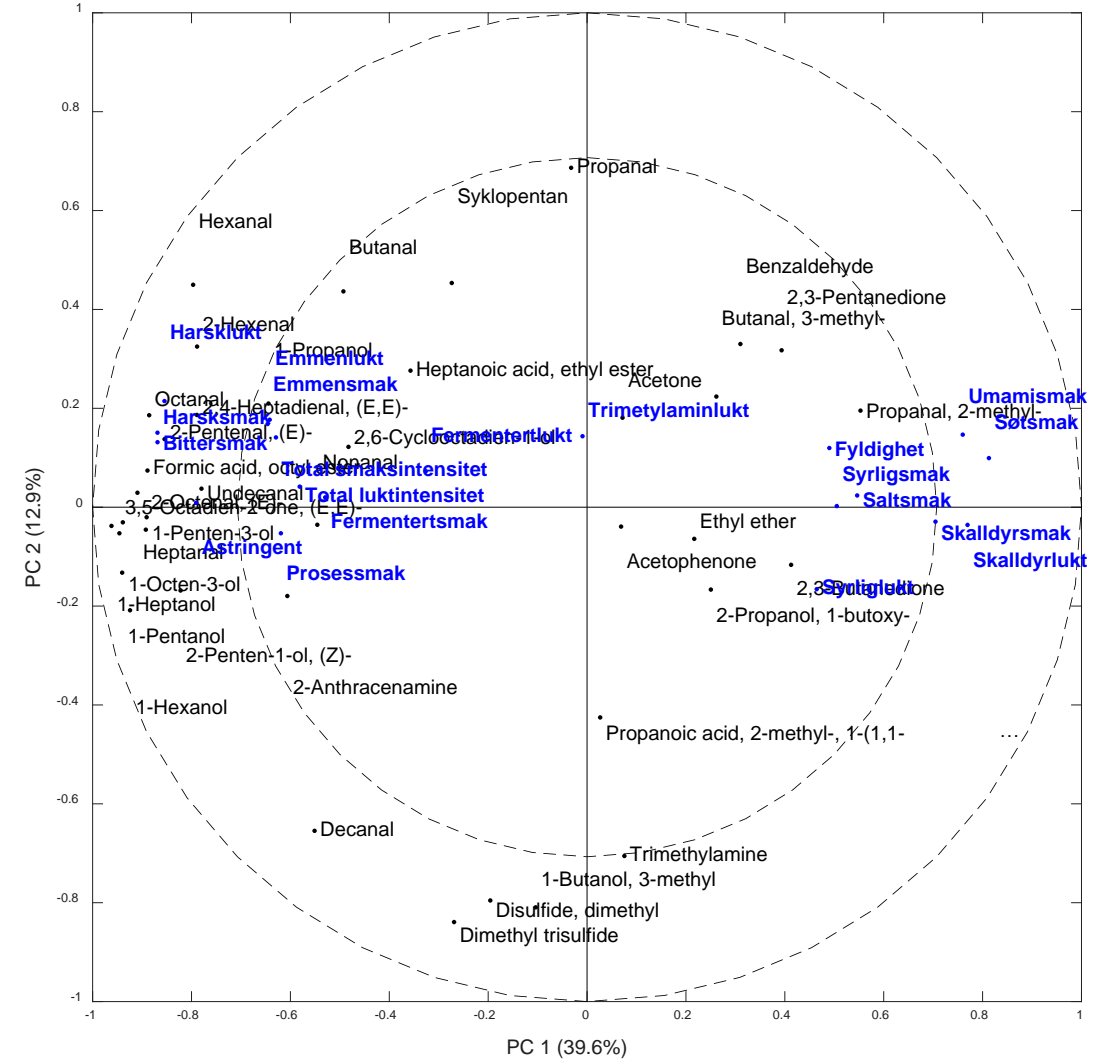
Hva finner vi?:

- Aminer (TMA)
- Lipid oksidasjonsprodukter (heksanal, heksanal, 2-pentalen, 1-penten-3-ol, 2-heksenal, 2,4-heptadienal, nonanal, 3,5-oktadien-2-on)
- Protein oksidasjonsprodukter (butanal, 2-og 3-metylbutanal, 2-propenal, benzaldehyd, dimetyltrisulfid m.fl.)

Task 3.2./3.4.

Kjemisk fingeravtrykk av flyktige komponenter (T.3.2) og korrelasjon til sensoriske vurderingen (T3.4)

- Lipidoksidasjonsprodukter (for eksempel heksanal) er vist å korrelere med harskhets og bitterhet.

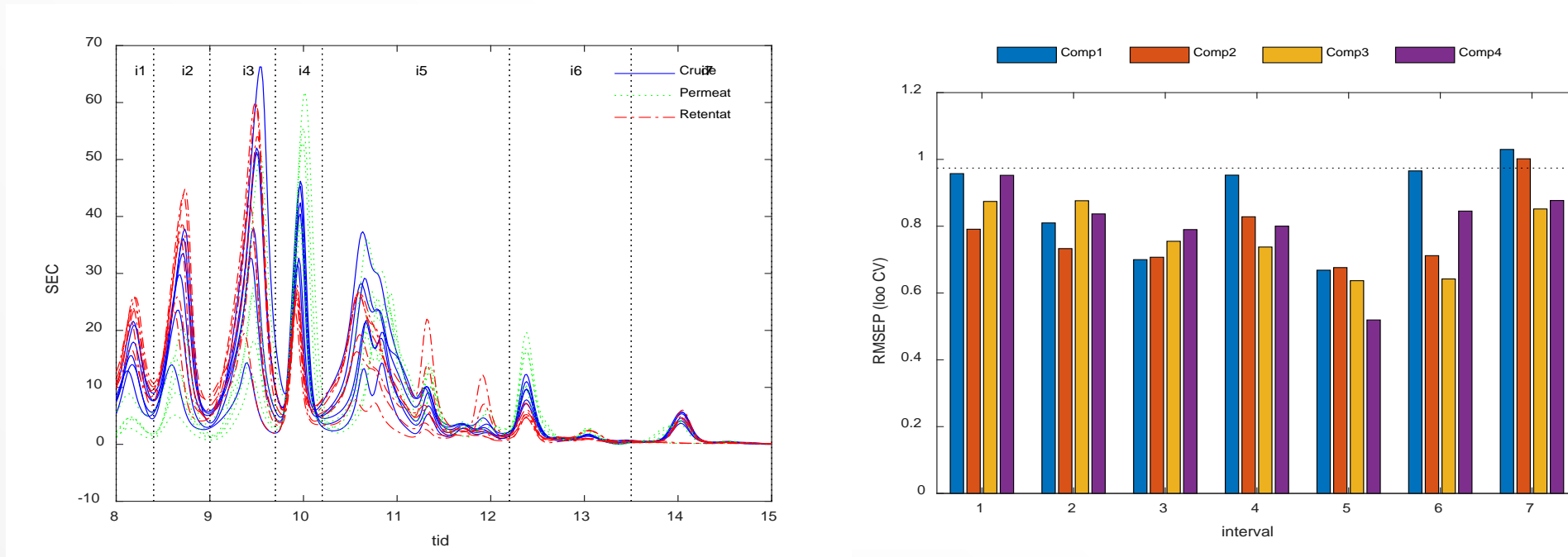


- PCA for flyktige komponenter. Korrelasjonsladninger av de flyktige forbindelsene, med sensoriske variabler inkludert som supplementære variabler.

Task 3.3.

Spesifikk identifisering av smakskomponenter (T.3.3).

- **Korrelasjon mellom SEC og sensoriske variabler:** Intervall PLS (iPLS) ble brukt for å relatere SEC-kromatogrammer og sensoriske variabler. Med iPLS splittes forklaringsvariablene (SEC) i intervaller langs retensjonstidsaksen og en PLS regresjon gjøres for hvert intervall.

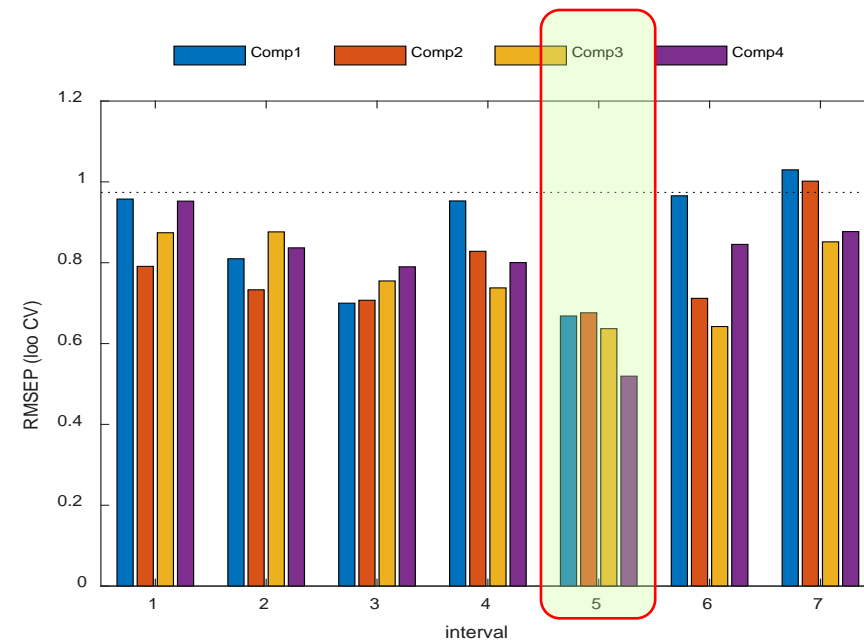
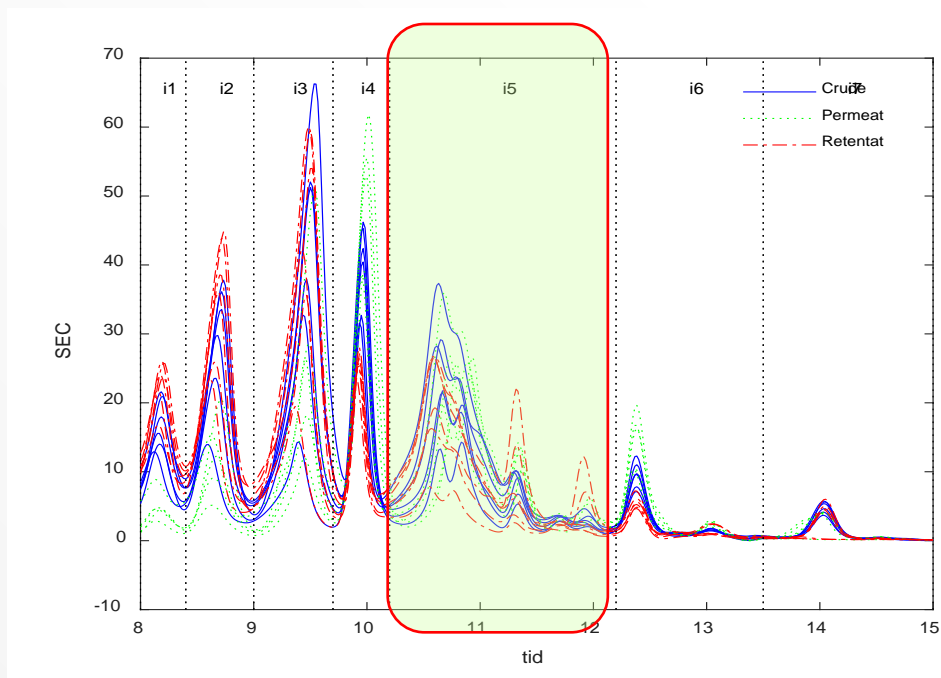


iPLS for SEC og sensoriske data—Høyre side: SEC data med intervaller, venstre side: Root Mean Squared Error of Prediksjon for prediksjon av bittersmak.

Task 3.3.

Spesifikk identifisering av smakskomponenter (T.3.3).

- Molekylvektsfraksjoner som var sent eluert i **region 5 (relativt små peptider)** korrelerte best (lavere RMSEP) med bittersmak



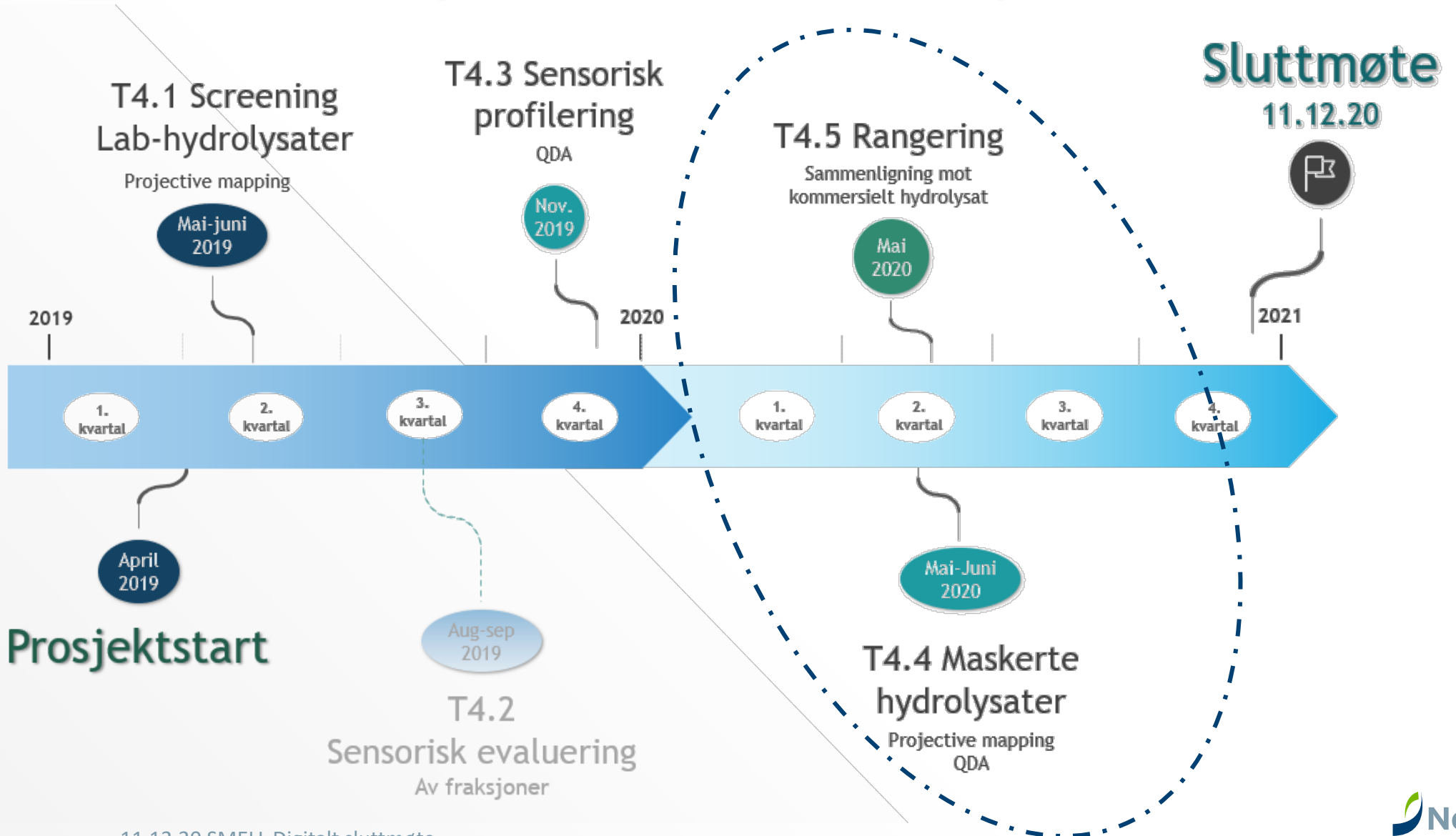
Arbeidspakke 4

Mål for arbeidspakken

- Å karakterisere de forbindelser som skaper uakseptabel lukt og smak ved bruk av standardiserte sensoriske metoder med bruk av trent sensorisk panel
- Å sensorisk beskrive det endelige resultatet ved bruk av sensorisk profilering (QDA)



Tidslinje - Sensoriske analyser



T4.4 Sensorisk Ranging

- Dommerne ble presentert for 6 hydrolysat og 3 limvann, og har rangert prøvene for ulike smaksegenskaper.
- **Hydrolysat:** Total smaksintensitet, bitter smak, fiskesmak og umamismak
- **Limvann:** Total smaksintensitet
- Kommerielle prøve: Hydrolysat av laks
- I rangingen ble dommerne bedt om å rangere prøvene for stigende grad av den angitte egenskapen

Kommersiell	SH-Retentat	FH-Retentat	SH-Crude	FH-Crude	FH-Permeat
FH-Retentat	FH-Crude	FH-Permeat	Limvann		

T4.4 Rangering av hydrolysat og limvann

Hydrolysat	Svakest intensitet					Sterkest intensitet
Total smaksintensitet	SH-Retentat	Kommersiell (laksbasert)	FH-Retentat	SH-Crude	FH-Crude	FH-Permeat
Bittersmak	FH-Crude	FH-Permeat	SH-Crude	SH-Retentat	Kommersiell (laksbasert)	FH-Retentat
Fiskesmak	SH-Retentat	FH-Retentat	Kommersiell (laksbasert)	FH-Crude	SH-Crude	FH-Permeat
Umamismak	Kommersiell (laksbasert)	FH-Retentat	SH-Retentat	FH-Crude	FH-Permeat	SH-Crude

Limvann	Svakest intensitet		Sterkest intensitet
Total smaksintensitet	L-Retentat		L-Permeat

T4.5 Sensorisk profilering med maskerte hydrolysater, pilotskala

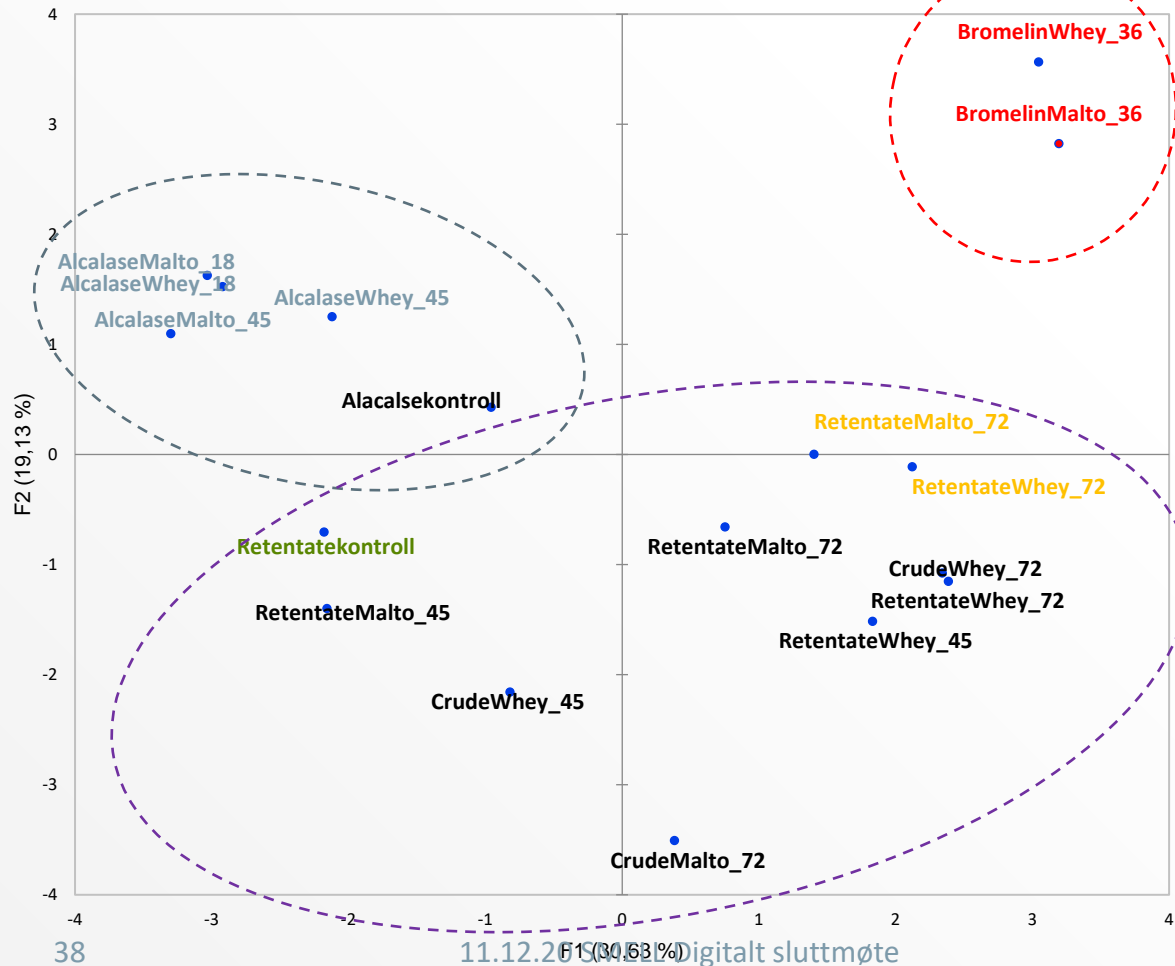


Sample Name	Hydrolysate source	Ratio H:M	% Hydrolysate	Mask	% Mask	Binding agent	% Binder	% citric acid	mass sent (g)
SMELL-07	Alcalase	4:1	72	Malto	18	GA	10		55
SMELL-08	Alcalase	4:1	72	Whey	18	GA	10		52
SMELL-09	Alcalase	1:1	45	Malto	45	GA	10		30
SMELL-10	Alcalase	1:1	45	Whey	45	GA	10		32
SMELL-11	Bromelain	3:2	54	Malto	36	GA	10		26
SMELL-12	Bromelain	3:2	54	Whey	36	GA	10		26
SMELL-15	Crude	1:1	45	Malto	45	GA	10		5
SMELL-16	Crude	1:4	18	Malto	72	GA	10		14
SMELL-17	Crude	1:1	45	Whey	45	GA	10		15
SMELL-18	Crude	1:4	18	Whey	72	GA	10		14
SMELL-19	Retentate	1:1	45	Malto	45	GA	10		15
SMELL-20	Retentate	1:4	18	Malto	72	GA	10		14
SMELL-21	Retentate	1:1	45	Whey	45	GA	10		13
SMELL-22	Retentate	1:4	18	Whey	72	GA	10		12
SMELL-25	Retentate	N/a	100						12
SMELL-28	Alcalase	N/a	100						18
SMELL-29	Retentate	1:4	18	Malto	72	GA	10	2,5	22
SMELL-30	Retentate	1:4	18	Whey	72	GA	10	2,5	23

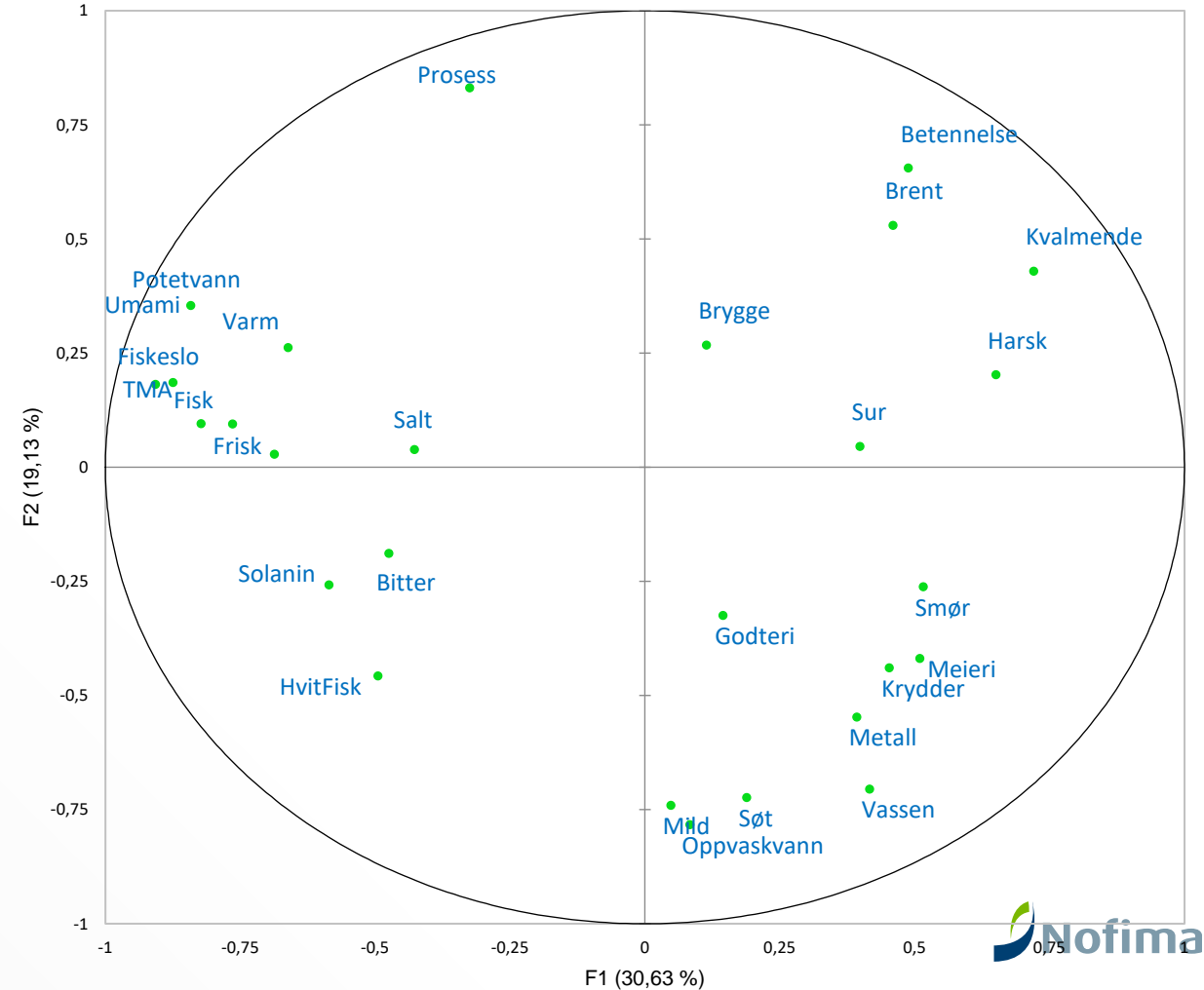
T4.5 Sensorisk profilering med maskerte hydrolysater

Screening, Projective Mapping, Egenskaper nevnt 5 ganger eller mer

Observations (axes F1 and F2: 49,76 %)

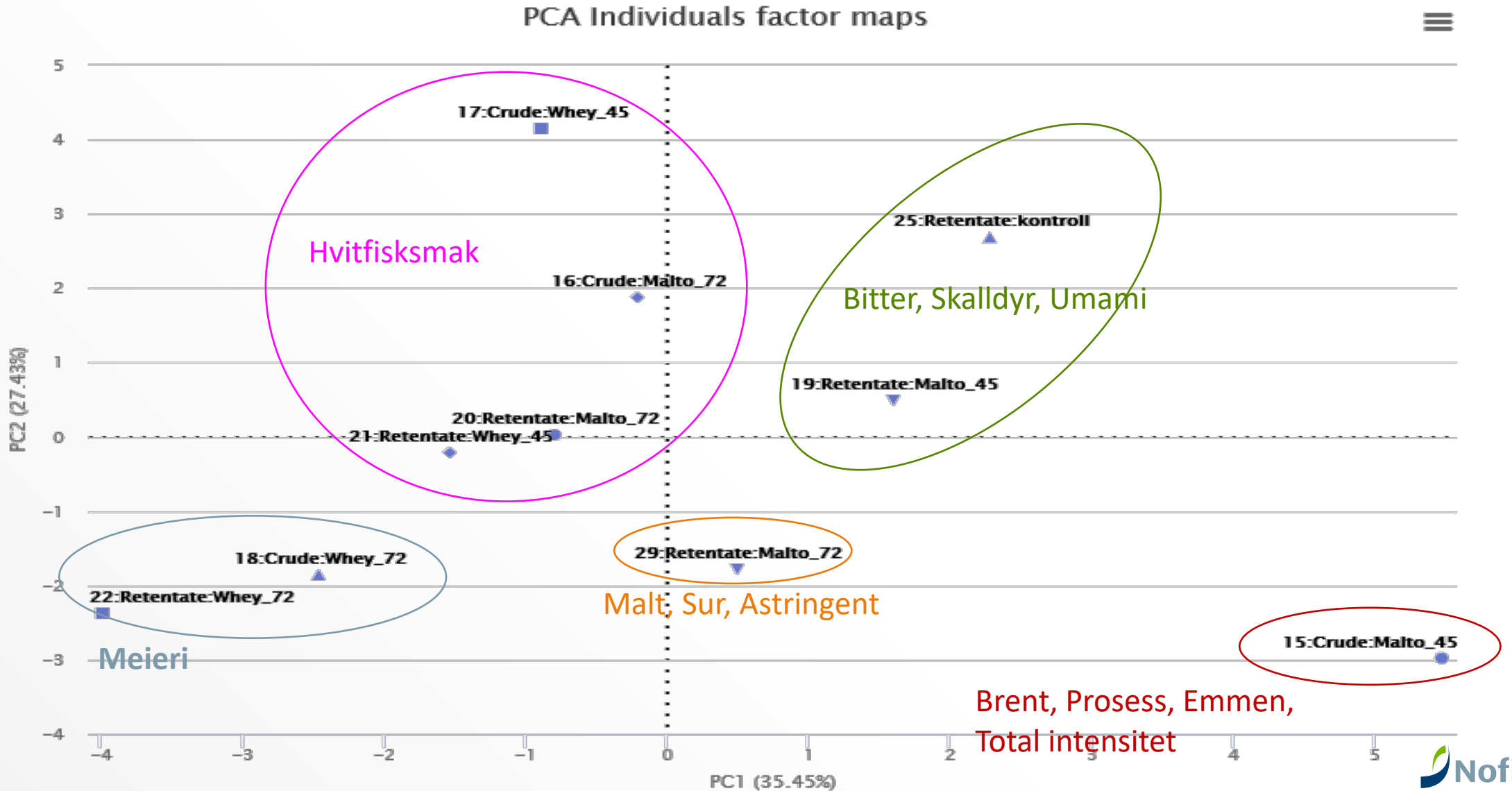


Variables (axes F1 and F2: 49,76 %)



T4.5 Sensorisk profilering (QDA) med maskerte hydrolysater SME

QDA



Hovedfunn i SMELL

- Valg av protease påvirker bittersmaken til proteinfraksjonene fra hydrolyse og det er mulig å produsere hydrolysat med lav bitterhet fra makrellrygg.
- Nanofiltering er effektivt for å fjerne aske, små molekyler og TMA fra makrellhydrolysat og makrellimvann.
- Lipofile peptider og/eller aminosyrer korrelerer med intensitet av bittersmak i makrellhydrolysater, og utvikling og implementering av metodikk for å fjerne disse kan bidra til enda bedre smak.
- Til tross for svært lave nivåer av fett i hydrolysatene viser prosjektet at fettoksidasjonsprodukter, som heksanal, og proteinoksidasjonsprodukter ser ut til å forårsake uønskede lukt- og smaksegenskaper i sluttproduktene. Dette viser at det er nødvendig å utvikle verktøy for å kontrollere protein- og fettoksidasjon under prosesseringen.
- Det er mulig å fremstille et makrellhydrolysat som har lavere total smaksintensitet, bittersmak og fiskesmak enn et kommersielt relevant produkt (basert på laks) i pilotskala, men det er vanskelig å oppskalere til industriell skala, og ytterligere forsøk trengs før videre implementering i industrien.
- Det er mulig å produsere maskert spraytørket hydrolysat med bindemidler til testing i smakspaneler og det er mulig å kontrollere binding mellom myseprotein, hydrolysater og gum arabic med pH.

Leveranser

Populærvitenskapelige artikler

Avskjær fra makrell skal bli proteinpulver uten lukt og smak. Fiskeribladet.no. 27. juni 2019.

[Avskjær fra makrell skal bli proteinpulver uten lukt og smak | Tekfisk](#)

Smaksprosjekt med smell – for makrell. Nofima.no 27 juni 2019.

[Smaksprosjekt med smell – for makrell | Nofima](#)

Skal lage lukt- og smakfritt proteinpulver av makrell-rester. Forskning.no 27 juni 2019.

[Skal lage lukt- og smakfritt proteinpulver av makrell-rester \(forskning.no\)](#)

Det er mulig å fjerne lukt og smak fra fiskeproteiner (forskjellige versjoner, i kronikk på Fiskeribladet.no og Nofima.no 8. april 2020, april 8, blogg på Sintef.no og Gemini.no 4. mai 2020 og debatt i Teknisk ukeblad [nett] 8. mai, 2020). To eksempler:

[Det er mulig å fjerne lukt og smak fra fiskeproteiner - Tu.no](#)

[Det er mulig å lage smaksnøytrale protein av fisk | Fiskeribladet](#)

Vil knekke makrellkoden med et SMELL. Kyst og fjord, 08.02.21

[Vil knekke makrellkoden med et SMELL - Kyst og Fjord](#)

Leveranser

Postere

Vang, B., Gaarder, M.Ø., Wubshet, S.G., Solstad, R.G., Dankel, K., Aspevik, T., Kousoulaki, K., Steinsholm, S., Lindberg, D. 2019. Taste-neutral proteins from mackerel (SMELL). 49th Conference of the West European Fish Technologists Association – WEFTA., Torshavn, Færøyene, 14-18 oktober 2019.

Dankel, K., Gaarder, M.Ø., Lindberg, D., Vang, B., Solstad, R.G., Aspevik, T., Wubshet, S.W. 2020. The “magnetic tongue” concept revisited: 1H NMR-based multivariate statistics for unraveling sensory attributes of fish protein hydrolysates. MR2020. Oslo, Norge. 7-8 januar, 2020

Presentasjoner

Lindberg, D., Wubshet, S.G. Unravelling chemical fingerprints related to sensory attributes of protein hydrolysates. Case – SMELL. Oral presentation. Marint protein nettverk (MPN) fagdag. Webinar og fysisk møte. Gardermoen, Norway. Nov 5, 2020

Lindberg, D. Smaksnøytrale proteiner fra makrell. Oral presentation. Pelagisk løft - økt bearbeiding av makrell. Bergen, Norway. Jan. 7, 2020

Rapporter

Solstad, R.G, Vang, B., Gaarder, M.Ø, Molesworth, P. et al. 2020. Smaksnøytrale protein fra makrell (SMELL). Delrapport for AP1. Nofima rapport 15/2020. ISBN 978-82-8296-631-3

Aspevik, T., Gaarder, M.Ø., Wubshet, S.G., et al, 2021 Smaksnøytrale protein fra makrell (SMELL). Delrapport for AP2, AP3 og AP4. Nofima rapport 8/2021. ISBN 978-82-8296-672-6