





# FORORD

Denne oppgaven har vært en del av masterutdanningen i matvitenskap ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM). Arbeidet med oppgaven har foregått ved Møreforskning i Ålesund og Nofima på Ås og har vært en del av forskningsprosjektet «Sensorisk kvalitet på omega-3 oljer» som ledes av Møreforskning.

Hovedveileder til oppgaven har vært Margrethe Hersleth ved Nofima. Takk for god oppfølging og tips i forbindelse med oppgaveskrivingen.

En bedriftsklynge bestående av 6 omega-3 bedrifter har bidratt i utforming av metodesett og aromahjul. Takk til Anja Helen Haugom ved BASF Brattvåg AS, Marte Grimstad ved Berg LipidTech AS, Anne Ma Skorpen ved Denomega AS, Helga Midtkandal ved Epax Norway AS, Hanne Solvang Felberg ved GC Rieber Oils AS og Ingjerd Lystad ved Pharma Marine AS.

Anne Segtnan, John-Erik Haugen og Gjermund Vogt ved Nofima har bidratt i henhold til sensorisk profilering og gjennomføring av analyse og databehandling av flyktige komponenter. Nofima sitt trente panel har gjennomført den sensoriske profileringen. Trygg Barnung, Grete Hansen Aas, Turid Fylling, Kristine Kvangarsnes og Snorre Bakke ved Møreforskning har bidratt i forbindelse med analyse av ulike harskningsparameter og fettsyreprofil, i utvikling av treningsstandarder og i utforming av aromahjul. Astrid Woll har bidratt med korrektur. Det semi-trente panelet til Møreforskning har bidratt i forbindelse med utvikling av treningsstandarder. Takk til alle!

Takk til Møreforskning for praktisk tilpassing av arbeidshverdagen. Dette har gjort det mulig å være student ved siden av full jobb.

Jeg vil også takke mann og familie for støtte og oppmuntring.

Ålesund, mars 2014

Wenche Emblem Larssen

## OPPSUMMERING

Marine oljer er en samlebetegnelse for oljer utvunnet fra fisk eller sjøpattedyr som er rike på sunne flerumettede fettsyrer. Marine konsumoljer benyttes som et tradisjonelt kosttilskudd og tilsatt som ingrediens i «funksjonell mat». Marine oljer oksiderer lett, og lipidoksidasjon er en av de viktigste årsakene til kvalitetsforringelse. Tradisjonelle tran og omega-3 produkt assosieres derfor ofte med harsk smak. Næringen har gjennom flere år jobbet målrettet for å endre dette og ønsker å gi kundene sine en smaksgaranti på lik linje med næringens kjemiske kvalitetskrav.

Innen planteoljer finnes det en rekke standarder både for kjemisk og sensorisk kvalitetskontroll. Omega-3 industrien har gode analysemetoder i tilknytting til kjemisk karakterisering av konsumoljene, men mangler en felles metodikk og et vokabular for sensorisk kvalitetskontroll. Hovedmålet i denne oppgaven er derfor å definere sensoriske egenskaper assosiert med lukt og smak av marine oljer og sette dem i system slik at den marine næringen kan bruke sensorisk analyse som et verktøy i sin kvalitetsbedømmelse. Utvikling av standardisert metodikk og terminologi er viktig siden dette gir næringen mulighet til å bruke den samme objektive evalueringen når de skal gjennomføre sensorisk karakterisering av marine oljer. Arbeidet er gjort i samarbeid med seks omega-3 bedrifter.

Metodesettet som er utviklet i denne oppgaven, er utformet som en kvalitetskontrolltest. Metodesettet er en kombinasjon av flere kommersielt tilgjengelige metoder og skal gi industrien god informasjon om produktet uten at metodikken blir for komplisert. Kvalitetskontrolltesten benyttes for å måle de ønskede sensoriske egenskapene til oljene og beskriver hvor stort et eventuelt avviket er i forhold til forventet kvalitet. Forventet kvalitet beskrives i en produktspesifikasjon eller ved å bruke en referanseolje. Oljene blir kategorisert ved hjelp av en 5-punktsskala, der 5= ingen avvik og 1=betydelig avvik fra utviklet produktspesifikasjon. Avvik uttrykkes ved hjelp av aromahjul eller nomenklaturleksikon.

Marine oljer har en rekke sensoriske egenskaper alt etter hvor langt de er kommet i oksidasjonssyklusen. Gjennom studiet har en lyktes med å utvikle et sensorisk aromahjul og et nomenklaturleksikon som definerer 21 ulike sensoriske egenskaper som assosieres med marine oljer. Det er også knyttet 60 nøkkelord til de ulike sensoriske egenskapene. Egenskapene er generert gjennom sensorisk profilering av et trent panel og uttesting av 6 bedriftspanel. Noen av de sensoriske egenskapene som *Nøtt*, *Smør*, *Gress* og *Syrlig* er ikke direkte nedklassifiserende. De genererte ordene er satt sammen i grupper gjennom diskusjon med næringen. Aromahjulet og nomenklaturleksikonet er et førsteutkast og i et videre arbeid vil det være interessant å se på korrelasjon mellom de sensoriske egenskapene og nøkkelordene.

Kjemisk karakterisering av oljene har bidratt til forståelse av de ulike sensoriske egenskapene. Ulike oksidasjonsparameter, som peroksidverdi, anisidinværdi og frie fettsyrer er analysert. Oljene hadde i hovedsak lav oksidasjonsstatus med bare 4 oljer som gikk over GOED (Global Organization for EPA and DHA Omega-3) sine anbefalinger. Det er positiv korrelasjon mellom stigende oksidasjonsprodukt og utvalgte sensoriske egenskaper som *Harsk*, *Kjemi* og *Prosess*. Det er negativ korrelasjon mellom den sensoriske egenskapen *Syrlig* og peroksidverdi. Naturlige oljer har lavere andel

oksidasjonsprodukter enn konsentrat og også bedre sensorisk kvalitet, men forskjellen er ikke signifikant.

Det er utviklet treningsstandarder til 12 av de sensoriske egenskapene som er beskrevet i aromahjulet. Egnetheten til treningsstandardene er testet av et semi-trent panel. Treningsstandardene vil kunne bidra til enklere trening og kalibrering av sensoriske dommerpanel.

Utviklet aromahjul, nomenklaturleksikon og forslag til treningsstandarder er inkludert i metodesettet. Metodesettet kan brukes som et selvpålagt tillegg for å sikre sensorisk kvalitet av marine oljer.

## SUMMARY

Marine oils are a collective term for oils derived from fish or marine mammals that are rich in healthy polyunsaturated fatty acids. Marine oil consumption is used as a traditional food supplement and added as an ingredient in "functional foods". Marine oils oxidize easily, and lipid oxidation is one of the main causes of deterioration. Traditional fish oil and omega-3 product are therefore often associated with rancid taste. The industry has for years been working to change this and wants to give its customers a taste guarantee similar to the industry's chemical quality requirements.

Within plant oils, there are a vast number of standards for measuring chemical and sensory quality. The Omega-3 industry has standardized methods for analysing the chemical characterization of consumer oils, but lacks a shared methodology and a vocabulary for sensory quality. The main objective of this thesis is therefore to define sensory characteristics associated with smell and taste of marine oils, and to classify them so the marine oil industry may use sensory analysis as a tool in quality assessment. The development of standardized methodology and terminology is important and may give the industry the opportunity to use the same objective evaluation when they are executing the sensory characterization of marine oils. The work is conducted in collaboration with six omega-3 companies.

The method developed in this thesis is designed as a quality control test. The method is a combination of several commercially available methods and will give the industry important information about the product, without making the methodology too complicated. The quality control test is used to measure the desired sensory properties of the oils and describes how big the potential deviation is, compared to the expected quality. The expected quality is described in a product specification, or by using reference oil. The oils are categorized using a 5-point scale, where 5 = no deviation and 1 = significant deviation from the developed product specification. The deviations are expressed using words from an aroma wheel or nomenclature lexicon.

Marine oils have a variety of sensory characteristics depending on the content of different oxidation products. This study has successfully accomplished to develop a sensory aroma wheel and a nomenclature lexicon, defining 21 different organoleptic characteristics associated with marine oils.

60 keywords have also been linked to the various sensory features. The features are generated through sensory profiling of a trained panel and testing of six industry panels. Some of the sensory features such as *Nuts*, *Butter*, *Acidic* and *Grass* are not directly disqualifying the oils. After discussions with the industry the generated words have been grouped. The aroma wheel and nomenclature lexicon are a “first draft” and in a future work it will be interesting to see the correlation between the sensory attributes and the keywords.

Chemical characterization of the oils has contributed to the understanding of different sensory features. Oxidation parameters, such as peroxide, anisidin and free fatty acids were analysed. The oils had mainly a low oxidation state and only 4 oils exceeded the GOED (Global Organization for EPA and DHA Omega-3) recommendations. There is a positive correlation between increasing oxidation product and selected sensory properties as *Rancid*, *Chemical* and *Process*. There is a negative correlation between the sensory feature *Acidic* and peroxide. Natural oils have a lower share of oxidation products than concentrates and a better sensory quality, thus the difference is not significant.

Training standards have been made for 12 of the sensory characteristics that are described in the aroma wheel. The suitability of the training standards is tested by a semi-trained panel. The training standards will contribute to the training and testing of a sensory panel.

# INNHold

FORORD.....	1
OPPSUMMERING .....	2
SUMMARY .....	3
INNHold .....	5
FIGURER OG TABELLER .....	7
1 INNLEDNING.....	9
1.1 Bakgrunn .....	9
1.2 Målsetting .....	10
1.3 Avgrensing.....	11
2 TEORI.....	12
2.1 Lipider .....	12
2.1.1 Struktur og molekylære egenskaper .....	12
2.1.2 Konsum og helse .....	14
2.1.3 Råstoff .....	15
2.1.4 Oksidasjon .....	16
2.1.5 Måling av oksidasjon .....	17
2.2 Sensorisk analyse .....	18
2.2.1 Sensorisk persepsjon.....	19
2.2.2 Sensorisk analyse av oksidasjon.....	20
2.2.3 Sensoriske metoder.....	20
2.2.4 Utvelgelse og trening av et panel.....	22
2.2.5 Produktspesifikasjon .....	23
2.2.6 Poengskala.....	23
2.2.7 Nomenklatur og aromahjul .....	24
2.2.8 Gjennomføring av test .....	24
2.2.9 Måleusikkerhet i sensorisk analyse.....	25
2.3 Eksempel på sensorisk profilering av relevante produkter .....	25
3 MATERIALE OG METODE .....	27
3.1 Metodesett .....	28
3.1.1 Behovskartlegging næringsaktører .....	28
3.1.2 Valg av metodikk og utforming av metodesett.....	28
3.1.3 Evaluering.....	29
3.2 Aromahjul og nomenklaturleksikon.....	29
3.2.1 Innsamling av marine oljer .....	29
3.2.2 Sensorisk profilering av trent panel .....	31
3.2.3 Sensorisk uttesting av industri .....	32
3.2.4 Valg av ord og uttrykk til nomenklatur og aromahjul .....	33
3.3 Kjemisk karakterisering.....	33
3.3.1 Primær og sekundær oksidasjon.....	33
3.3.2 Flyktige komponenter (GCMS) .....	35
3.3.3 Fettsyresammensetning.....	36
3.4 Treningsstandarder .....	37
3.4.1 Utvikling og tilpassing av resept (oppskrift) .....	37
3.4.2 Sensorisk uttesting av semi-trent panel.....	37
3.5 Sammenfatning.....	38
3.6 Databearbeiding og statistisk analyse .....	38

4	RESULTAT .....	39
4.1	Metodesett .....	39
4.1.1	Behovskartlegging .....	39
4.1.2	Valg av metodikk og utforming av metodesett.....	39
4.2	Aromahjul og nomenklaturleksikon.....	41
4.2.1	Sensorisk profilering av trent panel. ....	41
4.2.2	Sensorisk uttesting av bedriftspanel .....	43
4.2.3	Valg av ord og uttrykk til nomenklatur og aromahjul .....	44
4.3	Kjemisk karakterisering.....	48
4.3.1	Primær og sekundær oksidasjon.....	48
4.3.2	Flyktige komponenter .....	51
4.3.3	Fettsyreprofil.....	52
4.4	Utforming av treningsstandarder .....	53
4.4.1	Utvikling og tilpassing av resept (oppskrift) .....	53
4.4.2	Sensorisk uttesting av semi-trent panel.....	55
5	DISKUSJON .....	56
5.1	Metodesett .....	56
5.2	Aromahjul og nomenklaturleksikon.....	58
5.3	Kjemisk karakterisering.....	61
5.4	Treningsstandarder .....	62
6	KONKLUSJON.....	65
7	REFERANSER.....	66
	VEDLEGG 1	29 sider
	VEDLEGG 2	1 side
	VEDLEGG 3	1 side



# FIGURER OG TABELLER

## Tabeller

Tabell 1.1.	Tidsplan for gjennomføring av masterstudiet inndelt i delmål og strategiske trinn
Tabell 2.1	De viktigste omega-3 og omega-6 fettsyrene i fett fra laks, sild og torskelever (Nifes.no 2014a).
Tabell 2.2	Kvalitetskriterier for harskningsparameter på marine oljer fra ulike standarder
Tabell 2.3	Sensorisk persepsjon for egenskaper i mat og oljer spesielt (tilpasset fra Tuorila og Recchia (2014)).
Tabell 2.4	Nøkkelord for sensoriske egenskaper knyttet til de ulike flyktige komponentene publisert av fire ulike forfattere.
Tabell 2.5	5-punkt skala for kvalitetsbedømmelse av vann (hentet fra NMKL:183 (2005)).
Tabell 2.6	10-punkt skala for kvalitetsbedømmelse av marine oljer (oversatt fra AOCS:Cg2 (2003)).
Tabell 2.7	Kvalitetskriterier for ulik gradering av olivenoljer. ( <i>Hentet i fra Monteleone og Langstaff (2014)</i> ).
Tabell 3.1	Første innsamling av marine omega-3 oljer (fase 1).
Tabell 3.2	Andre innsamling av marine omega-3 oljer (fase 2).
Tabell 3.3	Oversikt over lukt- og smaksegenskaper brukt til sensorisk profilering i innledende testrunde.
Tabell 3.4	Oversikt over lukt- og smaksegenskaper brukt til sensorisk profilering i hovedrunden.
Tabell 4.1	Endelig 5-punktskala for kvalitetsbedømmelse av marine oljer.
Tabell 4.2	Eksempel på en verbal sensorisk produktspesifikasjon for en marin olje.
Tabell 4.3	Sensoriske egenskaper til marine oljer generert gjennom studiet ved hjelp av sensorisk profilering, bedriftsuttesting, innsamlete ordkart og sammenligning med olivenoljeindustrien <sup>1</sup> .
Tabell 4.4	Oversikt over de 20 mest brukte lukt- og smaksegenskaper.
Tabell 4.5	Oversikt over uttrykk som er lagt til eller modifisert gjennom diskusjon med næringen.
Tabell 4.6	Nomenklaturleksikon som beskriver lukt og smak, munnfølelse og viskositet av marine oljer. Leksikonet er basert på 44 utvalgte oljer.
Tabell 4.7	Korrelasjon ( $R^2$ ) mellom fire oksidasjonsparameter og utvalgte sensoriske egenskaper. Blå tall viser negativ korrelasjon. L= Lukt, S= Smak.
Tabell 4.8	Korrelasjon ( $R^2$ ) mellom de sensoriske egenskaper og utvalgte flyktige komponenter. Blå tall viser negativ korrelasjon. L= Lukt, S= Smak
Tabell 4.9	Resept (oppskrift) på smakstilsatte oljer som kan benyttes som treningsstandard.
Tabell 4.10	Resept (oppskrift) på smakstilsatte oljer som ble forkastet som treningsstandard.

<sup>1</sup> Utvalgte korrelerende uttrykk hentet fra Monteleone, E. og S. A. Langstaff (2014). Olive Oil Sensory Science. First edition. Wiley Blackwell.

## Figurer

- Figur 2.1 Kjemisk struktur til en cis-fettsyre (a) og trans-fettsyre (b)
- Figur 2.2 Kjemisk struktur til triglycerid som består av glyserol bundet til tre ulike fettsyre (Projectcrystal.org 2013)
- Figur 2.3 Strukturformel og 3D struktur til kolesterol (Biosynth.com 2014)
- Figur 2.4 Strukturformel og 3D struktur til fosfolipid (Biosynth.com 2014).
- Figur 2.5 Oksidasjonsfasene i autoksidasjon (tilpasset fra Olsen (2005) og McClements og Decker (2008)).
- Figur 2.6 Utvikling av hydroperoksider og dets nedbrytningsprodukt ved oksidering av marine oljer. Acids =FFA\*1,99 (Ackman 2005).
- Figur 2.7 Mulige kvalitetskontrolluttak i løpet av en produksjonsprosess.
- Figur 3.1 Strategiske trinn gjennomført i studiet i tilknytting til de 4 oppsatte delmålene.
- Figur 3.2 Strategiske trinn gjennomført i studiet i tilknytting delmål 1; utvikling av metodesett (Jfr. Fig 3.1).
- Figur 3.3 Strategiske trinn for gjennomføring av delmål 2; Utvikling av sensorisk aromahjul og nomenklaturleksikon for marine oljer (Jfr. Fig 3.1).
- Figur 3.4 Strategiske trinn for gjennomføring av delmål 3; Kjemiske karakterisering av marine oljer (Jfr. Fig 3.1).
- Figur 3.5 Strategiske trinn for gjennomføring av delmål 4; Utarbeiding av treningsstandarder (Jfr. Fig 3.1).
- Figur 4.1 Eksempel på sensorisk produktspesifikasjon uttrykt visuelt. Det blå feltet representerer grenseverdien for intensitet til de ulike luktene og smakene som kan godtas uten at avvik bemerkes.
- Figur 4.2 PCA-loadingsplott (a) og PCA-korrelasjonsplott (b) og PCA-scoresplott (c) for 20 marine oljer. Oljeprøvene er gruppert i triglyserider, etylester, feilproduksjon triglyserid (feilprod T) og feilproduksjon etylester (feilprod E).
- Figur 4.3 Aromahjul som viser 21 karakteristikk som beskriver sensoriske egenskaper til marine omega-3 oljer. Hjulet er basert på uttesting av 44 oljer.
- Figur 4.4 Korrelasjon mellom målte peroksidtall og anisidintall på testoljene. Δ= etylester produksjonsolje, ○=etylester feilproduksjon, ●=triglyserid feilproduksjon, ▲=triglyserid produksjonsolje. Stiplet linje indikerer grenseverdiene anbefalt av GOED:v.4 (2014). N=20
- Figur 4.5 PLS-loadingsplot som viser korrelasjon mellom sensoriske egenskaper og oksidasjonsstatus for 13 triglyserider.
- Figur 4.6 PLS-«predicted vs. reference»- plot som viser en av triglyseridene som utligger. N=13
- Figur 4.7 EPA- og DHA-innhold i analyserte oljer gruppert i ulike konsentrat og naturlig olje.
- Figur 4.8 Peroksid- og anisidinverdier i analyserte oljer gruppert i ulike konsentrat og naturlig olje.

## Vedlegg

- Vedlegg 1 Metodesett for sensorisk bedømming av marine oljer
- Vedlegg 2 Gjennomsnittstall generert gjennom sensorisk profilering, måling av oksidasjon og fettsyreprofil.
- Vedlegg 3 Oversikt over kjemikalier og oljer benyttet i til peroksid, anisidin, frie fettsyrer, fettsyreprofil og treningsstandarder.

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Marine oljer er en samlebetegnelse for oljer utvunnet fra fisk eller sjøpattedyr som er rike på sunne flerumettede fettsyrer. Den marine oljeindustrien produserer fiskeoljer til fôrindustrien og oljer til konsum. Marine konsumoljer benyttes som tradisjonelt kosttilskudd og som ingrediens i «funksjonell mat». Funksjonell mat er matvarer som brød, juice, yoghurt o.l. tilsatt marine lipider. I et vanlig norsk kosthold, konsumeres rundt 0,3 gram omega-3 hver dag. Det anbefales et inntak på 1-2 gram daglig. Spiser man for lite fet fisk kan det være vanskelig å dekke behovet for disse essensielle fettsyrene gjennom kostholdet. Det anbefales da, i tillegg, å ta tran eller andre omega-3 produkter (Frøyland et al. 2011).

I Møre og Romsdal er det lokalisert en bedriftsklynge for marine oljer som produserer ca. 40 % av verdens marine oljer til konsum, med en omsetning på over 2160 millioner i 2012 (Proff.no 2013). Næringen har som mål å være en foretrukket leverandør av omega-3 produkter til den norske befolkningen og er bevisst på at deres raffinerte oljer skal være synonymt med kvalitet. Tradisjonelle tran og omega-3 produkt assosieres ofte med harsk smak. Næringen har gjennom flere år jobbet målrettet for å endre dette. Gode prosesserings- og raffineringsteknikker har bidratt til at de fleste produktene på dagens marked har nøytral lukt og smak. Siden god kvalitet er viktig for forbrukeren ønsker omega-3 næringen å gi kundene sine en smaksgaranti på lik linje med næringens kjemiske kvalitetskrav. En smaksgaranti kan være med på å bygge opp omdømmet til omega-3 næringen og gi kunden en trygghet mht. kvaliteten på produktene de kjøper.

Marine oljer oksiderer lett, og lipidoksidasjon er en av de viktigste årsakene til kvalitetsforringelse (Olsen 2005). Oksidasjonsprosessen bidrar til endring i lukt og smak og kan føre til usikkerhet rundt sunnhet for forbruker (Ruyter et al. 2010). Oksidering i form av harsk lukt og smak oppdages tidligere ved bruk av sensorisk analyse enn ved identifikasjon av tradisjonelle oksidasjonsprodukt som peroksid- og anisidin (Olsen 2005, Aas et al. 2011). Store norske leksikon definerer sensorisk analyse som «måling og sammenligning av kvalitetsegenskaper ved hjelp av sansene» og at «objektiv sensorisk analyse brukes f.eks. for å beskrive og vurdere matvarers utseende, lukt og smak for å få et mål på egenskaper som kan ha betydning for forbrukernes oppfatning av produktet». En ser ofte at sensoriske analyser benyttes på feil grunnlag, og at det ikke brukes nødvendig tid og innsats på arbeidet. Årsaken er ofte manglende kunnskap og trening i sensoriske analyser, noe som kan gi usikre, og kanskje verdiløse resultater. Det benyttes også ulike metoder og definisjoner som gjør det umulig å sammenligne resultater gjort på forskjellige steder. Gode kjøreregler og godt verktøy for å kunne gjennomføre sensoriske analyser som en del av kvalitetskontrollen, er en forutsetning for å få riktige resultat.

Innen planteoljer finnes det en rekke standarder både for kjemisk og sensorisk kvalitetskontroll (AOCS:Cg2 2003, CODEX:19 2009a, CODEX:33 2009b, USDA 2010, CODEX:210 2011, USDA 2012). For olivenolje er det utviklet et kommersielt tilgjengelig aromahjul som beskriver positive og negative aromaer, utseende og munnfølelse (Mojet og de Jong 1994, Gawel 2014). Denne type profilering er også benyttet for å si noe om kvalitet og forbrukers forventning til kvalitet på olje (Monteleone et al. 1996, Caporale et al. 2006), modningsgrad og lagringsstabilitet (Monteleone et al. 1995), korrelasjon

med flyktige komponenter (Morales et al. 1995, Aparicio et al. 1996) og i tilknytting til fargesammensetning og klarhet i palmeoljer (Rossi et al. 2001). Olivenoljeprodusenter er pålagt fra myndighetene til å bruke sensorisk kvalitetskontroll ved siden av kjemiske analyser for å kunne gi konsumentene en smaksgaranti (Monteleone og Langstaff 2014).

Per i dag har omega-3 industrien gode analysemetoder i tilknytting til kjemisk karakterisering av konsumoljene, men industrien mangler en felles metodikk og vokabular for sensorisk kvalitetskontroll. Felles verktøy som metodesett, aromahjul og nomenklaturleksikon kan bidra til å forenkle og forbedre kommunikasjonen mellom forskjellige aktører i omega-3 industrien. Blant annet vil standardisert terminologi være nyttig når næringen skal diskutere ulike karakteristikk på produktene sine. Et godt verktøy gjør det også enklere for produsentene å formidle kvaliteten på produktene til markedet. Dette kan gi et konkurransefortrinn i jungelen av ulike omega-3 produkt og føre næringen et skritt nærmere en smaksgaranti.

Denne masteroppgaven har startet arbeidet med å få på plass felles rutiner og verktøy for sensorisk analyse av marine omega-3 oljer. Arbeidet vil legge grunnlag for en varemerkestandard som kan lette markedsføringen av marine oljer levert av omega-3 næringen. Masteroppgaven er en del av prosjektet «Sensorisk kvalitet av marine oljer» som er finansiert av Møre og Romsdal fylkeskommune og utføres i samarbeid med FoU-instituttene Møreforskning Marin og Nofima, og omega-3 bedriftene BASF Brattvåg (BASF), Berg LipidTech (BLT), Denomega (DO), Epax Norway (EPAX), GC Rieber Oils (GCRO) og Pharma Marine (PM).

## 1.2 Målsetting

### Hovedmål

Hovedmålet i denne oppgaven er å definere sensoriske egenskaper assosiert med lukt og smak av marine oljer og sette dem i system slik at den marine næringen kan bruke sensorisk analyse som et verktøy i sin kvalitetsbedømmelse. For å nå hovedmålsettingen er det definert fire delmål.

### Delmål

1. Etablere et metodesett som verktøy for sensorisk vurdering av marine oljer.
2. Utvikle et aromahjul og nomenklaturleksikon for marine oljer basert på sensorisk profilering.
3. Kjemisk karakterisering av råstoff.
4. Utarbeide utvalgte treningsstandarder for marine oljer.

Resultat i fra delmål 2 og 4 vil implementeres i delmål 1, metodesettet.

### Strategiske trinn

Hvert delmål har blitt gjennomført ved hjelp av utvalgte strategiske trinn (aktiviteter). Tabell 1.1 viser en oversikt over de fire delmålene og de strategiske trinnene innen for hvert delmål, samt tidsplan for gjennomføring.

Tabell 1.1 Tidsplan for gjennomføring av masterstudiet inndelt i delmål og strategiske trinn.

Delmål	Strategiske trinn	2012				2013				2014
		1	2	3	4	1	2	3	4	1
Metodesett	Behovskartlegging	x	x							
	Valg og tilpassing av metodikk			x	x	x	x	x	x	x
	Evaluering industri					x		x		x
Aromahjul og nomenklaturleksikon	Innsamling av oljer	x			x					
	Sensorisk profilering av trent panel		x			x				
	Sensorisk uttesting industri			x	x		x			
Kjemisk karakterisering	Oksidasjon					x				
	Flyktige komponenter					x				
	Fettsyreprofil					x				
Treningsstandarder	Utvikling og tilpassing av resept					x	x	x		x
	Sensorisk uttesting av semi-trent panel						x	x		x
Sammenfatting										x

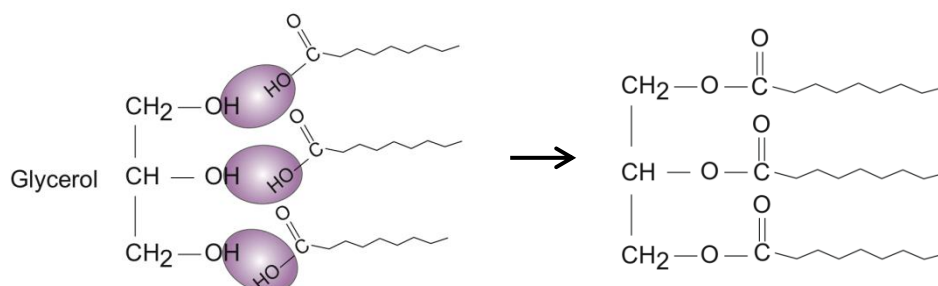
### 1.3 Avgrensing

Oljene benyttet i masteroppgaven er fra fet fisk, torskelever og blekksprut. De sensoriske karakteristikkene som er kvantifisert omfatter kun de utvalgte oljene. Andre marine oljer, som fra sjøpattedyr eller krepsdyr, er ikke inkludert.



studier med over 43000 deltakere viser at et daglig tilskudd av fettsyrene EPA og DHA (dokosaheksaensyre) i kosten reduserer risiko for hjerte- og karsykdommer (Frøyland et al. 2011).

99 % av alle fettsyrer i planter og dyr er esterifisert til glycerol. Acylglyceroler er en upolar lipidklasse og finnes som mono-, di-, og triester, kalt henholdsvis monoacylglycerols, diacylglycerols og triacylglycerol (triglyserid). Triglyserid er mest vanlig i mat, men mono- og diacylglycerols kan brukes som emuliserere (McClements og Decker 2008). Triglyserid består av et glycerol og en til tre fettsyrer som er forestret til alkoholen (Fig 2.2).



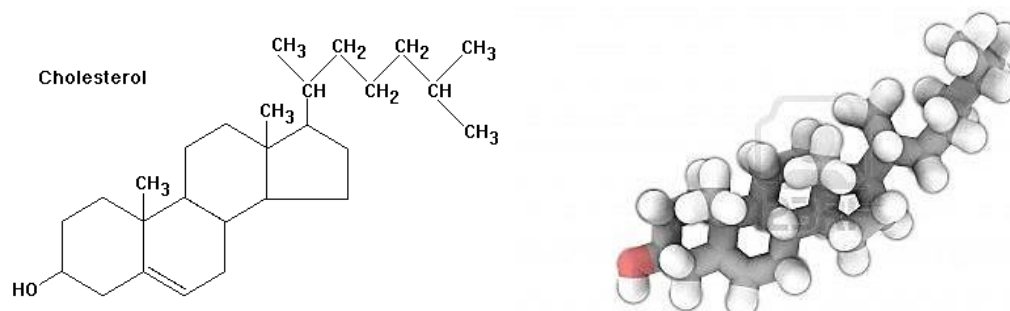
**Figur 2.2** Kjemisk struktur til triglyserid som består av glyserol bundet til tre ulike fettsyre (Projectcrystal.org 2013)

Fettsyreprofil til marine oljer varierer fra råstoff til råstoff, men de viktigste omega-3 og omega -6 fettsyrene er listet opp i Tabell 2.1. Dette er arakidonsyre (ARA), eikosapentaensyre (EPA), dokospentaensyre (DPA) og dokosaheksaensyre (DHA).

**Tabell 2.1** De viktigste omega-3 og omega-6 fettsyrene i fett fra laks, sild og torskelever (Nifes.no 2014a).

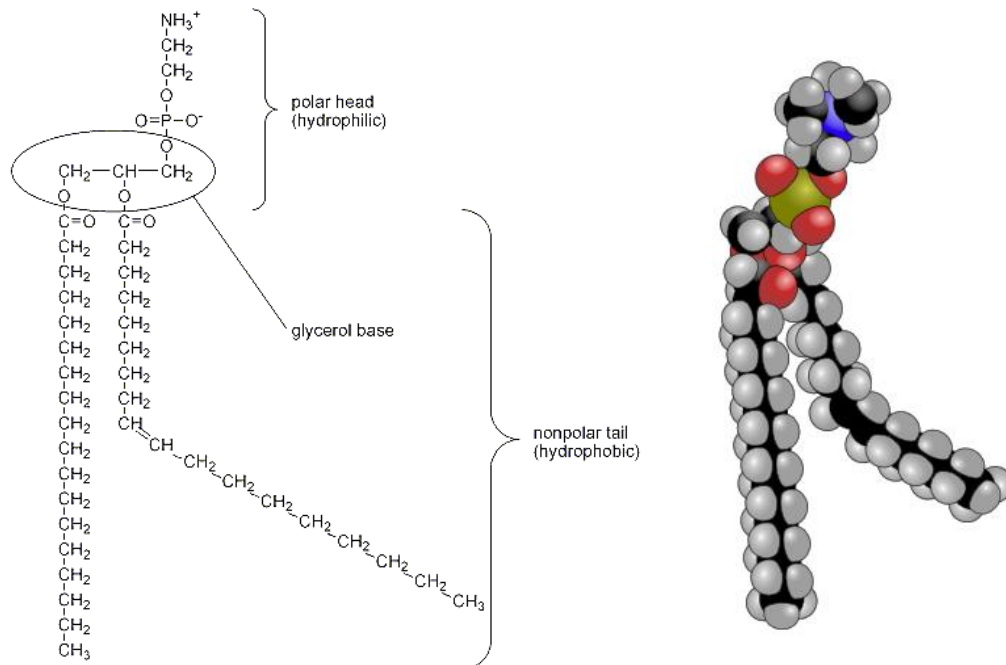
Fettsyre	Totalfett g/100g	20:4n-6 ARA mg/100g	20:4n-3 EPA mg/100g	20:5n-3 DPA mg/100g	22:6n-3 DHA mg/100g
Sild	15,7	47	1117	91	1575
Oppdrettslaks	16,4	120	1112	490	1630
Torskelever	64,0	271	4867	576	6164

Steroler en undergruppe av steroider og er en upolar lipidgruppe. Lipidet har tre 6-karbonringer og en 5-karbonring som er bundet til en alifatisk kjede (Fig 2.3) (McClements og Decker 2008). Kolesterol er den mest kjente sterolen og er viktig mht. omsetning av fettløselige vitaminer og steroidhormoner.



**Figur 2.3** Strukturformel og 3D struktur til kolesterol (Biosynth.com 2014)

Fosfolipider er en polar lipidgruppe, som er bygd opp av et hydrofilt hode og en hydrofob hale. Fosfolipidene er en viktig bestanddel i celledmembranens struktur. Den kjemiske strukturen (Fig 2.4) viser at fosfolipider er fosfatester av glyserol der fosforsyren har dannet ester med en alkoholgruppe, som vanligvis også inneholder en aminogruppe (McClements og Decker 2008).



Figur 2.4 Strukturformel og 3D struktur til fosfolipid (Biosynth.com 2014).

### 2.1.2 Konsum og helse

Lipider tilføres gjennom kosten enten naturlig, i form av fett i fisk eller kjøtt, eller separert ut til fett eller olje, slik som smør og tran. Fettet har viktige funksjonelle egenskaper som påvirker struktur og smak. I tillegg er lipider en rik kilde til energi, essensielle fettsyrer og fettløselighet vitaminer (Olsen 2005, McClements og Decker 2008).

Essensielle fettsyrer er fettsyrer som ikke kan dannes i kroppen og som må tilføres gjennom kosten. Linolin syre (18:2n-6) og linolnic syre (18:3n-3) er slike fettsyrer. Disse fettsyrene er forløperen til dannelse av andre fettsyrer som ARA, EPA og DHA. Disse langkjedede fettsyrene er essensielle deler i celledmembranene og forløpere til eikosanoider (Olsen 2005, Christie og Han 2010). Eikosanoider er viktige signalmolekyler med biologiske effekter på ulike celletyper. De påvirker bl.a. sammentrekning av glatt muskulatur, blodkoagulering og regulerer blodtrykket. Eikosanoider dannet fra omega-6-fettsyren ARA (C20:4,  $\omega$ -6) og omega-3-fettsyren EPA (C20:5,  $\omega$ -3) har ulik biologisk funksjon. Forholdet mellom omega-3 og omega-6-fettsyrer i kosten er derfor viktig med hensyn til disse funksjonene (Russo 2009).

Både omega-6 fettsyrer og omega-3 fettsyrer er viktig for sunn utvikling og vekst, men den vestlige verden spiser stadig mer vegetabiliske omega-6 fettsyrer i forhold til omega-3 fettsyrer. Forholdstallet mellom omega-6 og omega-3 fettsyrer i det vestlige kostholdet ligger mellom 10:1 og 20:1, mens det anbefalte forholdstallet er 5:1 (Nifes.no 2014b). Det høye forholdstallet mellom



omega-6 og omega-3 fettsyrer sammenfaller med en rekke negative helseeffekter, blant annet økt risiko for hjerte- og karsykdommer (Ackman 2005, Russo 2009).

Bedre balanse mellom omega-6 og omega-3 fettsyrer, enten ved et større inntak av marine omega-3 fettsyrer, eller ved mindre inntak av omega-6, reduserer dødsrisikoen for mennesker som allerede er blitt syke. Dette gjelder særlig for hjerte- og karsykdommer (Russo 2009).

En av hovedutfordringene i produksjonskjeden av omega-3 kosttilskudd er å minske andel oksidasjonsprodukt. De fleste oksidasjonsproduktene fjernes med raffinering, men nye kan dannes før produktet når forbruker. Det er gjort få undersøkelser der en har sett på eventuelle negativ helseeffekter ved inntak av ulike oksidasjonsprodukter, men Vitenskapskomiteen for mattrygghet uttrykker noe bekymring for jevnlig inntak av oksiderte marine oljer (Frøyland et al. 2011).

### 2.1.3 Råstoff

Fiskeoljer og fiskemel er to ingredienser som er viktige globalt i forbindelse med husdyrhold, fiskeoppdrett og human helse. Fiskeoljer er definert som en klar, brun/gul væske som er presset ut av varmebehandlet fisk og deretter raffinert (Breivik 2007). Fiskeoljer har tradisjonelt blitt brukt som hovedkilde til marine omega-3 fettsyrer. Olje fra torskelever har vært mest benyttet i Norge som kilde til de fettløselige vitaminene A og D og omega-3 fettsyrene EPA og DHA. I løpet av det siste tiåret har tilskudd og beriket mat fra ulike fiskeoljer, oljer ekstrahert fra krill og spekk fra sjøpattedyr blitt viktige omega-3 kilder (Frøyland et al. 2011). Fettsyrene i de marine oljene er hovedsakelig i triglyseridform, med bare små mengder som er bundet i frie fettsyrer eller fosfolipidform. Råolje produsert fra fisk brukes som råstoff til produksjon av konsentrerte marine omega-3 etylestere. Den siste tiden har fosfolipidekstrakt fra krill og silderogn blitt en tilleggskilde for marine omega-3 fettsyrer (Frøyland et al. 2011, Bjørndal et al. 2013).

Det er stor import av råoljer som raffineres i Norge. Dette er i hovedsak fisk fra Chile og Peru. Fiskeoljene kommer hovedsakelig fra de pelagiske fiskeartene ansjos, sardiner, menhaden og hestemakrell (Breivik 2007). I 2011 ble det importert råoljer til raffinering til en verdi av 3,5 mrd NOK. I tillegg til importert olje ble det produsert fersk olje og proteiner fra lakseavskjær til en verdi av rundt 425 mill NOK, og oljer og fiskemel til fôr rundt 1,35 milliard NOK (Olafsen og Nystøyl 2013). Det er stort fokus på totalutnyttelse av all fisk, og de neste årene vil en trolig se økt utnyttelse av restråstoff fra filetindustrien til konsumoljer.

I tillegg til at bransjen ønsker bedre utnyttelse av restråstoff og økt produksjon av konsumoljer, er teknologien for utvinning av råoljer blitt mer spesialisert. Bruk av ferskt råstoff, tilpassede enzymer og lavere temperaturer i prosessen gir en olje med bedre kvalitet og høyere utbytte (Bimbo 2007).

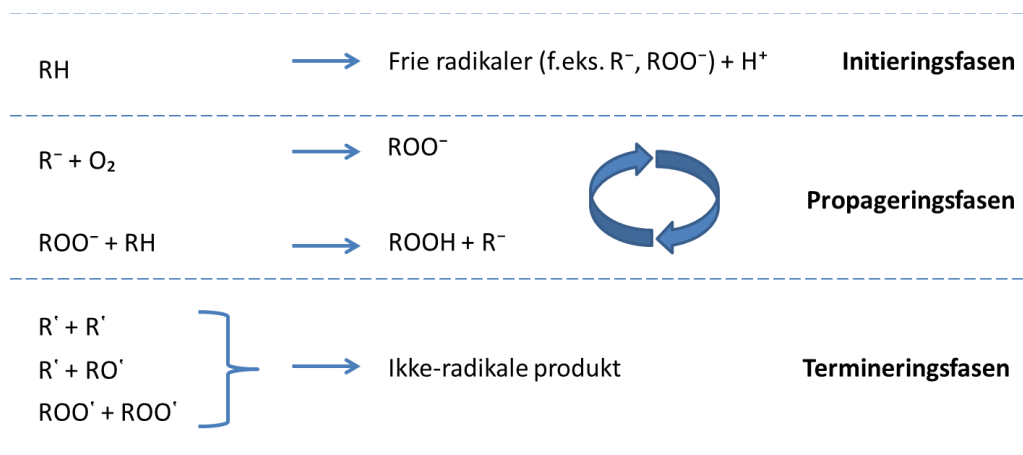
Omega-3 oljene presenteres for forbrukeren enten som triglyserider (TG) eller etylestere (EE). Etylestere produseres ved at råolje i form av frie fettsyrer reagerer med etanol og danner et syntetisk substrat. Ved hjelp av vakuum og varme fordampes en konsentrert omega-3 etylesterløsning ut. Prosessen for å gjøre TG om til EE er nødvendig i raffineringsprosessen, men i etterkant er det mulig å feste det til et glyserol igjen slik at det går tilbake til TG form (Dyerberg et al. 2010).

I EE-form mangler glyserolet og fettsyrene vil binde seg til hverandre i lange kjeder. Siden fett er lagret og transportert i kroppen i form av triglyserider så er biotilgjengeligheten til fettsyrer i TG-form bedre en i EE-form (Dyerberg et al. 2010).

#### 2.1.4 Oksidasjon

Oljer med høyt innhold av flerumettede fettsyrer oksiderer lett. Oksidasjon har stor innvirkning på kvaliteten. Flyktige, sekundære oksidasjonsprodukt, spesielt de som stammer fra omega-3 fettsyrer, er smakssterke komponenter som generelt gir en dårlig smaksopplevelse selv ved lave konsentrasjoner (Frankel 2005). Harsk lukt og smak gjør produktet mindre attraktivt i markedet og kan bidra til redusert omdømme og salg (Olsen 2005). Det er tre ulike typer oksidasjon; autoksidasjon, fotooksidasjon og enzymatisk oksidasjon. Autoksidasjon skjer i hovedsak når flerumettede fettsyrer kommer i kontakt med luft (oksygen), fotooksidasjon skjer når oljen blir utsatt for lys (UV) og enzymatisk oksidasjon skjer når enzymer i produktet spalter fett slik at oksygenet reagerer med de umettede fettsyrene (Frankel 2005).

Umettede fettsyrer har dobbeltbindinger, og under oksidasjon skjer det en reaksjon mellom dobbeltbindingen i den umettede fettsyren og oksygen. Autooksidasjon kan deles inn i en initierings-, propagerings- og termineringsfase (Fig 2.5). Under initieringen reagerer lipidmolekylet (RH) med oksygen ved hjelp av en katalysator og frie radikaler dannes. Et fritt radikal er en meget reaktiv forbindelse med et uparet elektron. I neste fase, propageringen, vil det frie radikalet reagere med oksygen og danne peroksyldradikal ( $ROO^{\cdot}$ ). Dette kan igjen reagere med et nytt lipidmolekyl og danne hydroperoksid ( $ROOH$ ) (McClements og Decker 2008).



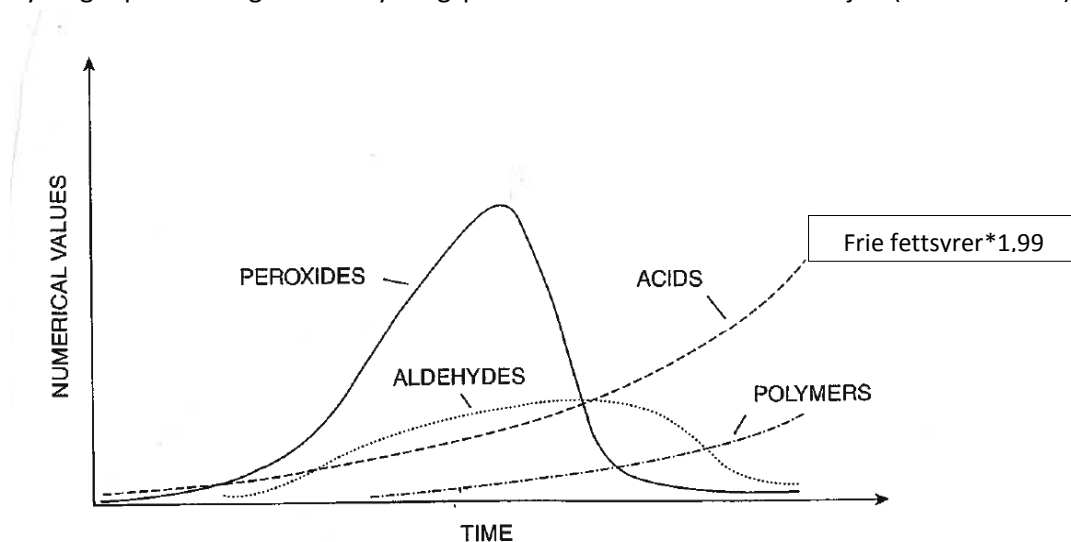
Figur 2.5 Oksidasjonsfasene i autoksidasjon (tilpasset fra Olsen (2005) og McClements og Decker (2008)).

Hydrogenperoksider er det primære oksidasjonsproduktet ved oksidasjon og oksidasjonshastigheten er proporsjonal med antall dobbeltbindinger i fettsyren. Linolsyre (18:2n-6) med 2 dobbeltbindinger og linolensyre (18:3n3) med tre dobbeltbindinger oksiderer raskere enn oljesyre (18:1n-9) som har en dobbeltbinding. Generelt kan en si at ved å tilføre en ekstra dobbeltbinding så vil oksidasjonshastigheten dobles (Holman og Elmer 1947). Undersøkelser av oksidasjon av EPA og DHA i termisk behandlet laks, viser større tendens til oksidasjon av de ytterste dobbeltbindingene og liten skade på de midt i kjeden (Ruyter et al. 2010). Hydroperoksider er stabile under gunstige betingelser

som lav temperatur, tilførsel av nok antioksidanter og uten tilstedeværelse av katalysatorer. Som oftest er derimot forholdene ikke så gunstig og hydroperoksidene dekomponerer (Ruyter et al. 2010).

I termineringsfasen av autooksidasjon vil hydrogenperoksid reagerer med de frie radikalene eller med f.eks en antioksidant og ikke-radikale produkter blir dannet. Dette gir stabile sekundære oksidasjonsprodukter. Sekundære oksidasjonsprodukt kan være flyktige komponenter med lav molekylvekt, eller ikke-flyktige komponenter med relativ høy molekylvekt (Olsen 2005, McClements og Decker 2008, Ruyter et al. 2010). Hydrogenperoxider er fri for lukt og smak, i motsetning til de flyktige komponentene, som f.eks aldehyder og ketoner, som har direkte påvirkning på lukt og smak (Frankel 2005).

Fettsyrer bundet til glyserol som triglyserider eller fosfolipider er ganske stabile. Frie fettsyrer er mer utsatt for angrep av oksygen enn en forestret fettsyre. Lipaser er enzymer som katalyserer frigjøring av fettsyrer (enzymatisk oksidasjon). Enzymene som forårsaker enzymatisk oksidasjon angriper bare visse bindinger og reaksjonen har et lineært forløp (Nilsson et al. 1993). Figur 2.6 viser utvikling av hydrogenperoksid og de nedbrytningsproduktene som dannes oksidasjon (Ackman 2005).



Figur 2.6 Utvikling av hydroperoksid og dets nedbrytningsprodukt ved oksidering av marine oljer. Acids = FFA\*1,99 (Ackman 2005).

### 2.1.5 Måling av oksidasjon

Peroksidtall (PV) og anisidtall (AnV) er to tradisjonelle målemetoder for oksidasjonskvaliteten i oljer. PV brukes for måling av den primære oksidasjonen i en olje og gir en status på oksidasjon i nåtid. PV måles i meq perokside/kg fett og er en verdi som brukes til industriell sertifisering av marine oljer (Olsen 2005). AnV er en bestemmelse av de sekundære oksidasjonsproduktene i oljen og den måler mengde aldehyder i en prøve. AnV gir en status på oksidasjon i fortid. Begge metodene er raske og billige og fungerer godt på rene triglyseridfraksjoner. Metodene er derimot uegnet på lavt oksiderte oljer, da følsomheten ikke er god nok (Ruyter et al. 2010). For sekundære oksidasjonsprodukt kan en skille mellom flyktige og ikke-flyktige oksidasjonsprodukt.

Siden PV i en olje endres over tid og fordi AnV øker som en følge av at hydroperoksider brytes ned, vil oksidasjonskvaliteten på en olje best beskrives ved å se disse verdiene i sammenheng. TOTOX-verdien gir et bilde av den totale oksidasjonsverdien ved å kombinere historien til en olje (AnV) med den nåværende tilstand (PV)(Ruyter et al. 2010). TOTOX-verdien kombinerer variabler med ulik benevnning og PV ganges med to fordi en antar at en PV-ekvivalent gir opphav til to AV-ekvivalenter (Shahidi og Wanasundara 1998). TOTOXveriden beregnes med formelen:  $TOTOX = 2x PV + AnV$

AnV sier noe om de ikke-flyktige sekundære oksidasjonsproduktene som er oksiderte fettsyreester som sitter fast i triglyseridet (core-aldehyder). En kan bruke gasskromatografi (GC) for å bestemme flyktige oksidasjonsprodukt som enten er ansvarlig for, eller fungerer som markører for, smaksutvikling i oksiderte lipider. GC-analyser korrelerer ofte med sensoriske analyser og er mer sensitiv mht. deteksjon av lave nivåer av oksidasjon. Flyktige komponenter som er egnet til GC-determinasjon er hovedsakelig aldehyder, ketoner og hydrokarboner (Frankel 2005). Dynamisk «headspace» gasskromatografi massespektrometri (GCMS) er GC-metode som kan benyttes. Her blir oljene overblåst eller gjennomboblet med nitrogen, og flyktige komponenter som rives med i gasstrømmen samles opp på en fast absorbent. De flyktige luktkomponentene analyseres via gasskromatografi og massespektrometri.

Ved hydrolytisk (enzymatisk) oksidasjon av triglyserider dannes frie fettsyrer. Enzymatisk oksidasjonsnivå kan måles ved å bestemme andel frie fettsyrer i en olje. Frie fettsyrer bestemmes ved hjelp av titrering (Nilsson et al. 1993).

Den marine omega-3 næringen har flere kjemiske krav til kvalitet på sine produkter. Et utvalg av de standarder som eksisterer, og som følges, vises i tabell 2.2.

**Tabell 2.2 Kvalitetskriterier for harskningsparameter på marine oljer fra ulike standarder**

Beskrivelse	Referanse	Syretall	Peroksiverdi	Anisidintall
Fiskeolje, rik på Omega-3	EU.Pharma:1912 (2012)	0,5	10	30
Omega-3 Etylestere	Eu.Pharma:2063 (2012)	2	10	20
Omega-3 Triglycerider	Eu.Pharma:1352 (2012)	3	10	30
EPA og DHA konsentrat	GOED:v.4 (2014)	3	5	20
Codex Draft standardfor fish oils	CODEX:132303 (2013)	3	5	20

## 2.2 Sensorisk analyse

Næringsmiddelindustrien har behov for en systematisk sensorisk evaluering av mat. Som et resultat av dette har sensorisk matanalyse hatt en betydelig utvikling de siste 15-20 årene og det er blitt utviklet en rekke nye metoder for hvordan både produsenter og konsumenter kan kvalitetsvurdere mat (Tuorila og Monteleone 2009).

### 2.2.1 Sensorisk persepsjon<sup>2</sup>

Et menneske er i utgangspunktet utstyrt med fem klassiske sanser, der alle er rettet mot omgivelsene våre. Dette er syns-, lukte-, smaks-, høre- og følesansen. I tillegg har mennesket balanse- og posisjoneringssans, som forteller hvor en er i forhold til omgivelsene, og et sett sanseorganer som oppfatter forandringer i det indre miljøet (blodtrykk, metthet ol.) (Berg et al. 2000). Nesten hele sanseapparatet er aktivert når en skal bedømme matvarer. I tillegg til smak vil lukt, utseende, tekstur, lyd og noen ganger også smerte, for eksempel når en spiser chili eller drikker noe varmt, påvirke den totale sensoriske oppfattelsen av produktet (Hersleth og Rødbotten 2009).

Den sensoriske kvaliteten til marine oljer er hovedsakelig bestemt av utseende, lukt, smak og tekstur. Sansene våre er delt inn i flere kategorier og vil operere i interaksjon med hverandre og gi et samlet inntrykk. Utseende og lukt er de egenskapene som skaper førsteinntrykket av et produkt. De andre egenskapene vil først kunne kvantifiseres når en smaker eller tar på produktet (Tuorila og Recchia 2014). Tabell 2.3 gir en oversikt over de sansene som er viktigst i sensorisk vurdering av mat generelt og oljer spesielt.

**Tabell 2.3 Sensorisk persepsjon for egenskaper i mat og oljer spesielt** (tilpasset fra Tuorila og Recchia (2014)).

Kategori	Aktiv sans	Egenskaper relevant for olje
Utseende	Syn	Farge Glans eller klarhet Viskositet (visuell tekstur)
Lukt (aroma)	Luktesans (orthonasal)	Syrlig, harsk, kjemisk lukt
Smak (aroma + grunnsmak)	Smakssans Luktesans (retronasal)	Bitter (grunnsmak) Syrlig, harsk, kjemisk smak
Temperatur	Følelse – Kald og varm persepsjon	Oppfattet varme eller kulde
Tekstur	Følelse – Berøring – Muskelspenning	Munnfølelse (oljete, astringent) Viskositet (oral tekstur)

Bestemmelse av farge og utseende skjer ved at menneskeøyet reagerer på lys i en bestemt bølgelengde og sender impulser til hjernen for tolking. 10 % av hjernen brukes for å tolke de inntrykkene som kommer gjennom synet (Berg et al. 2000).

Lukt blir bestemt ved at de orthonasale luktereseptorene trigges av kjemiske komponenter i luft som dras gjennom nesen. Nervene fra nesen går direkte til et primitivt område i hjernen som kalles det limbiske system. Det limbiske system har med de basale følelser som angst, seksualdrift, sult og hukommelsen å gjøre. Det er sannsynligvis derfor lukt ofte utløser minner og sterke følelser i høyere grad enn andre sanseintrykk gjør (Monteleone og Langstaff 2014).

Smaksløker på tungen inneholder reseptorer som reagerer på de kjemiske molekylene i maten. Tungen har rundt 10 000 smaksløker, hver med nærmere 1000 reseptorer. Smaksløkene gjenkjenner og tolker grunnsmakene, dette er søtt, surt, salt, bittert og umami. Smaksløkene som kan gjenkjenne de ulike grunnsmakene er fordelt på hele tungen, men plassert litt ujevnt. For eksempel vil en på tungespissen smake mer søtt, mens en nærmere svelget vil få frem mer bitter smak. Smakssansen er

<sup>2</sup> Persepsjon: fortolkning av sansestimulering slik at den gir mening.

svært avhengig av den retronasale luktesansen som arkiveres ved at en drar luft igjennom munnhulen. Ved å kombinere impulser fra smaksløkene på tungen med luktereseptorene, vil en kunne gjenkjenne flere milliarder forskjellige smaksintrykk (Lawless og Heymann 2010). Dette er grunnen til at mat ofte ikke smaker noe særlig når en er tett i nesene.

Tekstur og munnfølelse er viktige egenskaper når en skal bestemme kvalitet på et produkt og er viktig i forbindelse med konsumentaksept. Det somatiske systemet sender sensorisk informasjon til hjernen og består av fire hovedfunksjoner; berøring (evne til å gjenkjenne størrelser og form), propresepsjon (statisk posisjonering av kjeven), nosisepsjon (forbundet med smertereseptorer i munnhulen) og temperaturfølelse (varmt og kaldt) (Guinard og Mazzucchelli 1996).

## 2.2.2 Sensorisk analyse av oksidasjon

Sensorisk analyse gjennomført av et trent panel er en god målemetode for oksidasjon. Et trent panel kan være et veldig verdifullt verktøy for å oppdage oksidasjon av omega-3 fettsyrer tidlig. En del av de degenererte omega-3 fettsyrene har, selv i veldig små konsentrasjoner, en karakteristisk lukt og smak og de har lavere sensorisk terskler enn andre oksidasjonsprodukt fra andre fettsyrer (Frankel 2005, Olsen 2005). Deteksjon av så lave verdier er vanskelig å måle med klassiske kjemiske målemetoder og av og til har sensorisk analyse vært den eneste måten å oppdage tidlige oksidasjonsprodukt (Frankel 2005, Aas et al. 2011). Tabell 2.4 vist noen utvalgte sensoriske egenskaper som tidligere har korrelert med noen utvalgte flyktige komponenter (Aparicio et al. 1996, Hartvigsen et al. 2000, Venkateshwarlu et al. 2004, Frankel 2005).

**Tabell 2.4 Nøkkelord for sensoriske egenskaper knyttet til de ulike flyktige komponentene publisert av fire ulike forfattere.**

Egenskaper	2-pentenal (E)	2 Hexenal (E)	2-Heptenal (Z)	2,4-Heptadienal (E-E)-2	3-Hexenal (Z)	Butenal	2,6 Nonadienal (EZ)
Venkateshwarlu et al. (2004)	Olje Såpe		Sopp	Harsk			Agurk Grønn
Aparicio et al. (1996)	Grønn Eple	Bitter Mandler Grønn frukt			Gress		
Frankel (2005)	Pungent Eple	Eple	Feit Bitter Mandel	Brent Stekt Talg	Grønn Løv		Agurk
Hartvigsen et al. (2000)	Frukt	Syrlig Grønn		Feit Grønn Ekkel	Syrlig Gammel ost	Syrlig	Agurk

## 2.2.3 Sensoriske metoder

Det er flere typer sensoriske tester. Forskjellstester, som partester og triangletester (ISO:4120 2007, ISO:5495 2007), kan benyttes for å undersøke om spesielle sensoriske egenskaper, som harskhet, er tilstede i ulike prøver. Ved en triangeltest får dommerpanelet utdelt 3 prøver der en er ulik. Oppgaven består da av å plukke ut hvilke prøve som er ulik. Ved bruk av binomisk<sup>3</sup> tabell vil en raskt kunne se om nok dommere har plukket ut den ulike til at en finner en signifikant forskjell

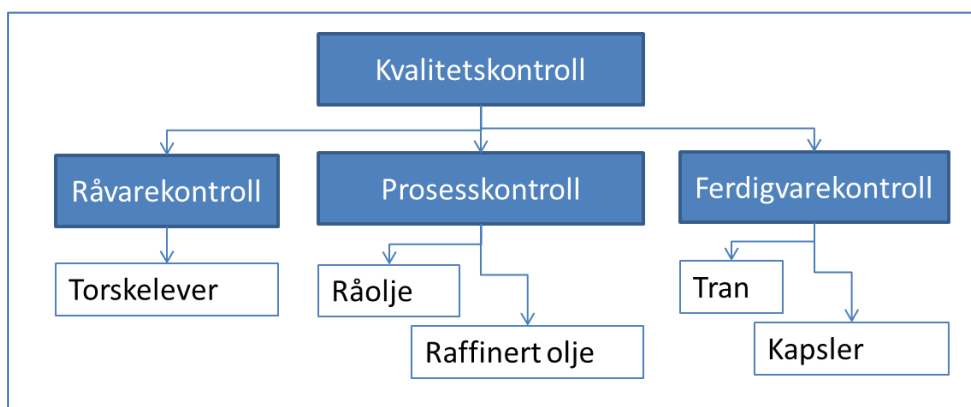
<sup>3</sup> Binomisk fordeling; den statistiske sannsynlighetsfordelingen til antall ganger en bestemt begivenhet inntreffer i løpet av et visst antall uavhengige forsøk.

mellom prøvene. Forskjellstester er vanlig å bruke når en ønsker å teste to tilnærmet like produktet opp mot hverandre, der det forventes at det er små forskjeller. En fokuserer gjerne på en enkelt egenskap eller en generell forskjell som ikke navngis.

For en mer utfyllende profilering av mange ulike egenskaper i et produkt benyttes en beskrivende test. Beskrivende tester (ISO:13299 2003) kan kvantifisere intensiteten til flere egenskaper som blir definert av et trent panel i forkant av analysen. Disse egenskapene kan for eksempel være ulike lukter, smaker og teksturer (Olsen 2005). Egenskapene som skal vurderes blir valgt ut i forkant av analysen basert på erfaring, og eventuelt en testrunde i forkant. Intensitet av hver sensoriske egenskap blir normalt angitt på en tallskala fra 1 (= ingen intensitet) til 9 (= tydelig intensitet) for hver prøve. Metoden er nyttig å bruke dersom en skal etablere en sensorisk profil på et råstoff, utvikle et nytt produkt, endre resept eller råvare til et eksisterende produkt, gjennomføre lagringsstudier eller sammenligne produktet mot konkurrerende produkt (Berg et al. 2000, Lawless og Heymann 2010).

Ved å gjennomføre statistiske analyser av dataene vil en få svar på om det er en forskjell mellom de aktuelle prøvene, hvor stor den eventuelle forskjellen er, og hva den består av. Labbe *et. al* (2008) har videreutviklet den tradisjonelle beskrivende metoden, fra å gi en beskrivelse av et øyeblikksbilde idet man smaker et produkt, til å gi svar på hvilken sensorisk egenskap som dominerer i et produkt i løpet av et bestemt tidsintervall. Forskjellen mellom denne metoden, kalt TDS (Temporal Dominance of Sensations)-metoden, og beskrivende test er at man i stedet for å angi intensitet av alle egenskaper i et produkt, angir den mest dominerende egenskapen og dens intensitet til enhver tid under analysen.

Kvalitetskontrolltest er en forenklet beskrivende test. En kvalitetskontrolltest benyttes for å måle de ønskede sensoriske egenskapene til et bestemt produkt og beskriver hvor stort avviket er i forhold til forventet kvalitet (Lawless og Heymann 2010). Hvordan produktet skal være kan beskrives i en produktspesifikasjon eller ved å bruke en referanse. Avvik uttrykkes ved hjelp av en nomenklatur. Prosedyren kan også benyttes for å overvåke produktkvaliteten og eventuelt lagringsstabiliteten (NMKL:16 2005). For å sikre et godt sluttprodukt anbefales det å gjennomføre sensorisk kvalitetskontroll i flere stadier i en produksjonsprosess. En tidlig oppdaget feil kan være forskjellen mellom fortjeneste og tap. Figur 2.7 viser en oversikt over når produktkvalitet kan testes ut med et eksempel på ulike produksjonstrinn i fra tranproduksjon.



Figur 2.7 Mulige kvalitetskontrolluttak i løpet av en produksjonsprosess.

Sensorisk kvalitetskontrolltest beskriver både kvalitative og kvantitative egenskaper ved produktet. Det brukes poeng for å angi graden av produktets sensoriske kvalitet i forhold til en definert standard. Prosedyren baserer seg på sensorisk vurdering utført av et trent panel og forutsetter at panelet får god trening og kjenner spesifikasjonene, nomenklaturen og skala for gradering godt. Kvalitetskontrolltest er en objektiv metode som krever at dommeren ikke bringer inn egne preferanser som « jeg liker ikke tran», når vurderingen skal gjennomføres (NMKL:16 2005).

#### 2.2.4 Utvelgelse og trening av et panel

Det er flere forhold som påvirker sluttresultatet ved sensorisk analyse. Hvilken metode en velger å benytte, hvilke dommere som vurderer prøvene, hvordan prøvene som skal testes blir presentert og i hvilke omgivelser testen blir gjennomført er avgjørende faktorer. Dommere er det viktigste instrumentet ved sensorisk analyse. Dommere må være utvalgt, opplært, testet, godkjent og kontinuerlig fulgt opp og evaluert for de aktuelle sensoriske analysene (Berg et al. 2000, Lawless og Heymann 2010). Kriteriene for hvordan en velger ut, trener og følger opp en sensorisk dommer i et trent panel er beskrevet i ISO:8586:1 (1993) og ISO:8586:2 (2008).

Innholdet i disse standardene kan sammenfattes i følgende generelle punkter (Berg et al. 2000):

- Innhenting av bakgrunnsinformasjon om aktuelle kandidater. Dette kan eksempelvis være biologiske faktorer som kjønn, alder, helsetilstand og allergier, eller mer personlige egenskaper som hvor motivert dommeren er for oppgaven, formidlingsevne og om dommeren er tilgjengelig til å kunne stille opp i panelet på kort varsel eller til fastsatte samlinger. Det kan også være aktuelt å sjekke de sensoriske genetiske egenskapene til en paneldommer. Blant annet vil en supersmaker test (PROP-test), si noe om antall smaksløker dommeren har på tungen og litt om preferanse mht. spesielt bitter smak. (Drewnowski et al. 1997, Lawless og Heymann 2010). Det er også vist at evne til å gjenkjenne rånelukt er genetisk betinget (Lunde et al. 2012). Det vil dermed være aktuelt å plukke kandidater som er genetisk betinget til å kjenne rånelukt dersom man skal teste produkter der dette forekommer.
- Gjennomføring av flere utvelgningstester. Dette kan være grunnsmakstester, forskjellstester, identifiseringstester, luktbedømmelse og farge eller smaksblindhet. I en grunnsmakstest må dommerne både skille mellom de ulike grunnsmakene (sur, søt, bitter, salt og umami) som en kan kjenne på tungen og rangere etter konsentrasjon (Lawless og Heymann 2010). I en luktbedømmelse må en dommer skille mellom, for eksempel, lukt av vanilje, sitron, sjasmin og timian (ISO:8586:1 1993)
- Evne til formidling. En dommer i et sensorisk panel blir ofte bedt om å beskrive et produkt basert på egne sanseintrykk. Dette er ofte starten på vurdering av et nytt produkt. I en utvelgning vil det derfor være aktuelt å gjennomføre noe generell trening på åpen beskrivelse av noen produkt for å se kandidatens muntlige og skriftlige formidlingsevne.
- Avslutningsvis i en utvelgingsprosess kan en gjennomføre en relevant test på de produktene som vil være en del av den daglige sensoriske bedømmelsen til panelt. Testen må ha klare krav, som bør innfris, for at en dommer skal godkjennes.



Basert på bakgrunnsinformasjon og resultatene fra de ulike testene vil en kunne avgjøre hvilke kandidater som egner seg best til å sitte i dommerpanelet. Bárcenas *et. al* (2007) beskriver hvor viktig trening av et panel er og hvordan en i etterkant kan sjekke prestasjonene til paneldeltakerne og velge ut de beste kandidatene. Når en skal danne et sensorisk panel er det viktig å kalle inn et stort antall potensielle kandidater til oppgaven, slik at en kan velge ut de best kvalifiserte. Berg *et. al* (2000) anbefaler at en kaller inn tre ganger så mange som det en egentlig trenger.

- På lik linje med at en kalibrerer et instrument, må en kvalitetssikre panelet ved jevne mellomrom. Dette kan en gjøre ved å gjennomføre regelmessige tester med påfølgende statistisk behandling. Klare kriterier for når dommerne skal trenes på nytt, eller når en skal vurdere godkjenningen av dommerne, må fastsettes på forhånd. Panelcheck er en programvare utviklet nettopp med tanke på dette. Der kan en både se samsvar mellom dommere og hvor god dommeren er til å gjenta resultatene sine når han får utdelt samme prøve i replikanter (Næs *et. al* 2010).

### 2.2.5 Produktspesifikasjon

I en kvalitetskontrolltest er det et krav at det er utarbeidet en produktspesifikasjon for det aktuelle produktet. En produktspesifikasjonen kan foreligge skriftlig eller i form av en konkret referanseprøve. Ofte vil produktspesifikasjonen kun eksistere «i hodet» til dommeren som en mental standard. Dette kan være ugunstig spesielt når det er utskifting i panelet. En skriftlig spesifikasjon eller en referansprøve er lettere å kvalitetssikre (NMKL:16 2005).

Produktspesifikasjonen må være klar og angi maksimums- og minimumsgrense for hva som kan aksepteres. Grensene kan angis ved at en blir enig om akseptable og ikke akseptable nivå for produktets sensoriske egenskaper. Dette sikrer at produkttestens egenskaper blir beskrevet objektivt (NMKL:16 2005). Egenskapene kan grupperes i utseende, konsistens, lukt og smak, avhengig av hvilke produkt en jobber med, og skal beskrive hvordan produktet skal være, og ikke avvikene. Subjektive ord som best, vakker eller omtrent bør unngås. Produktspesifikasjon kan suppleres med bilder, eller fargekart, for vurdering av produktets utseende (NMKL:16 2005).

### 2.2.6 Poengskala

En kvalitetskontrolltest skal gi svar på om et produkt skal godkjennes eller ikke. Ved å bruke en detaljert poengskala kan en få definert kvaliteten på produktet. Poengskala er basert på hvor stort avvik det er mellom testet prøve og en referanseprøve eller en produktspesifikasjon. Tabell 2.5 og 2.6 viser henholdsvis en 5-punktsskala (NMKL:183 2005) for poengbedømmelse av vann og en 10-punktsskala (AOCS:Cg2 2003) for poengbedømmelse av planteoljer.

**Tabell 2.5 5-punkt skala for kvalitetsbedømmelse av vann** (hentet fra NMKL:183 (2005)).

Poeng	Beskrivelse (avvik fra referanse)
0	Ingen
1	Så vidt konstaterbar
2	Svak
3	Tydelig
4	Sterk

**Tabell 2.6 10-punkt skala for kvalitetsbedømmelse av marine oljer** (oversatt fra AOCS:Cg2 (2003)).

Kvalitet	Overordnet kvalitetspoeng
10	Utmerket
9	God
8	
7	Grei
6	
5	Dårlig
4	
3	Veldig dårlig
2	
1	

### 2.2.7 Nomenklatur og aromahjul

En nomenklatur, eller et nomenklaturleksikon, er en liste med beskrivende ord for et produkt. Eksempelvis kan dette være positive og negative egenskaper som erfaringsmessig kan forekomme som avvik i produktet. Nomenklaturen skal være omfattende nok til å dekke de fleste former for avvik, men det kan likevel være lurt å gi dommerne rom til å kommentere andre feil. Disse kommentarene kan benyttes til revisjon av produktspesifikasjon og nomenklatur. Nomenklaturen er også viktig under trening av dommerne (NMKL:16 2005). Det er utarbeidet en rekke nomenklaturer til bruk i sensorisk analyse. Blant annet finner en disse innen produksjon av vin, planteoljer, te og meieriprodukt. Felles for alle er at hovedparten av de egenskapene en finner i produktet en skal teste, er listet opp, gjerne i ulike kategorier. For eksempel kan en nomenklatur for vin ha kategorien fruktig smak, som igjen deles opp i eple og sitrus (Noble et al. 1987).

Et annet hjelpemiddel, som kan benyttes ved sensorisk bedømmelse av et produkt, er et aromahjul. Det er utviklet aromahjul blant annet for vin, øl og te (Langstaff et al. 1991, Mojet og de Jong 1994, Koch et al. 2012). Aromahjulet brukes av de sensoriske dommere for å trene opp vokabularet som skal til for å beskrive de enkelte smaksnyansene i et produkt, eller for å finne beskrivelser på avvik. Et aromahjul er et alternativ, eller et supplement, til en nomenklatur. Hjulet er som ofte bygget opp av tre sirkler, der de generelle beskrivende begrepene er plassert innerst, i neste sirkel kommer litt mer spesifikke begreper, før de mest eksakte begrepene er plassert ytterst. Når man bruker aromahjulet starter man derfor alltid i den innerste sirkelen og arbeider seg utover for å beskrive det spesifikke (Mojet og de Jong 1994, Gawel et al. 2000). Aromahjulet kan også være inndelt i positive og negative egenskaper (Koch et al. 2012).

### 2.2.8 Gjennomføring av test

Sensorisk analyse skal gjennomføres i egnede lokaler der dommerne skjermes mot forstyrrelser utenfra. For at panelet skal være objektivt skal dommerne ikke ha detaljert informasjon om prøvene de smaker på. Panelet trenger derimot å få informasjon om hva de skal fokusere på. Siden dommerpanelet er satt sammen av ulike mennesker, så vil den individuelle terskelverdien for ulike smaksegenskaper variere fra dommer til dommer. God trening og kalibrering i forkant av uttestingen kan bidra til at denne variasjonen reduseres (Lawless og Heymann 2010). Prøvene skal serveres randomisert og med koder for å hindre identifikasjon. Det er også viktig at en ikke serverer for mange prøver i gangen slik at panelet mister konsentrasjonen. Antall prøver pr. servering bør justeres etter smaksintensitet (Berg et al. 2000, Lawless og Heymann 2010).

### 2.2.9 Måleusikkerhet i sensorisk analyse

Sensoriske analyser av oksidasjon har, i motsetning til tradisjonelle kjemiske analyser, ikke noen strengt definerte verdier slik som en får ved måling av peroksid- eller anisidinverdier.

Kvalitetskontrolldata gir en oversikt over om et produkt er ok, eller om det avviker i mer eller mindre grad i fra standarden. Likevel kan en ikke si at produkt A som «avviker betydelig fra standard» og som gir en poengscore på f.eks. to, er dobbelt så dårlig som B som «avviker ubetydelig fra standard» og som gis en poengscore på fire. Selv om A har fått halvparten av poengene (NMKL:27 2013).

I statistisk analyse blir feil definert som forskjellen mellom det målte resultatet og den sanne verdien. Dette kan være systematisk eller tilfeldig feil. Systematiske feil kan skyldes feilaktig registrering eller beregning, feil med selve prøven eller at dommeren bruker skalaen for vurdering ulikt. God planlegging, nøyaktighet fra panelleder og god trening av dommerne vil kunne redusere forekomst av systematiske feil (NMKL:27 2013). Gjennom resultatbearbeiding med bruk av variansanalyse (ANOVA) eller multivariable teknikker som Principal Component Analysis (PCA) vil nivåforskjeller mellom de ulike dommerne til en vis grad kompenseres så lenge de rangerte prøvene er i ca. samme rekkefølge. Årsaken er at ANOVA bruker middelveier og andre lineære kombinasjoner slik at konstante nivåforskjeller ikke påvirker forholdet mellom gruppene (NMKL:27 2013)

Tilfeldige feil er forårsaket av at dommerpanelet, ved gjentak av prøver som i utgangspunktet er like av og til vurderer disse ulikt. Det er derfor viktig å kjøre prøver i duplikat og ha en resultatbehandling som er robust nok og som uttrykker usikkerhetsnivået i dataene (NMKL:27 2013).

## 2.3 Eksempel på sensorisk profilering av relevante produkter

Det er flere bransjer som har kommet langt i sitt sensoriske profileringsarbeid. Bruk av aromahjul og sensorisk profilering er godt kjent i vinindustrien og aromahjul for vin er kommersielt tilgjengelig (Gawel 2014). Aromahjul for både smak, farge og munnfølelse brukes av industrien til å vurdere kvalitet og for å klassifisere vinen for konsumentene. Ved å ha felles ord og uttrykk for de ulike egenskapene blir kommunikasjon lettere og sammenligningen foregår på like premisser (Noble et al. 1987, Gawel et al. 2000). Innen vin har også bruk av sensorisk profilering vært nyttig mht. hvilke viner som passer til hvilken mat. Eksempelvis viser Nygren et al. (2002) hvordan en tørr hvitvin kan øke eller redusere smakene i blåmuggost. Ølbransjen har også utviklet et sensorisk hjul for å karakterisere smak og munnfølelse (Langstaff et al. 1991, Langstaff og Lewis 1993) og sensorisk profilering er brukt for å få riktig smak på alkoholfritt øl (Ghasemi-Varnamkhasti et al. 2012).

Koch et al. (2012) har gjennomført sensorisk karakterisering av rooibos te og utviklet et sensorisk hjul og ordkart i forbindelse med dette ved hjelp av beskrivende analyse. Rooibos te er et produkt som lages fra en sørafrikansk ertebloomstplante (*Aspalathus linearis*) og er en veletablert og velkjent urtete. Okinda Owuor et al. (2006) har kartlagt kjemiske parameter i sort te som kan assosieres med fysiske og sensoriske parameter. Denne kartleggingen har bidratt til at en kan sammenligne den kjemiske kvaliteten på te fra ulike områder og stammer. Den kjemiske karakteriseringen var likevel ikke nøyaktig nok til at sensorisk vurdering ble utelukket. Lee et al. (2008) sine undersøkelser på tilbereding og sensorisk profilering av grønn te, viser at prosedyre for tilbereding av prøve kan ha

like stor effekt som den faktiske sensoriske profileringen. Standardisert metodikk for tilberedning og presentasjon av prøve er derfor viktige punkt i utvikling av et metodesett.

Den bransjen som nok har flest felles trekk med den marine oljenæringen er det arbeidet som gjennomføres på planteoljer generelt og olivenoljer spesielt. Som tidligere nevnt finnes det en rekke standarder både for kjemisk og sensorisk kvalitetskontroll av planteoljer (AOCS:Cg2 2003, CODEX:19 2009a, CODEX:33 2009b, USDA 2010, CODEX:210 2011, USDA 2012). I tillegg er det gjennomført betydelig arbeid både mht. sensorisk profilering, utvikling av nomenklatur, treningsstandarder og aromahjul (Lyon og Watson 1994, Mojet og de Jong 1994, Kiritsakis 1998, Delgado og Guinard 2011, Dinnella et al. 2012, Gawel 2014, Monteleone og Langstaff 2014) og hvordan de ulike sensoriske egenskapene påvirker hverandre og forbrukerens oppfatning av produktet (Caporale et al. 2004, Caporale et al. 2006). Det er også gjennomført et betydelig arbeid der en har påvist korrelasjon mellom sensorisk kvalitet og ulike kjemiske og fysiske egenskaper (Morales et al. 1995, Aparicio et al. 1996, Rossi et al. 2001, Gawel og Rogers 2009). Olivenolje er den eneste oljen som har en lovpålagt krav om sensorisk testing før omsetting og tabell 2.7 viser en oversikt over minimumskravene for tre ulike kvaliteter av olivenolje i forhold til oksidasjon, klarhet og sensorisk kvalitet som benyttes av bransjen (Monteleone og Langstaff 2014).

**Tabell 2.7** Kvalitetskriterier for ulike gradering av olivenoljer. (Hentet i fra Monteleone og Langstaff (2014)).

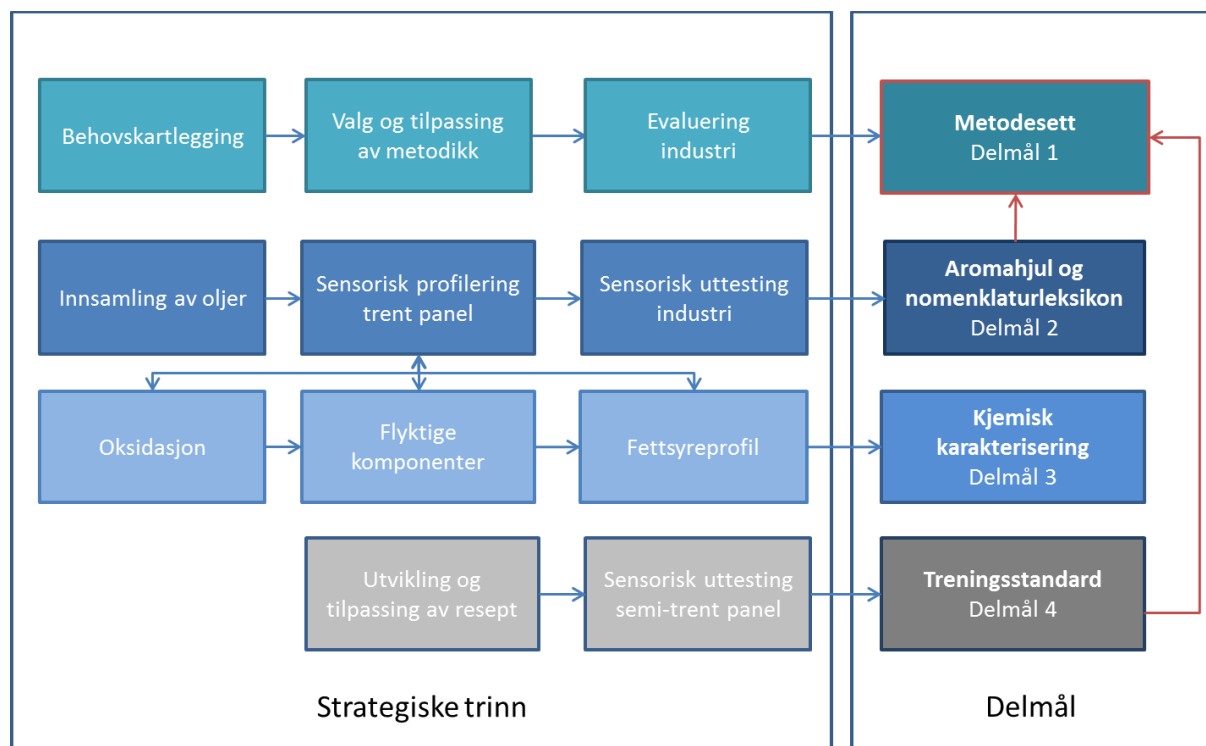
Parameters		Extra Virgin	Virgin	Lampante
Chemical parameters	Free Acidity (%)	≤ 0.8	≤ 2.0	> 2.0
	Peroxide Value (meq. O <sub>2</sub> /kg)	≤20	≤20	>20
UV absorbency	K232 nm	≤2.4	≤2.6	>2.6
	K270 nm	≤2.0	≤2.5	>2.5
	DK	≤0.01	≤0.01	>0.01
Sensory evaluation (median values across panelists)	Defects	0	≤2.5	>2.5
	Fruitiness	> 0	> 0	--

### 3 MATERIALE OG METODE

Figur 3.1 viser en oversikt over de ulike strategiske trinnene som er gjennomført i tilknytning til de fire oppsatte delmålene. Delmål 1 *Metodesett* er utviklet basert på behovskartlegging ved intervju av omega-3 industrien. Næringen har bidratt både under valg og tilpassing av metodikk og ved evaluering av det ferdige resultatet.

Delmål 2 *Aromahjul og nomenklaturleksikon* og delmål 4 *Treningsstandarder* er implementert i metodesettet. Aromahjul og nomenklaturleksikon er basert på sensorisk karakterisering av 44 ulike innsamlede oljer. Karakteriseringen er gjennomført både av trent panel og av industri. Treningsstandardene er smakstilsatte oljer som skal kunne brukes under trening og opplæring av et dommerpanel. Utvikling og tilpassing av resept er gjennomført i samarbeid med et semi-trent<sup>4</sup> panel.

Delmål 3 var å gjennomføre en *Kjemisk karakterisering* av de innsamlede oljene. Analyser i tilknytning til oksidasjonsstatus, flyktige komponenter og fettsyreprofil er gjennomført. Resultatene er sammenlignet med resultatene fra den sensoriske profileringen av det trente panelet. Videre struktur og arbeidsmetodikk blir presentert i de påfølgende underkapitlene.

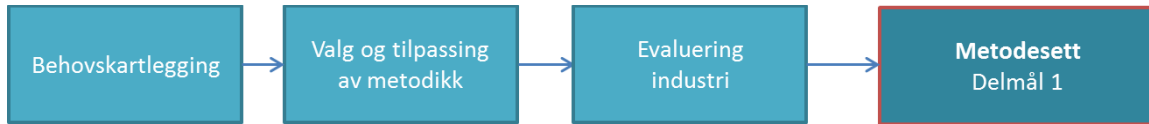


Figur 3.1 Strategiske trinn gjennomført i studiet i tilknytning til de 4 oppsatte delmålene.

<sup>4</sup> Et semi-trent panel består av dommere som er kjent med enkel uttesting av marine produkter og med kjennskap til de ulike harskningsparameterne.

### 3.1 Metodesett

Den marine næringen mangler verktøy til å kunne gjennomføre en standardisert sensorisk kvalitetskontroll av sine omega-3 oljer. Det er derfor utviklet et metodesett (delmål 1). Metodesettet er utformet etter spesifikasjon fra næringen og erfaring fra annen industri og er illustrert i Figur 3.2. Et aromahjul, nomenklaturleksikon og treningsstandarder er utviklet parallelt og implementert i metodesettet.



Figur 3.2 Strategiske trinn gjennomført i studiet i tilknytning delmål 1; utvikling av metodesett (Jfr. Fig 3.1).

#### 3.1.1 Behovskartlegging næringsaktører

For å kartlegge hvilke behov den marine næringen hadde i forbindelse med deres sensoriske kvalitetskontroll, ble det innledningsvis gjennomført en felles samling der en diskuterte de systemene som brukes av næringen per i dag, eventuelle mangler og hvilke forventninger næringen har i forbindelse med studiet. Omega-3 produsentene BASF, Berg LipidTech (BLT), Denomega (DO), EPAX, GC Rieber Oils (GCRO) og Pharma Marine (PM) deltok på samlingen.

#### 3.1.2 Valg av metodikk og utforming av metodesett

Informasjon om ulike metoder for kvalitetsvurdering er hentet inn gjennom litteratursøk og gjennom samtaler med partnerne i prosjektet. Offisielle kvalitetsmanualer som ISO, NMKL og AOCS er undersøkt og inspirasjon og informasjon fra disse er benyttet i utformingen. I tillegg er metodikk fra sensorisk analyse av planteoljer undersøkt og tilpasset. Basert på innhentede opplysninger ble det utviklet et metodesett for sensorisk kvalitetskontroll av marine oljer.

##### Valg av skala for poengfastsetting

En kvalitetskontrolltest skal gi svar på om et produkt skal godkjennes eller ikke. For den marine oljenæringen opereres det med mange ulike produksjonskvaliteter. Ved å bruke en detaljert poengskala kan en får definert kvaliteten på produktet. I studiet har en vurdert bruk av 3-, 5-, 7- og 9- og 10-punktsskala.

##### Produktspesifikasjon

Når en skal gjennomføre kvalitetskontrolltest, er en avhengig av å sammenligne prøven med en referanse. Dette kan være en referanseolje eller en produktspesifikasjon. For marine oljer har det vært vanskelig å finne en referanseolje som er representativ og som holder seg stabil. I metodesettet er det derfor anbefalt at bedriftene utvikler egne produktspesifikasjoner som kan brukes som et hjelpemiddel når en gjennomfører kvalitetsvurderingen.

Et forslag til både en verbal og en visuell produktspesifikasjon for marine oljer er utviklet. Produktspesifikasjonen er et oppsett på hvordan en slik standard kan se ut og spesifikasjonen må tilpasses de enkelte produktene som finnes på markedet. Produktspesifikasjonen har tre kategorier, der lukt- og smaksegenskaper er vektlagt mer enn viskositet og munnfølelse.

### Utvelgelse av dommere

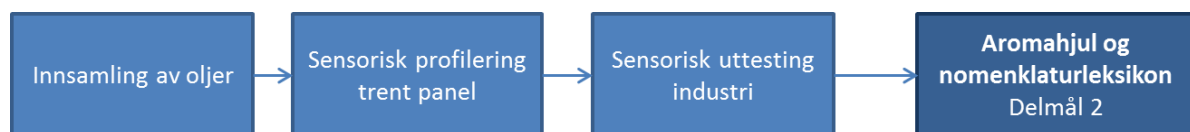
Dommerne er det viktigste verktøyet til å kunne gjennomføre sensoriske analyser. I metodesettet er det utarbeidet fire forslag til hvordan en kan velge ut dommere til et dommerpanel. Forslagene er basert på de krav som er satt i ISO:8586:1 (1993) og ISO:8586:2 (2008), og genetisk evne til å oppfatte 6-propyl-2-thiouracil (PROP) (Tepper et al. 2001)

### 3.1.3 Evaluering

Metodesettet er sendt ut for evaluering hos bedriftene tre ganger. Første utkast ble sendt ut mai 2013. Andre utkast ble sendt ut oktober 2013 og siste utkast av metodesett ble sendt ut mars 2014. Alle bedriftene har testet ut metodikken og kommet med tilbakemelding på egnethet, mangler og eventuelle justeringer. Siste felles gjennomgang av metodesettet med bedriftene ble gjennomført 20.mars 2014.

## 3.2 Aromahjul og nomenklaturleksikon

Som en del av metodesettet er det utviklet et sensorisk aromahjul og nomenklaturleksikon (delmål 2). Arbeidet ble gjennomført i flere faser. Den sensoriske profileringen er gjennomført på oljer samlet inn av omega-3 industrien. Industrien har selv bidratt med nøkkelord i tilknytning sensorisk uttesting. I tillegg har en hentet inn litteratur og erfaring fra olivenoljeindustrien. Figur 3.3 viser en oversikt over de strategiske trinnene gjennomført i forbindelse med delmål 2.



**Figur 3.3 Strategiske trinn for gjennomføring av delmål 2; Utvikling av sensorisk aromahjul og nomenklaturleksikon for marine oljer (Jfr. Fig 3.1).**

### 3.2.1 Innsamling av marine oljer

Seks produsenter av omega-3 produkter har deltatt i studiet. Dette er BASF, Berg Lipid Tech (BLT), Denomega (DO), EPAX, GC Rieber Oil (GCRO) og Pharma Marine (PM). Alle bedriftene har bidratt med oljer fra sin produksjonslinje. Det ble samlet inn råstoff i to omganger, 16 oljer i fase 1 og 28 oljer i fase 2 over en 6 mnd. periode. Alle oljene var vurdert av bedriftene før innsending og bestod av feilproduksjoner og produksjonsoljer med utvalgte smaksegenskaper som er typisk for deres produkter. Alle oljene var ferske eller nyraffinerte. De valgte oljene var produsert av ulike råstoff, med ulike produksjonsmetodikk, ulik konsentrasjon av EPA og DHA og med og uten antioksidant. Målet var å få et så bredt bilde som mulig av smaksegenskapene til ferske marine oljer. Oversikt over de innsamlede oljene gis i tabell 3.1 og tabell 3.2.

Tabell 3.1 Første innsamling av marine omega-3 oljer (fase 1).

	Bedrift	Råstoff	Fett type	Kvalitet	Antioksidant
Første innsamling	Epax	Anchoveta	Triglyserid	Produksjonsolje	Tokoferoler
	Denomega	Norsk ørret & torsk	Triglyserid	Produksjonsolje	Tokoferoler
	Denomega	Sør Amerikansk	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	Denomega	Norsk Torskelever	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	GCRO	33:22 TG	Triglyserid	Feilproduksjon	Tokoferoler
	GCRO	10:50 TG	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	BASF AS	10:50 TG ultratran	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	BASF AS	Fish oil 18:12	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	Pharma M.	Squid	Triglyserid	Feilproduksjon	Nei
	Pharma M.	Squid	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	Pharma M.	Squid	Triglyserid	Feilproduksjon	Coviox T90
	BLT	Anchovy	Triglyserid	Feilproduksjon	Nei
	BLT	Gadie	Triglyserid	Produksjonsolje	Nei
	Denomega		Triglyserid	Produksjonsolje	Ja
	Denomega		Triglyserid	Produksjonsolje	Ja
	Epax	Anchoveta	Triglyserid	Feilproduksjon	Mix tokoferoler

Tabell 3.2 Andre innsamling av marine omega-3 oljer (fase 2).

	Bedrift	Råstoff	Fett type	Kvalitet	Antioksidant
Andre innsamling	BASF	TG 33/22	Triglyserid	Produksjon	Mix tokoferoler
	BASF	TG 33/22	Triglyserid	Produksjon	nei
	BASF		Etylester	Produksjon	Mix tokoferoler
	BASF		Etylester	Feilproduksjon	nei
	BASF		Etylester	Produksjon	nei
	BASF		Triglyserid	Produksjon	nei
	BLT	Ansjos	Triglyserid	Feilproduksjon	nei
	BLT	Fiskeolje	Etylester	Produksjon	Tokoferoler
	BLT	Torsk	-	Produksjon	nei
	BLT		Etylester	Feilproduksjon	Tokoferoler
	BLT	Torsk	-	Produksjon	Tokoferoler
	Denomega	Ørret	Triglyserid	Produksjon	Tokofreoler + rosmarin
	Denomega	Torsk	Triglyserid	Produksjon	Tokofreoler + rosmarin
	Denomega	Torsk	Triglyserid	Produksjon	nei
	Denomega	Ørret	Triglyserid	Produksjon	nei
	Epax		Triglyserid	Feilproduksjon	Mix tokoferoler
	Epax	Ansjos	Etylester	Produksjon	nei
	Epax	Ansjos	Triglyserid	Produksjon	Mix tokoferoler
	Epax	Ansjos	Triglyserid	Produksjon	nei
	Epax	Ansjos	Etylester	Produksjon	Mix tokoferoler
	GCRO	10:50 TG	Triglyserid	Produksjon	nei
GCRO	10:50 TG	Triglyserid	Produksjon	Mix tokoferoler	
GCRO	33/22 TG	Triglyserid	Feilproduksjon	Mix tokoferoler	



Tabell 3.2 forsetter

	GCRO	40/30 EE	Etylester	Feilproduksjon	nei
	GCRO	10/70 TG	Triglyserid	Produksjon	Mix tokoferoler
	GCRO	33/22 TG	Triglyserid	Produksjon	nei
	Pharma M.	Squid	Triglyserid	Produksjon	Blanding*
	Pharma M.	Squid	Etylester	Produksjon	Mixed tocopherols

\*Blanding inneholdende rosmarinekstrakt, tokoferol, lecithin og askorbylpalmitat.

### 3.2.2 Sensorisk profilering av trent panel

Den sensoriske profileringen ble gjennomført i 2 omganger og i begge omganger ble en beskrivende test benyttet (ISO:13299 2003).

#### Sensorisk panel

Det sensoriske panelet bestod av 9 kvinnelige dommere i en alder fra 32-66 år. Dommerne er alle fast ansatt i Nofima sitt sensoriske panel på Ås og har lang erfaring med sensorisk vurdering av ulike produkt. Alle dommerne hadde kjennskap til marine oljer i forkant av uttesting, men begrenset erfaring med sensorisk profilering av produktet.

#### Innledende profileringsrunde

I innledende profileringsrunde ble 13 utvalgte oljer vurdert basert på 10 lukter og 12 smaker. Oljene ble gradert på en skala fra 1-9. De sensoriske egenskapene ble valgt ut basert på erfaring og tidligere arbeid. Oljene ble testet sammen med Møllers tran. Resultatene fra den innledende runden ble kun benyttet som grunnlag for videre arbeid med utvikling av metodikk, nomenklatur og uttesting i industrien og vil ikke bli presentert i denne oppgaven. Ord og uttrykk generert i uttestingen derimot har bidratt inn i utforming av aromahjul og nomenklaturleksikon. Tabell 3.3 viser en oversikt over lukt- og smaksegenskaper brukt i innledende testrunde.

**Tabell 3.3 Oversikt over lukt- og smaksegenskaper brukt til sensorisk profilering i innledende testrunde.**

	Lukt		Smak
Emballasje	Metall	Bitter	Maling
Fermentert	Stearin	Emballasje	Metall
Fisk	Støv	Fermentert	Nøtt
Høy	Syrlig	Fisk	Stearin
Kjemi		Høy	Syrlig
Maling		Kjemi	Søt

#### Paneltrening før hovedprofilering

I forkant av hovedrunden til den sensoriske profileringen ble det gjennomført trening av panelet basert på standard metodikk beskrevet i Lawless og Heymann (2010). Paneldeltakerne fikk informasjon om bakgrunn og målsetting i studiet. I tillegg fikk de en innføring i hvordan de skulle gjennomføre uttestingen. De ble bedt om å lukte på prøven først, ved å lette på lokket til prøvebeholderen, før de smakte på prøven. Panelet ble bedt om at lokket ble liggende på prøven så lenge de ikke luktet eller smakte på den. Mellom prøvene skulle panelet skylle munnen med lunket

vann og rense nesen ved å lukte på håndledd eller albue. Panelet hadde muligheten til å fjerne smak i fra munnhulen ved å spise litt eple, agurk eller tørt brød.

I første del av treningen var panelet samlet for å bli kjent med produktet og en luktet og smakte på prøvene i fellesskap. Deretter gikk dommerne til sine separate båser. Panelet fikk utdelt 2 og 2 prøver som ble beskrevet basert på 7 lukter og 14 smaker. Både etylestere og triglyserider ble presentert for panelet. Etter uttesting ble panelet samlet for diskusjon og eventuell justering av prioriterte egenskapene. Beskrivende uttrykk ble foreslått og evaluert av panelet. Alle nye ord ble notert. Sammenhenger og overflødigheit mellom de ulike uttrykkene ble diskutert og definisjoner for de egenskapene som gikk mest igjen ble utviklet. Trening av panelet før hoveduttestingen ble gjennomført i løpet av 2 dager og gav et godt kalibrert panel.

### Hovedprofileringsrunde

Andre profileringsrunde ble gjennomført på 20 utvalgte oljer. Alle oljene ble testet i duplikat. Panelet benyttet en 9-punktskala for å gradere intensiteten til 9 utvalgte lukter og 13 utvalgte smaker. Egenskapskjema var oppdatert basert på innledende runde og erfaring fra trening av panelet. Det ble til sammen gjennomført 10 testrunder der panelet fikk presentert 4 og 4 prøver pr. runde. Det var minimum 15 minutt pause mellom rundene og maks 3 runder før en lengre pause. Uttestingen ble gjennomført over 2 dager med maks 6 runder per dag. Prøvene ble merket med tre sifret kode og presentert for panelet i tilfeldig rekkefølge. Det ble ikke servert referanseolje under profileringen. Panelprestasjonene og resultater ble analysert ved hjelp av PanelCheck og Unscrambler. Tabell 3.4 viser en oversikt over lukt- og smaksegenskaper brukt i hovedprofileringsrunde.

**Tabell 3.4 Oversikt over lukt- og smaksegenskaper brukt til sensorisk profilering i hovedrunden.**

Lukt		Smak	
Brent	Støv	Brent	Metall
Fisk	Syrlig	Emmen	Nøtt
Harsk		Fermentert	Prosess
Kjemi		Kjemi	Pungent <sup>5</sup>
Metall		Fisk	Smør
Prosess		Gress	Syrlig
Smør		Harsk	

### **3.2.3 Sensorisk uttesting av industri**

Utvalgte oljer fra både innledende- og hovedprofileringsrunde ble testet ut av et større bedriftspanel. Oljene med klareste sensoriske profil ble testet ut i en triangeltest (ISO:4120 2007). Bedriftspanelet fikk utdelt 3 prøver, der en var ulik, og skulle gjennom lukt og smak plukke ut den oljen som var ulik. I tillegg ble panelet bedt om å skrive ned nøkkelord som de syntes var karakteristisk for oljene. Målsettingen var å generere ord og uttrykk til aromahjul og nomenklaturleksikon. Ved første uttestingsrunde deltok 22 personer fra 6 ulike bedrifter. I andre uttesting runde var det 19 personer fra 6 ulike bedrifter som deltok. Basert på uttesting i fellesskap og uttesting i etterkant av

<sup>5</sup> Stikkende, harkende, hostende følelse (kjemisk irritasjon)

fellessamlingene genererte prosjektbedriftene egne ordkart. Ordkartene ble samlet inn og har vært med i utforming av aromahjul og nomenklaturleksikon.

#### Erfaring fra olivenoljeindustri

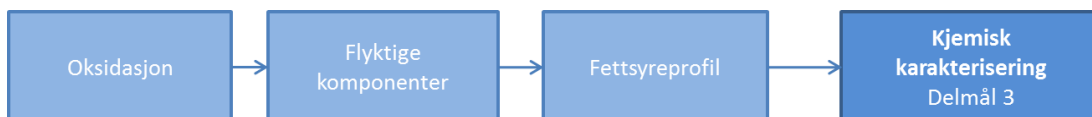
Mange av egenskapene en finner i marine oljer finnes også i olivenolje, da de er resultat av oksidering av fettsyrer. Arbeidet med sensorisk profilering av olivenoljer er kommet langt og for å utnytte denne kunnskapen ble det gjennomført en workshop der en sammenlignet sensorisk profilering av olivenoljer med sensorisk profilering av marine oljer. Terminologi og erfaring i fra olivenoljeindustrien ble også sammenlignet med tilsvarende fra omega-3 industrien. Workshopen ble ledet av professor Erminio Monteleone, en anerkjent sensoriker med lang erfaring innen sensorisk profilering av olivenolje (Monteleone et al. 1995, Monteleone et al. 1996, Monteleone og Langstaff 2014). Totalt 19 deltakere fra de 6 prosjektbedriftene deltok på workshopen. Sensoriske karakteristikk som sammenfalt med de marine oljene er inkludert i arbeidet med utvikling av aromahjul og nomenklaturleksikon.

#### **3.2.4 Valg av ord og uttrykk til nomenklatur og aromahjul**

Valg av sensoriske egenskaper og nøkkelord ble gjennomført gjennom alfabetisk sortering, rangering og gruppering. Forslag til gruppering ble presentert for bedriftspartnerne, før endelig versjon ble godkjent.

### **3.3 Kjemisk karakterisering**

I henhold til delmål 3 er det gjennomført standard kjemiske analyser mht. oksidasjon, frie fettsyrer og fettsyreprofil på alle oljene i fra hovedprofileringen (Fig 3.4). Resultatene fra kjemisk karakterisering er sammenlignet med sensorisk profil. Oversikt over de ulike kjemikaliene som benyttes vises i vedlegg 3.



**Figur 3.4 Strategiske trinn for gjennomføring av delmål 3; Kjemiske karakterisering av marine oljer (Jfr. Fig 3.1).**

#### **3.3.1 Primær og sekundær oksidasjon**

##### Peroksidtall

Peroksidtall (PV) er en harskningsparameter for primære oksidasjonsprodukt i fett og olje (AOCS 1997a). Peroksidtallet er et mål for konsentrasjonen av stoffer i fett som oksyderer med kaliumjodid, til jod, under gitte reaksjonsbetingelser.

Mellom 2-5 g olje ble innveid i en iodtallskolbe før 30 ml iseddik/kloroform (forhold 3:2) ble tilsatt. Deretter ble 0,5 ml kaliumjodid (KI)-løsning tilsatt, og prøven ble satt mørkt i 1 minutt. 30 ml ionefritt vann ble tilsatt, og titrert med 0,01 M tiosulfatløsning under god omrøring til den gule fargen nesten var borte. 0,5 ml stivelsesløsning ble så tilsatt, og prøven ble titrert videre under god

omrøring til en fikk et fargeomslag fra blått til fargeløst. Alle prøvene ble analysert i duplikat. En blindprøve, bestående bare av reagensene, ble analysert på samme måte som prøvene.

*Utrekning:*

$$\text{Milliekvivalenter peroksid/kg prøve} = \frac{(V1 - V0) \times C \times 1000}{W}$$

*V1: Ml titrert i prøven*

*V2: Ml titrert i blindprøven*

*C: Konsentrasjon tiosulfatløsning (4 des.)*

*W: Innveid mengde olje, g*

*1000: Faktor for omregning av ekvivalenter til milliekvivalenter*

### Anisidintall

Anisidintall (AnV) er en harskningsparameter for sekundære oksidasjonsprodukt i fett og olje (AOCS 2003). Anisidintallet bestemmes ved at  $\alpha, \beta$ -umettede aldehyder løst i eddiksyre reagerer med p-anisidin og danner et farget kompleks som lar seg måle spektrofotometrisk. Anisidintallet er da definert som absorbanse av *p-anisidin/ $\alpha, \beta$ -umettede aldehyder – komplekset* målt ved 350 nm.

Spektrofotometeret ble innstilt på 350 nm, og nullstilt med iso-oktan. Ca. 0,5 g prøve ble veid inn i en 25 ml målekolbe. Prøven ble fortynnet opp til 25 ml med iso-oktan. Absorbansen til alle prøvene ble lest av i spektrofotometeret (Shimadzu Spektrofotometer UV-mini 1240). Deretter ble 5 ml av prøve/iso-oktan løsning overført til en erlenmeyerkolbe og tilsatt 1,0 ml av anisidinreagenses<sup>6</sup>. Kolben ble ristet, og satt mørkt. Tilsvarende behandling ble gjort på en nullprøve som kun bestod av iso-oktan og anisidinreagens. 10 minutter etter at anisidinreagenset ble tilsatt prøveløsningen, ble absorbansen avlest (A2) mot blankprøve tilsatt anisidinløsning.

*Utrekning:*

$$\text{Anisidintall} = \frac{25 \times (1,2 \times A2 - A1)}{M}$$

*A1 Absorbans målt før tilsetning av anisidinreagens*

*A2: Absorbans målt etter tilsetning av anisidinreagens og 10 min i mørke*

*M: innveid prøvemengde (gram)*

*1,2: Faktor som kompenserer for prøvefortynning pga anisidinreagenset*

*Q Volum prøven er løst i (ml)*

### TOTOX

TOTOX-verdien gir et bilde av den totale oksidasjonsverdien ved å kombinere sekundære oksidasjonstall (AnV) med primære oksidasjonstall (PV) (Ruyter et al. 2010). TOTOX-verdien kombinerer variabler med ulik benevning og PV ganges med to fordi en antar at en PV-ekvivalent gir opphav til to AV-ekvivalenter (Shahidi og Wanasundara 1998).

<sup>6</sup> Anisidinreagens er 0,25 g p-anisidin løst i 100 ml iseddik.

*Utrekning:*

$$\text{TOTOX} = (2 * \text{PV}) + \text{AnV}$$

*PV: Peroksid tall*

*AnV: Anisidintall*

*2: Faktor som kompenserer for at en PV-ekvivalent gir opphav til to AV-ekvivalenter*

### Frie fettsyrer

Naturlig fett er hovedsakelig triglyserider. Ved enzymatisk oksidasjon (hydrolyse) av disse triglyseridene dannes frie fettsyrer. Ved analyse av innholdet av frie fettsyrer kan en få et mål på hvor langt hydrolysen er kommet (AOCS 1997b). Analysen utføres ved at oljen løses i en etanol/eter blanding (1:1) tilsatt 1,5 ml felnolftaleinløsning. De frie fettsyrene titreres (Metrohm Dosimat 715) med kaliumhydroksid til omslagspunktet for fenolftalein. Prosent frie fettsyrer i oljen uttrykkes med oljesyre, molvekt 282 g/mol.

Mellom 3-5 ml romtemperert og godt blandet olje ble overført til tarert erlenmeyerkolbe, og vekten ble notert. 50 ml nøytralisert etanol/eter-blanding ble tilsatt. Løsningen ble titrert med 0,1 M KOH til en fikk et rosa omslag som varte i minst 30 sek.

*Utrekning:*

$$\text{Frie fettsyrer(FFA), g/100g} = \frac{282 * V * C}{10 * w}$$

*282: Molekylvekt til oljesyrer*

*V: Ml tilsatt KOH*

*C: Konsentrasjon til KOH*

*10: Faktor for omregning fra ml til l, og omregning til g/100g (100/1000)*

*W: Innveid prøvemengde i g*

Syretallet beregnes fra innholdet av frie fettsyrer etter følgende formel:

$$\text{Syretall (mg KOH/g)} = \text{FFA (g/100g)} \times 1,99$$

### **3.3.2 Flyktige komponenter (GCMS)**

Dynamisk «Headspace» Gasskromatografi Massespektrometri ble benyttet for å bestemme flyktige oksidasjonsprodukt som enten er ansvarlig for eller fungerer som markører for smaksutvikling i oksiderte lipider (Olsen 2005). Analysene ble utført av analyselaben til NOFIMA på Ås.

Rundt 2 g olje ble veid inn i 250 ml Erlenmeyer-kolbe og tilsatt 2 µl 0,4 µg/µl etylheptanat i metanol (intern standard). Prøven blir satt på vannbad (70 °C) og overblåst med nitrogen (100 ml/min flow). De flyktige komponentene ble samlet opp på adsorpsjonsrør (inneholdende Tenax GR).

Deretter ble de desorbert i 5 minutter i en Markes Thermal Desorber og overført til en Agilent 6890 GC med en Agilent 5973 Mass Selective Detector (EI, 70eV). De flyktige komponentene ble separert på en DB-WAXetr kolonne (30 m, 0,25 mm i.d., 0,5 µm film) med et temperaturprogram som startet på 30 °C de 10 første minuttene før temperaturen ble økt med 1°/min til 40 °C, 3°/min til 70°C og 6.5°/min til 230 °C. Når prøven nådde 230° ble den holdt stabilt der i 5 min. Toppene ble integrert og komponentene identifisert ved HP Chemstation software og NIST98 Mass Spectral Library. Prøvene var kjørt i duplikater og systemet ble sjekket ved kjøring av blanke prøver.

### 3.3.3 Fettsyresammensetning

Fettsyresammensetningen (FA) ble bestemt ved hjelp av gaskromatografi (GC) i henhold til AOCS Ce 1b-89 metoden (AOCS 2009) og ble analysert i duplikat. Metoden kan brukes til analyse av marine oljer eller marine olje-estere som relative (areal %) verdier og eicosapentaenoic acid (EPA) og doxosahexaenoic acid (DHA) i absolutte verdier (mg/g). C23:0 fettsyren brukes som intern standard.

25 mg (±0,1 mg) C23:0 metylester intern standard (IS) ble målt opp i en 25 ml målekolbe og fylt opp til 25 ml med isooctan. Blandingen ble så overført til reagensrør, 1 ml i hvert rør og isooctanen ble dampet av. For naturlige oljer og triglyserider ble 25 mg (±0,1 mg) prøveolje målt opp i reagensrøret med IS og tilsatt 1,5 ml 0,5M NaOH, korket, blandet godt og varmet prøven opp til 100 °C i 5 minutt. Prøven ble gjennom hele prosedyren blåst med nitrogen før korking. Prøven ble kjølt ned og tilsatt 2 ml metanolreagens<sup>7</sup> blåst med nitrogen, korket og varmet opp til 100 °C. Etter 30 minutt ved 100 °C ble prøven satt til kjøling til den nådde 30-40 °C og 1ml isooctan ble tilsatt før prøven ble korket og ristet godt (wirl) i 30 sekunder. Deretter ble 5 ml mettet NaCl-løsning tilsatt. Prøven ble korket, blandet godt og satt på avkjøling.

Når isooctan-fasen skilte seg fra den vandige fasen ble den overført til et nytt rør og korket. Før samme prosedyre med tilsetning av 1 ml isooctan til vannfasen gjentas, for å få ut eventuelle fettsyrerester. Den nye isooctanfasen kombineres med den gamle og avdampes til tørrhet. Så tilsettes 10 ml isooctan. 1-2 µl av prøven ble injisert i GC-en (Perkin Elmer, Clarus 500 GC). Prøvene ble kromatografert i en Quadrex, Fused Silika capillary, Carbowax 20M kolonne (25m, 0,25 mm ID, 0,20 µ film thickness). Toppene ble integrert og komponentene identifisert med Perkin Elmer TotalChrom Software.

For etylestere ble 15 mg (±0,1 mg) prøveolje målt opp i reagensrøret med IS og tilsatt 1 ml isooctan, korket og blandet, før 1-2 µl av prøven ble injisert inn i GC-en. Kromatografering og identifisering av toppene som tidligere.

*Utrekning:*

$$\text{Areal \% fettsyrer} = \frac{100 (Ax)}{At - Ais}$$

*Ax:* Areal av fettsyren X

*At:* Arealsummen av alle toppene i kromatogrammet

*Ais:* Arealet av den interne standarden

<sup>7</sup> Bortrifluorid (BF3) min 12 % i metanol

$$\text{Fettsyre, mg/g} = \frac{(A_x)(W_{is})(C_{F_x})}{(A_{is})(W_s)(X)}$$

*A<sub>x</sub>*: Arealet til fettsyren

*W<sub>is</sub>*: Masse av intern standard tilsatt

*C<sub>F<sub>x</sub></sub>*: Teoretisk korrelasjonsfaktor relativ til C:23(IS) bør benyttes for å få optimal nøyaktighet.  
Korrelasjonsfaktor for EPA=0,99 og DHA =0,97

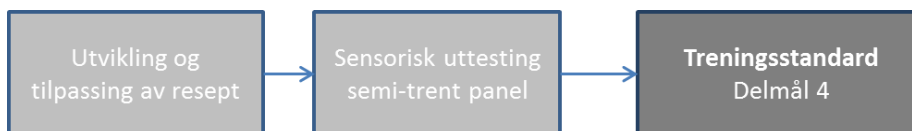
*A<sub>is</sub>*: Arealet til den interne standarden

*W<sub>s</sub>*: Innveid prøvemengde i mg

*X*: Delingsfaktor; 1,04 for naturlige oljer og metylestere, 1,08 for etylestere.

### 3.4 Treningsstandarder

I prosessen for å trene opp et sensorisk panel er det nyttig å ha treningsstandarder for noen av de sensoriske egenskapene som er karakteristiske i marine oljer (delmål 4). Som en del av metodesettet er det utarbeidet 12 sensoriske treningsstandarder på lukt og smak. Figur 3.5 viser de strategiske trinnene i arbeidet mot treningsstandardene. Oversikt over de ulike kjemikaliene som er benyttet, vises i vedlegg 3.



Figur 3.5 Strategiske trinn for gjennomføring av delmål 4; Utarbeiding av treningsstandarder (Jfr. Fig 3.1).

#### 3.4.1 Utvikling og tilpassing av resept (oppskrift)

Resept til lukt- og smaksstandardene er videreutviklet i fra treningsstandarder kjent fra vin, vann og olivenolje (Noble et al. 1987, NMKL:183 2005, Delgado og Guinard 2011, Monteleone og Langstaff 2014), i tillegg til tilsetning av kjente aromaer fra næringsmiddelindustrien. Treningsstandardene korrelerer med 12 av hovedkategoriene i aromahjulet og nomenklaturleksikonet.

#### 3.4.2 Sensorisk uttesting av semi-trent panel

Treningsstandardene er testet ut av et semi-trent panel ved Møreforskning bestående av 6 dommere, 2 menn og 4 kvinner i alder 30-52 år. Et semi-trent panel består av dommere som er kjent med enkel uttesting av marine produkter og med kjennskap til de ulike harskningsparameterne. Panelet ble tildelt ulike smakstilsatte oljer og vurdert egnethet for å bruke disse til treningsstandarder.

Uttestingen ble gjennomført som en gjenkjenningstest der panelet fikk utdelt 4 og 4 prøver merket med en tresifret kode og bedt om å finne ut hvilke prøver som passet med fire forhåndsopplyste aromaer. Etter uttesting ble panelet intervjuet i forhold til treningsstandardens egnethet og eventuelle terskelnivå. Alle treningsstandarder har hatt minimum 2 gjennomganger med ekspertpanelet. Terskelnivå på oljene ble bestemt ved at 5 av 6 dommere greide å gjenkjenne aromaen. I prøveperioden har en forkastet 5 smakstilsatte oljer og justert terskelnivå på 9 ulike oljer. I tillegg er tilsatt aroma på 3 oljer videreutviklet.

### 3.5 Sammenfatning

Aromahjul, nomenklaturleksikon og treningsstandarder er implementert i metodesettet. Det ferdige produktet er presentert i vedlegg 1.

### 3.6 Databearbeiding og statistisk analyse

Dataene fra sensorisk profilering og kjemiske analyser ble samlet og prosessert slik at en kunne kjøre multivariate analyser. Dommerresultatene ble overvåket med PanelCheck Software (versjon 1.3.2) for å sjekke påliteligheten til panelet. Principal Component Analysis (PCA), Partial Least Squares (PLS) og Multiple Scatter Plot (MSP) ble gjennomført ved bruk av Uncrambler (versjon X 10.2). PCA ble kjørt for å visualisere sammenhengen mellom de utvalgte oljene og de fastsatte sensoriske egenskapene. PLS ble gjennomført for sammenligning og korrelasjon mellom sensoriske data og data for oksidasjon, flyktige komponenter og fettsyreprofil. Både oksidasjonsparameter og de sensoriske dataene ble vektet:  $A/(Sdev + B)$  der  $A = 1$  og  $B = 0$ . Korrelasjon mellom sensoriske data og kjemiske data er undersøkt ved hjelp av et MSP.

Variansanalyse (ANOVA, bonferroni) ble utført for å sjekke signifikans på oksidasjon av oljer med ulik fettsyreprofil (STATA IC 11).

Utvalg av ord og uttrykk til nomenklatur og aromahjul ble gjennomført ved at en først sorterte alle uttrykkene alfabetisk, før en satte sammen de uttrykkene som en følte hørte sammen og fjernet de som overlappet hverandre (Gawel et al. 2000). Endelig gruppering ble bestemt sammen med næringsaktørene. De uttrykkene som gikk mest igjen hos de ulike bedriftene og det trente panelet ble vektet mest. Aromahjul og nomenklaturleksikon ble justert i forbindelse med validering av metodesettet.

Aromahjulet ble utformet ved bruk av Adobe Illustrator (versjon CS6). Resterende tabeller og figurer er laget i Excel, Word eller PowerPoint (Office 2010).



## 4 RESULTAT

### 4.1 Metodesett

Utviklet metodesettet er i sin helhet presentert i vedlegg 1 og gir en innføring i viktige trinn i planlegging og gjennomføring av den sensoriske bedømmelsen.

#### 4.1.1 Behovskartlegging

Møte med omega-3 industrien kartla følgende behov i forbindelse med sensorisk profilering av marine oljer.

- Standardisert metodikk til bruk i deres daglige sensoriske kvalitetskontroll
- Forslag til produktspesifikasjon eller referanseolje
- Nomenklaturleksikon eller aromahjul til beskrivelse av avvik
- Luktesett eller treningsstandarder som hjelpemiddel under trening av panel

Det var stor forskjell på de ulike industripartene mht. rutiner i forbindelse med sensorisk analyse. Behovskartleggingen har lagt grunnlag for målsetting i prosjektet.

#### 4.1.2 Valg av metodikk og utforming av metodesett

Utviklet metodesett er utformet som en sensorisk kvalitetskontroll. Optimale egenskaper beskrives i ved at oljene sammenlignes mot en produktspesifikasjon. Avvik i forhold til denne uttrykkes ved hjelp av aromahjul og nomenklaturleksikon. Prosedyren kan benyttes for å overvåke produktkvaliteten og eventuelt lagringsstabiliteten.

I studiet har det blitt fokusert på 4 hovedpunkter. Dette er;

1. Valg av poengskala.
2. Sensorisk produktspesifikasjon.
3. Utforming av aromahjul og nomenklaturleksikon (kap 4.2).
4. Utvikling av treningsstandarder(kap. 4.3).

I tillegg er det laget forslag til hvordan man kan velge ut dommere til panelet. Forberedelser til uttesting og bearbeiding av resultatene i etterkant er godt beskrevet i vedlegget. Trening og kalibrering av dommere er hentet fra ISO:8586:1 (1993) og metodikk for resultatevaluering og rapportering er hentet fra NMKL:183 (2005) og IDF:99C (1997). Utstyr og forberedelse til testing er tilpasset til marine oljer.

#### Valg av poengskala

Valg av endelig poengskala (Tabell 4.1) ble gjort i fellesskap med bedriftsklyngen etter at flere ulike kommersielle skalaer hadde blitt vurdert. Poengskala skal brukes sammen med en sensorisk produktspesifikasjon.

Tabell 4.1 Endelig 5-punktskala for kvalitetsbedømmelse av marine oljer.

Poeng	Beskrivelse (avvik fra sensorisk produktspesifikasjon)	Kvalitetskategori
5	Ingen avvik fra sensorisk produktspesifikasjonen	Samsvar med sensorisk produktspesifikasjon
4	Oljen avviker minimalt fra sensorisk produktspesifikasjonen	Svakt avvik fra sensorisk produktspesifikasjon, men handelsvare
3'	Oljen avviker noe fra sensorisk produktspesifikasjonen	
2'	Oljen avviker tydelig fra sensorisk produktspesifikasjonen	Vesentlig avvik fra sensorisk produktspesifikasjon, ikke handelsvare
1'	Oljen avviker betydelig fra sensorisk produktspesifikasjonen	

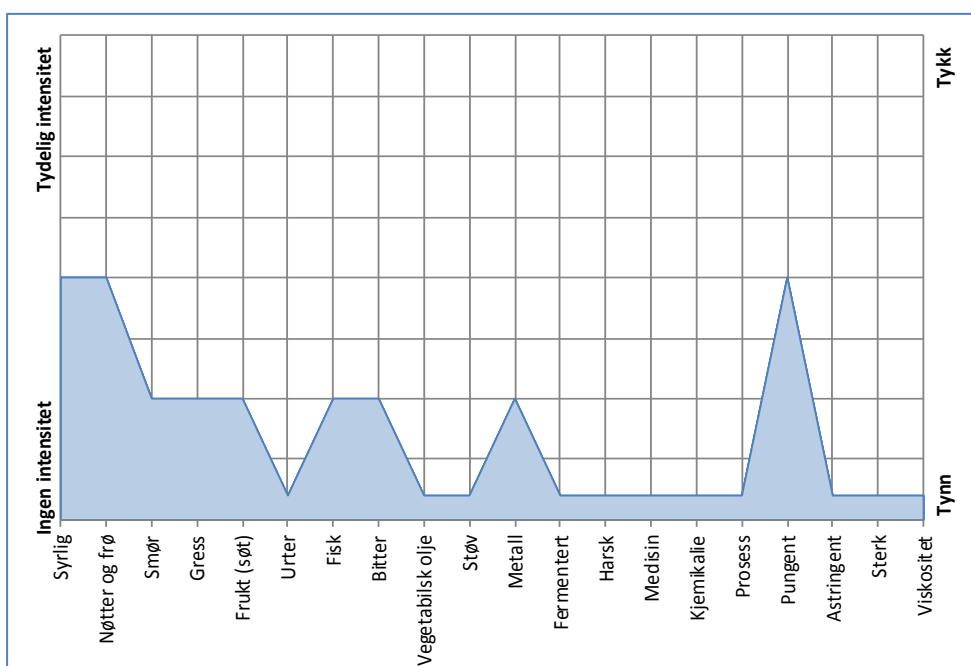
'avvik beskrives ved hjelp av aromahjul eller nomenklaturleksikon.

### Produktspesifikasjon

To ulike forslag til sensorisk produktspesifikasjon er utviklet i studiet. Den ene er en verbal spesifikasjon (Tabell 4.2), den andre visuell med bruk av figur (Fig 4.1).

Tabell 4.2 Eksempel på en verbal sensorisk produktspesifikasjon for en marin olje.

Område	Spesifikasjon marin olje
Lukt og smak	Moderat syrlig lukt og smak av smør og nøtt Antydning til lukt og smak av gress, frukt, fisk og metall Antydning til bitter ettersmak
Munnfølelse	Moderat pungent munnfølelse som kan gi en kjemisk irritasjon i halsen
Viskositet	Tyntflytende og vannaktig



Figur 4.1 Eksempel på sensorisk produktspesifikasjon uttrykt visuelt. Det blå feltet representerer grenseverdien for intensitet til de ulike luktene og smakene som kan godtas uten at avvik bemerkes.

### Utvelgelse av dommere

Fire ulike forslag til tester for utvelgelse av dommere er tilpasset til metodesettet i studiet. Dette er grunnsmakstest der en tester dommerens evne til å kjenne igjen de 5 grunnsmakene sur, søt, salt, bitter og umami. Luktetest der dommeren skal kjenne igjen 5 kjente lukter. Beskrivende test der

evne til å beskrive et produkt basert på de sanseintrykkene en får ved bedømming testes, og supersmaker test der den genetiske evnen til å gjenkjenne den kjemiske forbindelsen PROP testes.

## 4.2 Aromahjul og nomenklaturleksikon

### 4.2.1 Sensorisk profilering av trent panel.

For å undersøke sammenheng mellom de sensoriske egenskapene og mellom prøvene testet av det trente panelet til NOFIMA, ble det brukt et standardisert PCA-plot med korrelasjons matrix. PCA-loadingplottet (Fig 4.2 a) viser sammenhengen mellom de valgte sensoriske egenskapene i oljen. Plottet viser at det er en separasjon mellom egenskapene *Syrlig*, *Nøtt*, *Smør* og *Gress* og egenskapene *Fermentert*, *Metall*, *Harsk*, *Fisk* og *Prosess*, fra venstre til høyre. Den første Prinsipial Component (PC-1) forklarer 79 % av variasjonen i datasettet, mens PC-2 forklarer 10 %. Egenskapene syrlig og harsk ligger på hver sin side av PC-1 og er negativt korrelert ( $R^2= 0,72$ ). Fiskelukt og fiskesmak ligger nært hverandre i plottet og har positiv korrelasjon ( $R^2= 0,95$ ) og gir derfor trolig lik sensorisk assosiasjon. Det samme gjelder for lukt og smaksegenskapene til *Harsk* ( $R^2= 0,94$ ), metall ( $R^2= 0,97$ ), prosess ( $R^2= 0,93$ ), brent ( $R^2= 0,91$ ) og delvis kjemi ( $R^2= 0,66$ ). Egenskapene syrlig smak og gressmak har positiv korrelasjon ( $R^2= 0,92$ ). Det samme gjelder for egenskapene smørsmak og nøttesmak ( $R^2=0,91$ ) og delvis for egenskapene fermentertsmak og harsksmak ( $R^2=0,72$ ).

Ved å kjøre et korrelasjonsplott så ser en at det er kun lukt av smør som er mindre en 50 % forklart i modellen, de andre egenskapene er mellom 50 -100 % forklart (Fig 4.2 b).

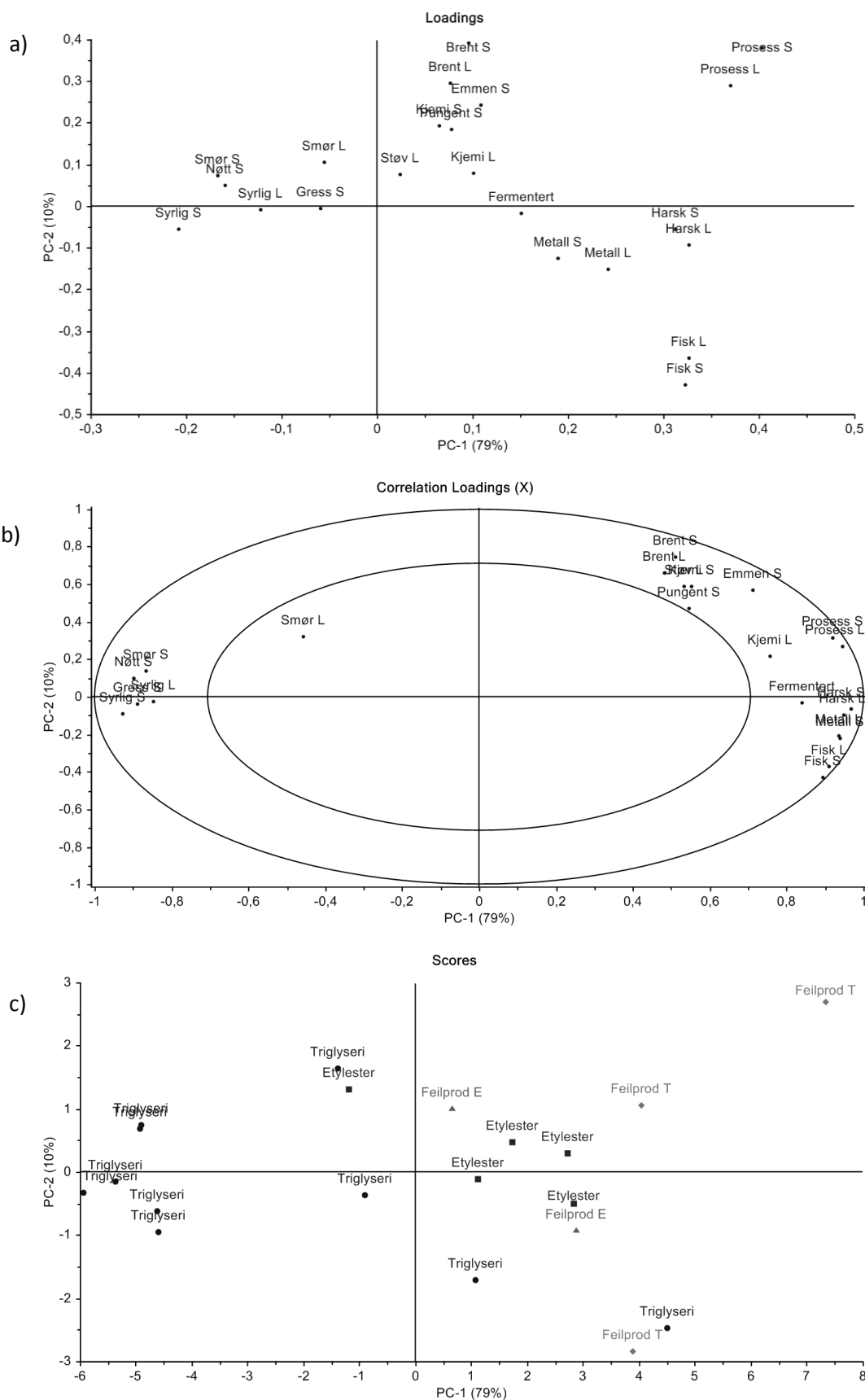
Posisjoneringen til de 20 marine omega-3 oljene i forhold til hverandre vises i PCA-scoreplottet (Fig 4.2 c). For å anonymisere prøvene er de gruppert i 4 kategorier; triglyserider, etylester, feilproduksjon triglyserid og feilproduksjon etylester. 6 av triglyseridene som alle var produksjonsoljer hadde positiv korrelasjon med egenskapene syrlig, nøtt, smør og gress og har lagt seg langt til venstre langs PC-1. De tre triglyseridene som var feilproduksjoner, har lagt seg tilsvarende på høyre side der en finner egenskapene fisk, harsk, og prosess. En av triglyseridene som ikke er en feilproduksjon har lagt seg langt til høyre med positiv korrelasjon til lukt og smak av fisk. Denne oljen er et DHA konsentrat (10:50)<sup>8</sup>.

Etylesterne i forsøkssettet gir ikke like god fordeling. Både produksjonsoljer og feilproduksjoner som er etylestere har dannet et delvis kluster rundt egenskapen kjemilukt og kjemismak. En av etylesterne ligger langt til venstre i plottet og korrelerer positivt med lukt av smør. Denne etylesteren er et EPA konsentrat (50:10)<sup>9</sup>.

Under profileringen la også dommerne inn egne kommentarer på de testede oljene. På den måte ble flere ord og uttrykk generert og eventuelle egenskaper som ikke kom frem under profileringen ble synliggjort. Bitter smak var en kategori som ble benyttet av flere dommere (>1) på 8 av de 20 testede oljene.

<sup>8</sup> 10 % EPA og 50 % DHA

<sup>9</sup> 50 % EPA og 10 % DHA



**Figur 4.2 PCA-loadingsplott (a) og PCA-korrelasjonsplott (b) og PCA-scoresplott (c) for 20 marine oljer. Oljeprøvene er gruppert i triglyserider, etylester, feilproduksjon triglyserid (feilprod T) og feilproduksjon etylester (feilprod E).**

#### 4.2.2 Sensorisk uttesting av bedriftspanel

Den sensoriske profileringen og uttestingen av bedriftspanelt genererte totalt 184 karakteristikk, der 100 var unike. 89 av uttrykkene ble generert gjennom uttesting av bedriftspanelene og innsamlet ordkart. Tabell 4.3 viser en alfabetisk oversikt over de ord og uttrykk som er generert gjennom studiet i tilknytting til beskrivende egenskaper på marine oljer.

**Tabell 4.3** Sensoriske egenskaper til marine oljer generert gjennom studiet ved hjelp av sensorisk profilering, bedriftsuttesting, innsamlete ordkart og sammenligning med olivenoljeindustrien<sup>10</sup>.

Egenskap	Denomega	BLT	GC Rieber	Pharma Marine	BASF	EPAX	Trent panel 1	Trent panel 2	Olivenoljeindustrien	Egenskap	Denomega	BLT	GC Rieber	Pharma Marine	BASF	EPAX	Trent panel 1	Trent panel 2	Olivenoljeindustrien
Alkohol			+							Motorolje									+
Ammoniakk								+		Nøtt	+			+	+	+	+	+	+
Apotek								+		Nøytral		+							
Astringent								+	+	Oppkast									+
Bensin								+		Oregano									+
Bitter	+		+				+	+	+	Papp									+
Bleikejord				+		+				Parfyme									+
Blod								+		Pepper			+	+					+
Brent		+			+			+		Plast									+
Bønner					+					Popcorn									+
Chilli								+	+	Propan									+
Diesel				+				+		Prosess				+					+
Einesmak								+		Pungent									+
Eksos								+		Raspolje									+
Emballasje								+		Ristet brød									+
Emmen								+		Rosmarin	+			+					
Eple				+				+	+	Røkelse									+
Eplekart				+					+	Røstet									+
Etanol				+				+		Råtten fisk									+
Etylester			+	+		+				Råtten frukt									+
Fermentert								+	+	Råttent høy			+						
Fersken								+		Sennep									+
Fisk		+	+	+	+	+	+			Silo				+					
Fiskeslo				+						Sitrus									+
Fjøre				+						Sitrus									+
Frukt				+					+	Sjøsprøyt			+	+					+

<sup>10</sup> Utvalgte korrelerende uttrykk hentet fra Monteleone, E. og S. A. Langstaff (2014). Olive Oil Sensory Science. First edition. Wiley Blackwell.

Tabell 4.3 forsetter.

Egenskap	Denomega	BLT	GC Rieber	Pharma Marine	BASF	EPAX	Trent panel 1	Trent panel 2	Olivenoiljeindustrien	Egenskap	Denomega	BLT	GC Rieber	Pharma Marine	BASF	EPAX	Trent panel 1	Trent panel 2	Olivenoiljeindustrien
Får				+						Skalldyr				+					
Grapefrukt				+						Smør				+	+	+			+
Gress	+	+	+	+	+	+		+	+	Spekk									+
Grøn tomat					+			+	+	Sprit									+
Gummi					+			+		Stearin							+	+	
Hassel nøtt								+		Strå				+					
Harsk								+		Støv	+						+	+	
Høy	+						+	+	+	Sur				+					+
Jern			+							Svidd radio									+
Kjemisk			+	+	+	+	+	+		Svinefett									+
Korn					+			+		Syntetisk		+	+						
Krydder								+	+	Syrlig	+							+	
Laks				+						Søt			+					+	+
Lim								+		Såpe									+
Linfrø			+							Tang				+					
Linolje				+				+		Tannlege									+
Makrell								+		Tennvæske				+					
Maling	+	+		+	+	+	+			Tepentin				+					
Mandel						+			+	Tobakk									+
Mango				+						Tran	+		+						+
Margarin	+			+						Tørrfisk			+	+		+			
Melon				+	+			+		Urter									+
Metall		+	+				+	+		Vanilje			+						
Moden frukt								+	+	Vegetabilsk				+					+

#### 4.2.3 Valg av ord og uttrykk til nomenklatur og aromahjul

Basert på frekvens av uttrykk, sammenslåing av overlappende uttrykk, sammenligning av uttrykk benyttet i olivenoljeindustrien og diskusjon med samarbeidsbedriftene, sitter en igjen med et utvalg som utgjør egenskapene i utviklet aromahjul. Tabell 4.4 viser de 20 mest brukte lukt- og smaksegenskapene generert gjennom studiet. Alle disse egenskapene er kommet med i aromahjul og nomenklaturleksikon, enten som hovedkategori, eller som nøkkelord.

**Tabell 4.4** Oversikt over de 20 mest brukte lukt- og smaksegenskaper.

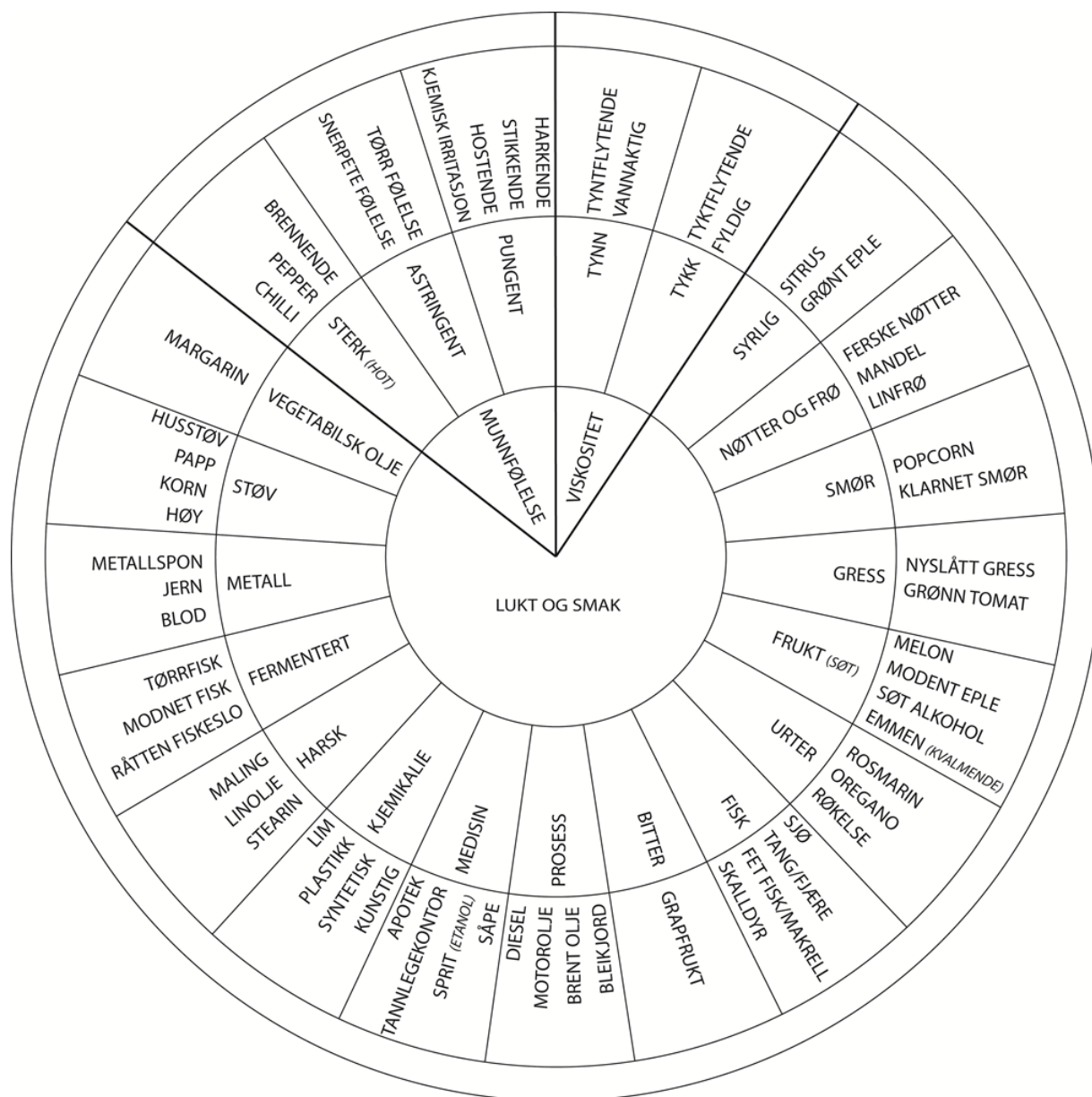
Egenskap	Antall	Egenskap	Antall	Egenskap	Antall
Gress	7	Metall	4	Melon	3
Nøtt	7	Smør	4	Pepper	3
Fisk	6	Brent	3	Sjøsprøyt	3
Kjemisk	6	Eple	3	Støv	3
Maling	5	Etylester	3	Søt	3
Bitter	4	Grønn tomat	3	Tran	3
		Høy	3	Tørrfisk	3

41 av uttrykkene generert i de innledende rundene er valgt bort eller slått sammen. Eksempel på egenskaper som er slått sammen er f.eks etanol og sprit, urter og krydder, bensin og diesel. I tillegg har en gjennom diskusjon med bedriftene tilpasset noen av uttrykkene. Eksempelvis har eple blitt delt til grønt eple som ligger under *Syrlig* i aromahjulet og modent eple som ligger innunder *Frukt*. Tabell 4.5 viser en oversikt over uttrykk som er lagt til eller modifisert under diskusjon med næringen.

**Tabell 4.5** Oversikt over uttrykk som er lagt til eller modifisert gjennom diskusjon med næringen.

Opprinnelig	Modifisert	Nye	Opprinnelig	Modifisert	Nye
Alkohol	Søt alkohol		Metall	Metallspon	
Apotek		<b>Medisin</b>	Nøtter	Ferske nøtter	
Astringent		Tørr følelse	Oppkast	Kvalmende	
Astringent		Snerpete følelse	Pepper		<b>Sterk (hot)</b>
Brent	Brent olje		Pungent		Hostende
Chili		Brennende	Pungent	Stikkende	
Eple	Modent eple		Pungent		Kjemisk irritasjon
Eple	Grønt eple		Pungent		Harkende
Fisk	Modnet fisk		Sjøsprøyt	Sjø	
Fisk	Fet fisk		Smør	Klarnet smør	
Fiskeslo	Råtten fiskeslo		Støv	Husstøv	
Gress	Nyslått gress		Syntetisk	Kunstig	

Til aromahjulet (Fig 4.3) ble det valgt ut 16 lukt- og smaksegenskaper, tre egenskaper vedrørende munnfølelse og to egenskaper vedrørende viskositet. I tillegg har en totalt 60 nøkkelord som underkategorier til disse egenskapene. Viskositet er ikke undersøkt tidligere i den sensoriske profileringen og ble lagt til etter ønske fra industrien. Uttrykkene ble plukket ut fra tabell 4.3 og det er i hovedsak de karakteristikkene som går mest igjen (Tabell 4.4) som er valgt ut som hovedkategorier. En av munnfølelsene og 11 av lukt- og smaksegenskapene var en del av den sensoriske profileringen (hovedrunde). Uttrykkene brent og emmen var også en del av den sensoriske profileringen. Disse har kommet med i aromahjulet som underkategoriene til *Prosess* og *Frukt*.



**Figur 4.3 Aromahjul som viser 21 karakteristikk som beskriver sensorisk egenskaper til marine omega-3 oljer. Hjulet er basert på uttesting av 44 oljer.**

Det nomenklaturleksikonet som er utviklet i studiet vises i Tabell 4.6. Det består av en liste av beskrivende ord og uttrykk sammen med en definisjon og forslag til nøkkelord. Listen korrelerer med uttrykk i aromahjulet og er et supplement til dette. Det er utviklet treningsstandarder til 12 av egenskapene i aromahjulet. Disse beskrives i kapittel 4.4.



**Tabell 4.6 Nomenklaturleksikon som beskriver lukt og smak, munnfølelse og viskositet av marine oljer. Leksikonet er basert på 44 utvalgte oljer.**

Egenskap	Definisjon	Nøkkelord
Syrlig <sup>11</sup>	Relateres til en frisk lukt og smak som skyldes organiske syrer.	Sitrus og grønt eple
Nøtter og frø <sup>10</sup>	Relateres til lukt og smak av ferske nøtter og frø	Hasselnøtter, mandler og linfrø.
Smør <sup>10</sup>	Relateres til en rund, fyldig lukt og smak av meierismør	Klarnet smør og popcorn
Gress <sup>10</sup>	Relateres til smak av friskt gress.	Nyslått gress og grønn tomat.
Frukt <sup>10</sup>	Relateres til en søt, overmoden lukt og smak av frukt.	Melon, Modent eple, søt alkohol og emmen (kvalmende).
Urter	Relateres til lukt og smak av tørkede urter.	Rosmarin, oregano og røkelse.
Fisk	Relateres til lukt og smak av fersk fisk.	Sjø, tang, fjære, fet fisk, makrell og skalldyr
Bitter <sup>10</sup>	Relateres til en besk smak (koffein eller kinin).	Grapefrukt.
Vegetabilsk olje	Relateres til lukt og smak av vegetabilsk fett.	Margarin.
Støv	Relateres til lukt og smak av tørt støv.	Husstøv, papp og korn og høy.
Metall	Relateres til lukt og smak av jernsulfid (FeSO <sub>4</sub> ).	Metallspon, jern og blod.
Fermentert <sup>10</sup>	Relateres til lukt og smak av modnet fisk.	Tørrfisk, modnet fisk og råttent fiskeslo.
Harsk <sup>10</sup>	Relateres til lukt og smak av oksidert fett.	Maling, linolje og stearin.
Kjemikalie <sup>10</sup>	Relateres til lukt og smak av kjemikalier.	Lim, plastikk, syntetisk og kunstig.
Medisin <sup>10</sup>	Relateres til lukt og smak av medisin.	Apotek, tannlegekontor, sprit og såpe.
Prosess	Relateres til en lukt og smak av raffineringsprosessen.	Diesel, motorolje, brent olje og bleikejord.
Sterk	Relateres til en brennende følelse i munnhule.	Brennende, pepper og chili.
Astringent <sup>10</sup>	Relateres til en snerpete følelse i munnhule.	Snerpete og tørr.
Pungent <sup>10</sup>	Relateres til en stikkende, harkende hostende følelse.	Kjemisk irritasjon.
Tynn	Relateres til en vannaktig lettflytende væske.	Vannaktig
Tykk	Relateres til en fyldig tyktflytende væske.	Tyktflytende

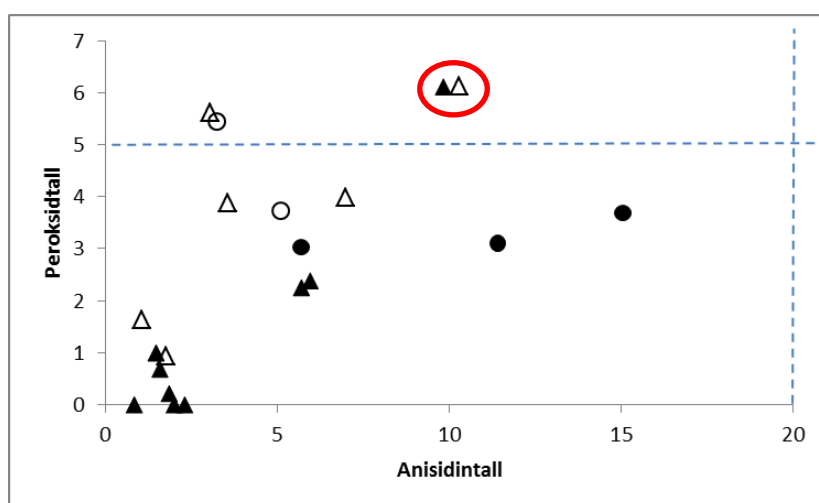
<sup>11</sup> Treningsstandard utviklet, se kapittel 4.4.

## 4.3 Kjemisk karakterisering

### 4.3.1 Primær og sekundær oksidasjon

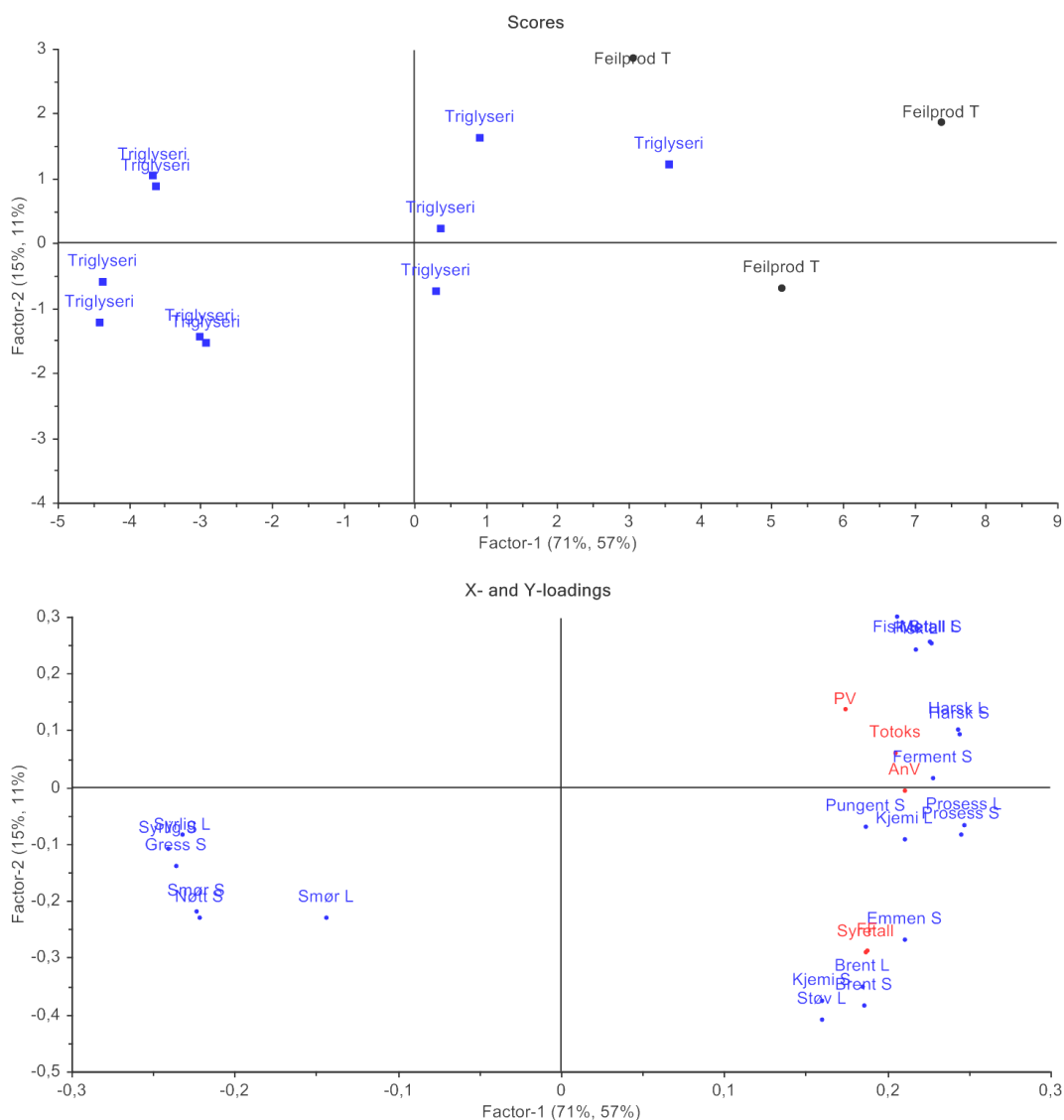
Oljene benyttet til sensorisk profilering (hovedrunde), ble analysert for peroksidtall (PV), anisidintall (AnV), og frie fettsyrer. I tillegg ble TOTOX regnet ut basert på peroksid og anisidin tallene og syretall regnet ut basert på tall fra de frie fettsyrene. Oversikt over alle resultatene finnes i vedlegg 2.

Figur 4.4 viser lav positiv korrelasjon mellom peroksid- og anisidintallene ( $R^2=0,35$ ), på de utvalgte oljene. Produktene som var etylestere (punkt uten fyll) hadde et gjennomsnittlig høyere peroksidtall enn triglyseridene. I tillegg ser en at to av triglyseridene som var feilproduksjoner hadde de høyeste nivåene av anisidin. 4 oljer hadde peroksidtall over grenseverdi anbefalt av GOED:v.4 (2014). To av disse oljene, merket med rød sirkel, skiller seg ut på både i dette datasettet og i senere analyser.



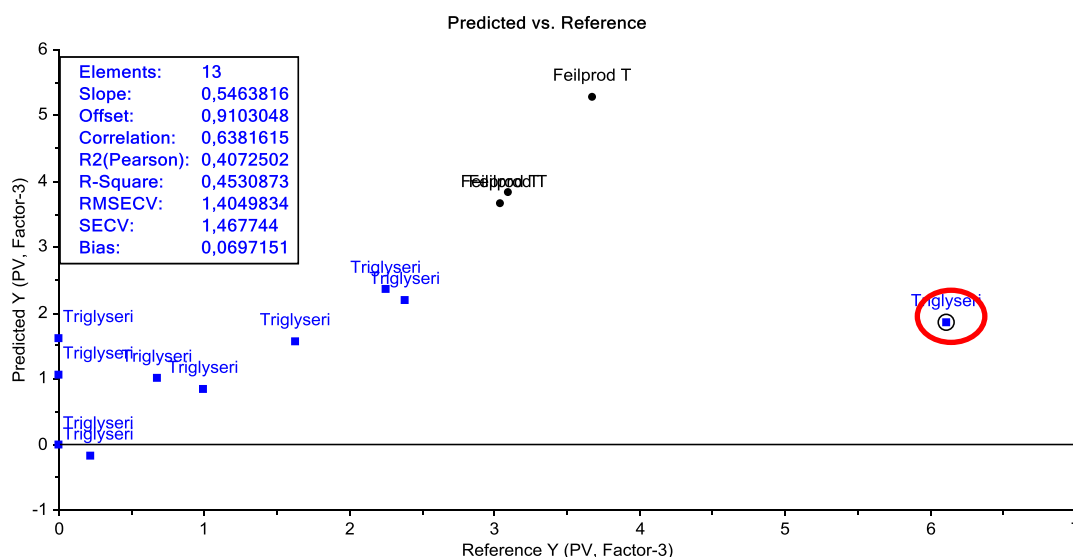
**Figur 4.4** Korrelasjon mellom målte peroksidtall og anisidintall på testoljene.  $\Delta$ = etylester produksjonsolje,  $\circ$ =etylester feilproduksjon,  $\bullet$ =triglyserid feilproduksjon,  $\blacktriangle$ =triglyserid produksjonsolje. Stiplet linje indikerer grenseverdiene anbefalt av GOED:v.4 (2014). N=20

Sammenheng mellom de sensoriske egenskapene og oksidasjonsparameterne vises i et PSL (Partial Least Squares)-plott (Fig 4.5). Plottet er kun kjørt på triglyseridene i prøvesettet da disse hadde best fordeling i PCA-plottet (se kap. 4.2.1). Plottet viser negativ korrelasjon mellom den sensoriske egenskapen syrlig og oksidasjonsparameterne peroksid ( $R^2=0,30$ ) og anisidintall ( $R^2=0,40$ ), men korrelasjon er lav. Alle oksidasjonsparameterne plasserer seg på samme side som egenskaper støv, fisk, kjemi, prosess, fermentert, brent, emmen og harsk. Faktor 1 forklarer 71 %, 57 % av variasjonen i datasettet, mens faktor 2 forklarer 15 og 11 %.



**Figur 4.5 PLS-loadingsplot som viser korrelasjon mellom sensoriske egenskaper og oksidasjonsstatus for 13 triglyserider.**

I «predicted vs. reference» plottet (Fig 4.6) ser en at en av triglyseridene skiller seg veldig ut i fra resten av oljene. Dette er en av de samme oljene som skilte seg ut mht. anisidin og peroksidverdier (Fig 4.4). Dersom en fjerner denne oljen i fra PLS-plottet øker den positive korrelasjonen mellom prøvene fra  $R^2=0,41$  til  $R^2=0,80$ . Også korrelasjon mellom syrlig og peroksid og anisidintallene øker (Tabell 4.7). Ved å kjøre et PLS-korrelasjonsplott ser en at alle egenskapene er over 50 % forklart på alle de testede egenskapene. Faktor 1 forklarer 72 og 69 % av variasjonen i datasettet, mens faktor 2 forklarer 15 og 11 %.



Figur 4.6 PLS-«predicted vs. reference»-plot som viser en av triglyseridene som utligger. N=13

I videre korrelasjonsberegninger har en derfor valgt å utelate denne triglyseriden i beregningene. Peroksidtall har høyest positiv korrelasjon med lukt og smak av *Metall* ( $R^2=0,92$  og  $0,90$ ) og anisidintall har høyest positiv korrelasjon med *Kjemi* lukt og *Prosess* lukt, ( $R^2=0,91$  og  $0,74$ ). Dette gjelder også for TOTOX-verdiene. Frie fettsyrer har høyest korrelasjon med *Brent* lukt og smak ( $R^2=0,72$  og  $0,73$ ). Tabell 4.7 viser korrelasjon mellom utvalgte sensoriske egenskaper og oksidasjonsparameterne. Basert på tilgjengelig datasett har en valgt at  $R^2$ -verdien må være over  $0,65$  for at en skal kalle det en korrelasjon.

Tabell 4.7 Korrelasjon ( $R^2$ ) mellom fire oksidasjonsparameter og utvalgte sensoriske egenskaper. Blå tall viser negativ korrelasjon. L= Lukt, S= Smak.

Egenskap	Lukt/smak	PV	AnV	TOTOX	FF
Brent	L	-	-	-	0,72
Brent	S	-	-	-	0,73
Emmen	S	-	0,66	-	0,70
Fisk	L	0,70	-	-	-
Fisk	S	0,71	-	-	-
Gress	S	-	-	0,69	-
Harsk	L	0,81	0,71	0,79	-
Harsk	S	0,81	0,72	0,82	-
Kjemi	L	0,66	0,91	0,87	-
Metall	L	0,92	-	0,73	-
Metall	S	0,90	-	0,71	-
Nøtt	S	-	-	0,66	-
Prosess	L	0,80	0,74	0,82	-
Prosess	S	0,78	0,70	0,79	-
Smør	S	-	-	0,65	-
Støv	L	-	-	-	0,66
Syrlig	L	0,72	-	0,62	-
Syrlig	S	0,82	-	0,68	-

### 4.3.2 Flyktige komponenter

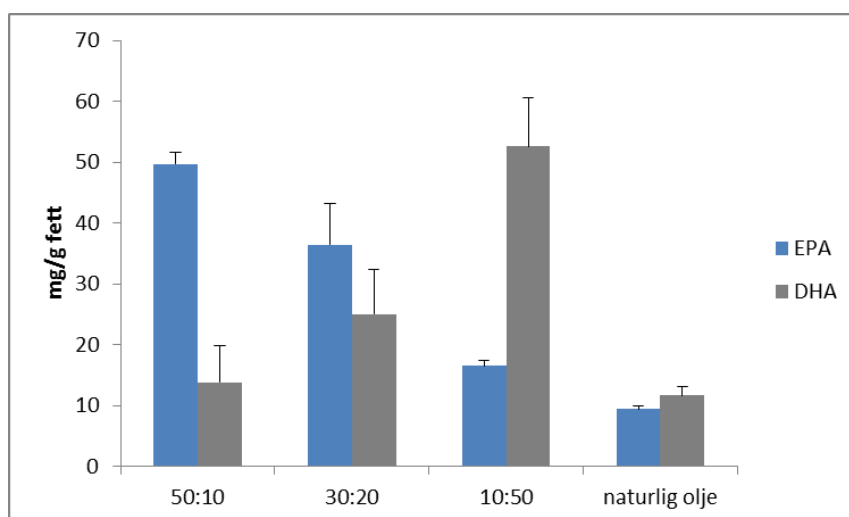
Oljene ble analysert for flyktige komponenter. PLS-plott, inklusiv «predicted vs. reference» plottet, viser ingen utligger som kan tas ut av beregningen. Korrelasjon mellom et utvalg flyktige komponenter og de sensoriske egenskapene er derfor basert på både triglyserider og etylestere (Tabell 4.8). Den sensoriske egenskapen *Brent* lukt og *Brent* smak, har positiv korrelasjon med den flyktige komponenten 2-Heptenal (Z) ( $R^2=0,70$  og  $0,76$  henholdsvis). Den sensoriske egenskapen *Emmen* smak, korrelerer positivt med 2-Hexenal (E), 2-Heeptenal (Z) og Butenal ( $R^2=0,66$ ,  $0,66$  og  $0,67$  henholdsvis). De sensoriske egenskapene *Syrlig* lukt og smak og *Gress* smak har en delvis negativ korrelasjon til 2-Pentenal (E) ( $R^2=0,53$ ,  $0,54$  og  $0,53$  henholdsvis). Basert på tilgjengelig datasett har en valgt at  $R^2$ -verdien må være over  $0,50$  for at en skal kalle det en delvis korrelasjon og over  $0,65$  for å kalle det en korrelasjon.

**Tabell 4.8 Korrelasjon (R2) mellom de sensoriske egenskaper og utvalgte flyktige komponenter. Blå tall viser negativ korrelasjon. L= Lukt, S= Smak**

Egenskaper	2-pentenal (E)	2 Hexenal (E)	2-Heptenal (Z)	2,4-Heptadienal (E-E)-2	3-Hexenal (Z)	Butenal	2,6 Nonadienal (EZ)	Total flyktige komponenter
Brent L	0,57	0,53	0,70	-	-	0,57	-	-
Brent S	0,56	0,63	0,76	-	-	0,62	0,58	-
Emmen S	0,54	0,66	0,66	-	-	0,49	0,67	0,51
Fermentert S	-	-	-	-	-	0,57	-	-
Gress S	0,53	-	-	-	-	-	-	0,58
Harsk L	-	-	-	-	-	-	-	0,52
Harsk S	-	-	-	-	-	-	-	0,55
Kjemi L	-	-	-	0,75	-	-	-	-
Nøtt S	-	-	-	-	-	-	-	0,50
Prosess L	0,68	0,58	0,57	0,56	-	-	-	0,70
Prosess S	0,59	-	0,50	0,51	-	-	-	0,58
Pungent S	-	-	-	-	0,54	-	-	-
Smør S	0,50	-	-	-	-	-	-	-
Støv	-	0,50	0,54	-	-	-	0,52	-
Syrlig L	0,53	-	-	-	-	-	-	0,52
Syrlig S	0,54	-	-	-	-	-	-	0,53

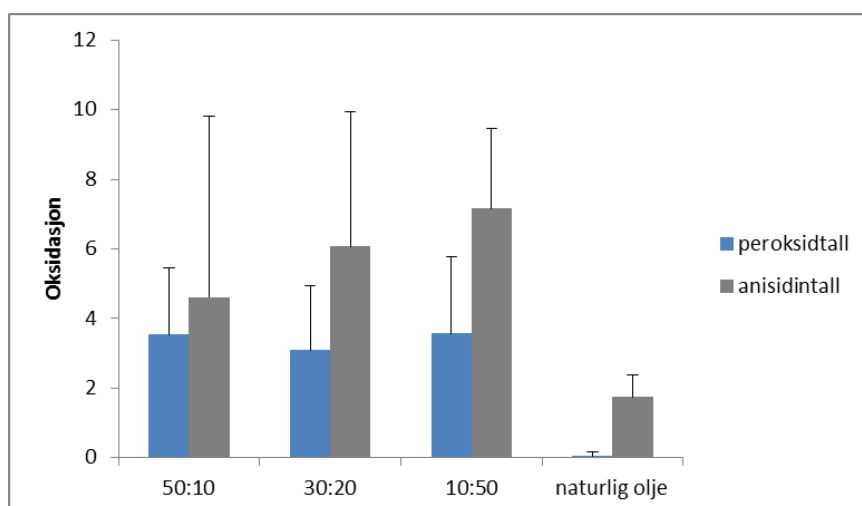
### 4.3.3 Fettsyreprofil

For å kartlegge råstoffet ble fettsyreprofil på de ulike oljene analysert. Figur 4.7 viser en oversikt over EPA og DHA innholdet i oljene. Oljene er gruppert i tre konsentrat (50:10, 30:20 og 10:50) og i naturlig olje. Konsentratene er gruppert basert på klassifisering fra leverandør og første tall står for % EPA innhold, mens siste tall står for % DHA innhold. Gjennomsnittet på fettsyrene EPA og DHA ligger over det som er klassifisert fra leverandør, men standardavviket innen gruppen, spesielt for DHA, er stort.



Figur 4.7 EPA- og DHA-innhold i analyserte oljer gruppert i ulike konsentrat og naturlig olje.

Naturlige olje er den gruppen med minst oksidasjonsprodukt. Det er også stigende anisidinverdi med stigende innhold av DHA (Fig 4.8). Forskjellen er ikke signifikant (ANOVA bonferonni).



Figur 4.8 Peroksid og anisidinverdier i analyserte oljer gruppert i ulike konsentrat og naturlig olje.

Ved å sammenligne de sensoriske egenskapene med fettsyreprofilen i et PLS-plott finner man en viss korrelasjon mellom Smørlukt og Linolensyre (C18:3) og Myristinsyre (C14:1). Myristinsyre er en fettsyre som forekommer i blant annet melkefett.

## 4.4 Utforming av treningsstandarder

### 4.4.1 Utvikling og tilpassing av resept (oppskrift)

Gjennom aromahjul og nomenklaturleksikon er det karakterisert 16 aromaer og 3 munnfølelser som assosieres med marine oljer. Gjennom intervju med næringen ble det kartlagt et behov for et luktesett, eller treningsstandarder, til de ulike karakteristikkene. Uttesting og tilpassing av kjente resepter hentet fra litteraturen, og uttesting av nye resepter, har resultert i 12 treningsstandarder. Alle treningsstandardene skal kunne fungere som stamløsninger, og kan fortynnes for å teste terskelnivået til et dommerpanel.

Det ble satt som krav at treningsstandarder skulle ha olje som løsningsmiddel og at stamløsningen skulle ha en konsentrasjon sterk nok til at minimum 5 av 6 dommere greide å identifisere aromaen under testing. Mange av treningsoljene har hatt flere runder med justering før riktig konsentrasjon og blandingsmedium ble funnet. Disse trinnene er ikke inkludert i oversikten. Uttesting av tran som blandingsolje var ikke vellykket. Den hadde for mye egensmak og forvirret panelet når de ulike egenskapene skulle detekteres. Tran er derfor kun benyttet for egenskapen *Harsk*.

Tabell 4.9 viser en oversikt over de 12 treningsstandardene, referanse på hvor resept er hentet fra og justering av resept med kommentarer. Tabell 4.10 viser de reseptene som en har testet ut, men forkastet på grunn av uegnethet.

**Tabell 4.9 Resept (oppskrift) på smakstilsette oljer som kan benyttes som treningsstandard.**

Egenskap	Definisjon	Innledende resept	Referanse	Endelig resept (stamløsning)	Kommentar	Deteksjon dommere
Nøtt	Smak av ferske nøtter	28 g av knuste nøtter (pekan) tilsettes 150 ml solsikkeolje.	Delgado og Guinard (2011)	6 ml hasselnøttolje tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Bruk av hasselnøttolje gir lettere opparbeiding og tilfredsstillende aroma.	5/6
Gress	Lukt og smak som minner om nyslått gress	14 µl av 1-cis-3-hexenol i 100ml solsikkeolje.	Monteleone og Langstaff (2014)	15 µl av 1-cis-3-hexenol tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Konsentrasjon justert opp.	6/6
Frukt	Lukt og smak av modne eple (mot alkohol)	20 g eple skall og 20 g eplekjøtt av et modent aromatisk eple tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Monteleone og Langstaff (2014)	100 µl epleessens fra Panduro tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Bruk av epleessens gir lettere opparbeiding og en aroma som er nærmere den en finner i marine oljer.	6/6
Syrlig	Lukt og smak av sitron eller sitrus	2 g sitrons skall og 2 g appelsin skall tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Monteleone og Langstaff (2014)	50ul sitronolje fra apoteket tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Bruk av sitronolje gir lettere opparbeiding.	6/6
Fermentert	Lukt og smak av tørr eller modnet fisk	6,25g trimetylamin løses i 25ml vann. 1 ml grunnløsning tilsettes 100 ml vann.	NMKL:183 (2005)	10g trimetylamin løses i 10ml dest. vann. 150ul av grunnløsningen tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Trimetylamin løser seg ikke olje. En konsentrert løsning i vann ble tilsatt oljen og emulgert.	5/6
Medisin	Lukt og smak av medisin (tannlegekontor)	1mg iodoform (tri-odo-methane) tilsettes 100 ml vann.	NMKL:183 (2005)	2mg iodoform (tri-odo-methane) tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Tilpasset til olje, justert konsentrasjon.	6/6

Tabell 4.9 forsetter

Egenskap	Definisjon	Innledende resept	Referanse	Endelig resept (stamløsning)	Kommentar	Deteksjon dommere
Kjemikalie	Lukt og smak av kjemikalie/plastikk	100 mg methyl metacrylate tilsettes 100 ml vann.	NMKL:183 (2005)	7,5 ul methyl-metacrylate tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Tilpasset til olje, justert konsentrasjon.	6/6
Harsk	Lukt og smak av oksidert olje	Basert på egen erfaring.		100ml tran settes på røring i 2 døgn i romtemperatur.		6/6
Smør	Lukt og smak av meierismør (popcorn)	Aroma kjøpt hos Sigma- Aldrich		0,5µl 2,3 butandion tilsettes 100 ml solsikkeolje	Kraftig lukt, bruk lokk.	6/6
Bitter	Bitter smak	50-200 ppm Kinin diklorid tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Monteleone og Langstaff (2014)	8-15 mg kinin tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Kinin blandes i solsikkeolje ved bruk av ultraturax.	8 mg: 3 av 6, 15 mg: 6/6
Pungent	Hostende harkende følelse/ kjemisk irritasjon	0,08 mg Capsaicin tilsettes 1 liter solsikkeolje	Delgado og Guinard (2011)	0,2 mg Kapsaisin tilsettes 500 ml solsikkeolje.	Må svelges. Konsentrasjon fire doblet.	5/6
Astringent	Tørrhet i munnen	0,11 g tannic acid tilsettes 100 ml solsikkeolje	Delgado og Guinard (2011)	0,15 g tannic syre tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Må svelges. Justert konsentrasjon. Syren gir også en bitter smak og kribling i halsen.	5/6

Tabell 4.10 Resept (oppskrift) på smakstilsatte oljer som ble forkastet som treningsstandard.

Egenskap	Definisjon	Resept (innledende)	Referanse	Endelig resept (stamløsning)	Kommentar
Astringent	Tørrhet i munnen	0,03 g aliminium calium sulfat tilsettes 100 ml vann	Monteleone og Langstaff (2014)	0,05 g aliminium potasium sulfate tilsatt i 100 ml solsikkeolje.	Forkastet: Gav ingen markant smak løst i olje.
Bitter	Bitter smak	1 g koffein tilsettes 100 ml olje	AOCS:Cg2 (2003)	50mg koffein/100ml solsikkeolje	Forkastet: Forsøkt løst i olje og ved emulgering av vandig stamløsning i olje. Kan brukes løst i vann
Metall	Smak av jern eller blod	0,1 g jernsulfat tilsettes 100 ml vann.	Berg et al. (2000)	100mg FeSO4/100ml solsikkeolje	Forkastet: Forsøkt løst i olje og også ved emulgering av vandig stamløsning i olje. Kan brukes løst i vann.
Plast	Lukt og smak av plast	Aroma kjøpt hos Sigma-Aldrich		50mg 1-3-diphenyl-2-propanone tilsettes 100ml solsikkeolje.	Forkastet: Gav ikke riktige lukt og smaksassosiasjon. Panel karakteriserte den mer mot planteriket og honning.
Fisk	Lukt og smak av fet fisk	Aroma kjøpt hos Sigma-Aldrich		125ul Butylamin tilsettes 100ml solsikkeolje	Forkastet: Sterk lukt av ammoniakk.
Smør	Lukt og smak av fisk	Ferskt smør fra Imperial Butter form Unilever	Delgado og Guinard (2011)	Smeltet smør på 35 grader, tilsatte 0,2ml til 100ml solsikkeolje	Forkastet: Smøret feller ut og gir ikke riktig lukt eller smak.



#### 4.4.2 Sensorisk uttesting av semi-trent panel

Alle oljene har blitt testet av et semi-trent panel ved gjenkjenningstest. 11 av de 12 endelige treningsstandardene hadde høy nok konsentrasjon til at minimum 5 av 6 dommere gjenkjente den testede egenskapen. For treningsoljen *Bitter* greide 3 av 6 dommere å detektere smaken når konsentrasjonen var på 0,8 mg kinin/100 ml olje, disse syntes også smaken var sterk, mens tre av dommerne ikke fikk bitter assosiasjon. Når konsentrasjonen var på 0,15 mg kinin/100 ml olje greide 6 av 6 dommere å detektere smaken, 3 dommere synes da at smaken var veldig sterk. Resept har derfor et spenn i konsentrasjon fra 5-8 mg/100 ml. Tabell 4.9 (siste kolonne) viser deteksjon til dommerne for de ulike treningsoljene.

## 5 DISKUSJON

Hovedmålet i denne oppgaven er å definere sensoriske egenskaper assosiert med lukt og smak av marine oljer og sette dem i system slik at den marine næringen kan bruke sensorisk analyse som et verktøy i sin kvalitetsbedømmelse. Utvikling av standardisert metodikk og terminologi er viktig siden dette gir næringen mulighet til å bruke den samme objektive evalueringen når de skal gjennomføre den sensoriske karakteriseringen av marine oljer.

Gjennom studiet har en lyktes med og etablert et metodesett som inneholder en beskrivelse av hvordan en kan kvalitetsvurdere marine oljer. Metodesettet vil fungere som et godt verktøy for panelleder i forberedelse og gjennomføring av den sensoriske kvalitetskontrollen. Det er utviklet et sensorisk aromahjul og et nomenklaturleksikon som definerer de sensoriske uttrykkene som benyttes i hjulet. Det er likevel viktig å påpeke, at aromahjulet og metodikken er et førsteutkast som må jobbes videre med. Kjemisk karakterisering av oljene har bidratt til forståelse av de ulike sensoriske egenskapene. Det er utarbeidet treningsstandarder til 12 av de sensoriske egenskapene beskrevet i aromahjulet. Disse vil kunne bidra til enklere trening og kalibrering av sensoriske dommerpanel som skal kvalitetsvurdere marine oljer. Utviklet aromahjul, nomenklaturleksikon og forslag til treningsstandarder er inkludert i metodesettet.

### 5.1 Metodesett

Det finnes mange ulike metoder for sensorisk vurdering av matvarer. Metodesettet som er utviklet gjennom delmål 1 i denne oppgaven, er utformet som en kvalitetskontrolltest. Ved bruk av kvalitetskontrolltesten kan industrien måle om oljene har de ønskede sensoriske egenskapene og eventuelt beskrive hva og hvor stort et eventuelt avvik er. Avvikene hentes fra et utviklet nomenklaturleksikon og aromahjul. Metodesettet er en kombinasjon av flere kommersielt tilgjengelige metoder og vises i sin helhet i vedlegg 1. For å fastsette metodesettets repeterbarhet og reproducerbarhet bør bedriftsklyngen teste ut det ferdige metodesettet ut på sine panel. Det er da viktig at alle bruker de samme oljene slik at resultatene kan sammenlignes.

Kvalitetskontrolltesten er en forenklet beskrivende test og gir industrien god informasjon om produktet uten at metodikken blir for komplisert. Den er noe enklere å innføre i bedriften og krever mindre trening enn ved en tradisjonell beskrivende test med intensitetsgradering (Lawless og Heymann 2010). Kvalitetskontrolltesten skal gi svar på om en olje er godkjent eller ikke og kan i teorien deles inn i OK eller ikke OK (NMKL:16 2005). Ved å bruke en mer detaljert poengskala kan også industrien få inntrykk av om et eventuelt avvik er lite eller betydelig. Kommersiell bruk av skalalengde varierer. I metodesettet ble det valgt å benytte seg av 5-punktsskalaen, der 5= ingen avvik og 1=betydelig avvik. 3-, 5-, 7-, 9 og 10-punktskala ble vurdert. En 3-punktskala gir ikke mulighet til samme nyansering av avvik som en 5-, 7-, 9-, eller 10-punkt skala. En 9- eller 10-punkt-skala gir god inndeling, men kan vanskeliggjøre bedømmelsesprosessen for dommerpanelet og gjøre det vanskeligere å være samstemte (NMKL:16 2005).

Inndeling i en 5-punktsskala er i samsvar med skala for vurdering av vannkvalitet. I metodikk for vannkvalitet har en derimot valgt å bruke verdien 0 for ingen avvik. Verdien 0 er vanlig å bruke når det ikke er noe avvik (QIM 2001, NMKL:183 2005). Det er derimot enklere å bearbeide resultat, eller kjøre statistikk, når en bruker definerte tallverdier der høyeste verdi er best. Dette er også i samsvar med metodikk fra meieri- og planteoljeindustrien (IDF:99C 1997, AOCS:Cg2 2003). Bedriftsklyngen hadde også best erfaring med dette.

Dersom poengscoren på de marine oljene blir  $< 4$ , så skal avviket beskrives med egenskaper fra nomenklaturleksikonet eller aromahjulet. I metodesettet har en valgt at avvikene ikke skal intensitetsberegnes. AOCS standard for evaluering av planteoljer gir mulighet til intensitetsberegning. Dommerpanelet skal først gi oljen kvalitetspoeng fra veldig god (10) til veldig dårlig (1), før en intensitetsbedømmer 14 ulike egenskaper på en skala fra 1-10 (AOCS:Cg2 2003). Fordelen med AOCS sin metode for evaluering av planteoljer, er at den kan gi en bred profilering av oljen som testes. Metoden er likevel krevende. Panelet vil trenge mye trening for å være godt kalibrert. Intensitetsvurdering av oljene basert på 14 egenskaper vil også ta lang tid og panelet kan bare vurdere et begrenset antall prøver om gangen.

For marine oljer er målsettingen at produktet skal smake så lite som mulig. En har derfor valgt å gi poengscore først, før eventuelle avvik beskrives. I IDF sin standard for meieriprodukt bedømmes utseende, lukt, smak og evt. konsistens først før produktet kategoriseres ved bruk av en 6-punktskala (IDF:99C 1997).

Det er av og til vanskelig å ha en stabil og tilgjengelig referanse for panelet. Innen marine oljer vil både fryse- og kjølelagring endre kvaliteten på oljen. En har derfor valgt å anbefale bruk av enten verbal (tabell 4.4), eller visuell (fig 4.1) produktspesifikasjon. Dette er i samsvar med IDF sin standard for meieriprodukt (IDF:99C 1997). Bruk av en produktspesifikasjon krever god trening av dommerpanelet. Om bedriftene likevel har behov for en referanseolje, kan en nøytral planteolje (Ritter og Budge 2012) eller eventuelt en mineralolje benyttes.

Antall prøver som kan bedømmes før dommeren får en pause, er i metodesettet satt til fire. Oljer er krevende å smake på, og det er også vanskelig å fjerne filmen som legger seg på innsiden av munnhulen ved smaking. I metodesettet har en spesifisert at dommerne skal ta 10 ml olje i munnhulen og skylle godt med lunket vann og eventuelt bruke avbrekksmat, før en går videre til neste prøve. Dette er i samsvar med metode for sensorisk vurdering av planteoljer (AOCS:Cg2 2003).

Alle de overnevnte metodene poengterer viktigheten av trening og kalibrering av dommere i forkant av uttesting. I metodesettet har en i tillegg valgt å presentere et opplegg for utvelgelse av dommere ved hjelp av grunnsmakstester, gjenkjenningstester, beskrivende tester og test for den kjemiske forbindelsen PROP. Opplegg for utvelgelse av dommere er hentet fra ISO:8586:1 (1993) og ISO:8586:2 (2008). Det er også laget forslag til treningsstandarder og hvordan trening med disse kan gjennomføres. Dette er i samsvar med metodikk i fra NMKL:183 (2005) og AOCS:Cg2 (2003).

Den Europeiske farmakopøen og *Codex Alimentarius* er begge internasjonalt anerkjente standardsamlinger med retningslinjer for kjemisk innhold i ulike konsumprodukter. Codex sine standarder for spiselig fett, vegetabiliske oljer og olivenoljer har alle spesifikke krav til

maksimumsnivå for ulike oksidasjonsprodukt (CODEX:19 2009a, CODEX:33 2009b, CODEX:210 2011). Det er kun olivenolje som også har krav i forhold til organoleptisk<sup>12</sup> karakteristik. Denne standarden sier at dersom en olivenolje skal kunne karakteriseres som en «ekstra virgin» olje, så skal den ikke ha noen negative sensoriske avvik og den skal ha minst et positivt sensorisk karekteristikk basert på fastsatt nomenklaturleksikon og aromahjul (CODEX:33 2009b).

Metodesettet i studiet er ikke en standard med krav til hverken kjemiske eller sensoriske egenskaper. Den norske næringen er pålagt å følge krav satt av den Europeiske farmakopôen (Eu.Pharma:1250 2012, Eu.Pharma:1352 2012, EU.Pharma:1912 2012, Eu.Pharma:2063 2012). De fleste i bransjen benytter også strengere krav for sine produkter og følger GOED sine anbefalinger. GOED har satt grenseverdi for peroksid og anisidin lavere enn det en finner i farmakopôen, med henholdsvis peroksidtall på 5 og anisidintall på 20, kontra 10 og 30 (20 for etylestere) i farmakopôen (GOED:v.4 2014). Codex følger GOED sine anbefalinger (CODEX:132303 2013). Metodesettet utviklet i dette studiet kan brukes som et selvpålagt tillegg for å sikre sensorisk kvalitet.

## 5.2 Aromahjul og nomenklaturleksikon

Delmål 2 i oppgaven var å utvikle et aromahjul og nomenklaturleksikon for marine oljer basert på sensorisk profilering. Gjennom studiet har en testet ut 44 ulike marine oljer produsert av 6 ulike produsenter. Oljene ble valgt ut av produsentene og representerer et bredt utvalg av ulike produkt, både i form av triglyserider og etylestere. De ulike produsentene bruker ulike typer råolje til sine raffinerte produkt. Råstoffet har god geografisk spredning fra norsk torskelever til råolje fra sør-amerikansk ansjoveta og blekksprut fra Sørishavet. Produsentene har også levert «feilproduksjoner» som har blitt stoppet i internkontrollen til de enkelte produsentene. Årsaken til at en har valgt et så bredt spekter av oljer, var å få en bredest mulig sensorisk karakterisering av oljene. Likevel kan andre produkt basert på andre råstoff, eller produksjonsmetoder, ha andre sensoriske kvaliteter. Mulige årsvariasjoner på oljene er det ikke tatt høyde for. Koch et al. (2012) har tatt for seg 69 ulike typer rooibuste produsert av 64 ulike produsenter fra en provins i Sør-Afrika. Teen ble samlet inn i løpet 3 måneder samme år og dermed mister en mulige årsvariasjoner på teen. Ved å teste kun te fra en provins mister en også forskjeller mht. geografisk spredning. Aparicio et al. (1996) har sett på sammenheng mellom flyktige komponenter og sensoriske karakteristikk av «virgin» olivenolje. 16 produkt fra to årsklasser (n=32) hentet fra tre land ble sammenlignet og brukt som grunnlag for uttestingen. Dette sikrer en bredere geografisk spredning av prøvene og årsvariasjoner er tatt hensyn til. Antall prøver er derimot noe lavt og ved kun å velge «virgin» olivenolje mister en muligens sensoriske karakteristikk som kun finnes i «ekstra virgin» og «pomance» olivenolje.

Omfanget av karakteriseringen av de marine oljene har ikke vært stort nok til å dekke opp alle de ulike produktene som finnes på markedet, men ved å velge et bredt utvalg har en lagt et godt grunnlag. Videre arbeid med aromahjul og nomenklaturleksikon er nødvendig for å bekrefte og spesifisere de resultater som foreligger. Da er det trolig også fornuftig å teste triglyserider og etylestere hver for seg. I dette studiet ble de testet sammen. Egenheten til etylestere er spesiell og kan til tross for god trening har bidratt til at en har fått liten forskjell mellom etylestere i den

<sup>12</sup> Organoleptisk: sansemessig oppfattelse av matvarer (syn, følelse, lukt og smak)

sensoriske profileringen. Dette kan også være forklaringen på hvorfor korrelasjon mellom sensorisk profil og de kjemiske resultatene var lav.

Forskjeller på sensorisk kvalitet basert på råstoff eller geografisk tilknytting, kunne vært synliggjort ved bruk av et PCA plott eller at en hadde gruppert oljene basert på fangstområde eller art. I studiet har en inngått avtale med bedriftene om anonymisering av prøvene. Gruppering basert på produksjonsmetode (triglyserid eller etylester) og om det er en feilproduksjon er de eneste inndelingene en har fått lov å vise frem. På generelt grunnlag kan en derimot si at naturlige oljer (ikke konsentrat) har en sensorisk profil som ligger lenger mot venstre i PCA plottet enn konsentratene. Dette er i samsvar med teori om at konsentratene, som har en høyere andel flerumettede fettsyrer med mange dobbeltbindinger, oksiderer lettere (Holman og Elmer 1947).

Den sensoriske profileringen av de utvalgte marine oljene ble gjennomført av 9 trente dommere. Antallet er muligens noe lavt siden en skal utvikle en ny terminologi. Den sensoriske profileringen ble derfor kombinert med generering av ord og uttrykk fra de 6 bedriftspanelene som deltok i arbeidet. Aparicio et al. (1996) valgte å ha 6 ulike trente paneler med mellom 8 og 14 dommere fra 5 ulike nasjonaliteter. Erfaringsgrunnlaget til paneldeltakeren og treningsmetoden i forkant av testingen var variert (EC:2668 1991, ISO:8586:1 1993). Ved å ha et så stort spenn både i nasjonalitet, erfaring og treningsstandard, ble et bredt antall sensoriske uttrykk generert, uavhengig av nasjonalitet og område. Hersleth (2012) har gjennomført et forsøk der 4 fokusgrupper jobbet frem et sett med egenskaper som karakteriserer vaniljeis, før et trent panel gjennomførte en beskrivende analyse. Denne metoden kan lettere sammenlignes med det som er gjennomført i dette studiet. Gawel *et al.* (2000) har utviklet terminologi for å beskrive hva som er karakteristisk munnfølelse når en drikker rødvin og Theron (2012) har utviklet aromahjul for te fra honnigbusk. I likhet med dette studiet valgte de å benytte et begrenset panel med profesjonelle dommere for å komme frem til et sett med beskrivende uttrykk. De har derimot ikke generert uttrykk fra bedriftspanel.

Studiet har benyttet Panelcheck for å overvåke hvor samstemte det trente panelet var under trening og vurdering. Programvaren var til stor hjelp, spesielt under trening der dommerpanelet selv fikk følge med på hvor kalibrerte de var på de ulike produktene. Dataene som viser korrelasjon mellom dommerne er ikke tatt med i studiet og har heller ikke vært tilgjengelig som datamateriale. Nofima har derimot strenge kvalitetskrav på sine dommere, og trening og kalibrering av deres dommerpanel inngår i deres rutinekontroll. Siden arbeidet viet mye tid til trening hadde det vært interessant, for eksempel, å se et Tucker-plott eller et plott som viser interaksjon mellom dommer og produkt i Panelcheck. På den måten ville en kunne få et inntrykk av hvor samstemte panelet var i sine vurderinger, hvordan de ulike dommerne brukte skalaen i forhold til intensitet og hvilken evne panelet hadde til å gjenta seg selv. Effekt av trening kunne også blitt synliggjort.

Den sensoriske profileringen kombinert med bedriftsuttestingen genererte totalt 184 karakteristikk, der 100 var unike. I tillegg ble 24 nye egenskaper modifisert eller generert gjennom diskusjon med bedriftene i etterkant. De karakteristikkene som gikk mest igjen, ble valgt ut som hovedkategorier i aromahjul (Fig 4.3) og nomenklaturleksikon (Tabell 4.6). Utvalg av sensoriske egenskaper og nøkkelord ble gjennomført ved alfabetisk sortering, rangering og gruppering, før grupperingen ble diskutert med bedriftspartnerne. Metodikken er lik den metodikken som er brukt for sortering av ulike sensoriske munnfølelser i rødvin (Gawel et al. 2000). I motsetning til dette

studiet ble uttrykkene her gruppert individuelt av et sett dommere og vinsmakere før datainnsamling og søk etter likheter mellom grupperingene. Murray og Vickers (2009) benytter et kutte-, sorterings- og arrangeringssystem for å gruppere ord og uttrykk som beskriver fire fokusgrupper sin terminologi for sult og metthet. Her ble grupperingen, i likhet med dette studiet, gjennomført av prosjektkoordinator.

I et videre arbeid vil det være interessant å se hvordan de ulike hovedkategoriene korrelerer med nøkkelordene. Siden det er hele 21 hovedkategorier og 60 nøkkelord vil dette være ressurskrevende. Muligens kan de seks bedriftspanelene intensitetsbedømme fem hovedkategorier hver og samtidig intensitetsbedømme de nøkkelordene som hører til hovedkategoriene. Deretter kan dataene slås sammen og eventuelt sammenlignes med data fra et trent panel. Korrelasjon mellom nøkkelord og hovedegenskaper kan da beregnes. Med en slik metode er det viktig at de samme oljene benyttes. Denne type undersøkelse av korrelasjon, der en undersøker hvilke nøkkelord som passer med hvilke hovedkategorier, er benyttet i arbeidet med sensorisk profilering av olivenoljer (Mojet og de Jong 1994, Monteleone og Langstaff 2014).

Gjennom studiet har bedriftene diskutert og delt inn i «positive» og «negative» sensoriske egenskaper. Skillet er basert på bedriftenes erfaring og en har ikke hatt noe datagrunnlag knyttet til inndelingen. PCA plottet er basert på hovedprofileringen av oljene og viser både sammenhengen mellom de sensoriske egenskapene og mellom de testede oljene. Plottet viser en separering mellom egenskapene syrlig, smør, nøtt og gress som legger seg til venstre i PCA plottet og egenskapene metall, harsk, fisk og prosess som legger seg til høyre i plottet. Omvendt korrelasjon mellom den «positive» egenskapen *Syrlig* og den «negative» egenskapen *Harsk*, viser at oljer med mye syrlighet er lite harsk. Dette stemmer med erfaring i fra industrien.

PCA-loadingsplott kan brukes til å undersøke om enkelte egenskaper er overflødige og om en bør redusere antall egenskaper til et enklere sett med vilkår. En kan da unngå at de oppsatte sensoriske egenskapene beskriver identisk samme sensoriske karakteristikk (Næs et al. 2010). For eksempel kan en se om det er korrelasjon mellom smak- og lukteegenskaper som har blitt analysert av nesen (orthonasal) eller munnen (retronasal). I dette studiet er det god korrelasjon mellom alle egenskapene som er testet både med hensyn til lukt og smak. De «negative» egenskapene har høyest korrelasjon mellom lukt og smak. I aromahjulet har en valgt å slå sammen lukt og smaksegenskaper. Resultatene fra den sensoriske profileringen støtter dette.

De «positive» egenskapene *Syrlig* og *Gress* og egenskapene *Smør* og *Nøtt* har også god korrelasjon. I et videre arbeid bør en diskutere om disse egenskapene bør slås sammen. For eksempel kan *Syrlig* være et nøkkelord i kategorien *Gress* og kanskje *Nøtter og frø* i kategorien *Smør*. I dette studiet har en valgt å ha disse kategoriene separat. Innen olivenoljeindustrien er nøtt, smør, gress og sitrus (syrlig) egen kategori mht. nomenklaturleksikon og treningsstandarder, men kun gress har egen hovedkategori i aromahjulet (Mojet og de Jong 1994, Delgado og Guinard 2011, Monteleone og Langstaff 2014)

I studiet er det ikke gjennomført en preferansetest og oljene er heller ikke gradert i kvalitetskategorier. Det er derfor vanskelig å si om de «negative» og «positive» egenskapene faktisk er negative eller positive. Koch et. al (2012) viser i et PCA-plott at te gradert til dårligste kvalitet

korrelerer med «negative» sensoriske egenskaper som høy og bitter. Te av best kvalitet korrelerer med «positive» sensoriske egenskaper som karamell og tre. Dette er noen en kan vurdere å gjennomføre i et videre arbeid.

Etter diskusjon med bedriftsklyngen ble viskositet lagt til som egenskap i aromahjul og nomenklaturleksikon. Dette er i samsvar med arbeid gjort på olivenolje (Mojet og de Jong 1994, Gawel 2014). Det ble også vurdert å legge til farge som en egenskap ettersom denne kan si noe om oksidasjonsstatusen til oljen. For palmeolje benyttes utseende for å si noe om fargesammensetning og klarhet i oljen (Rossi et al. 2001) og for olivenolje skal en skille mellom grønn, brun og transparent farge (Mojet og de Jong 1994, Gawel 2014). Siden en jobbet med mange forskjellige råstoff så ville feilkildene være store og etter diskusjon med bedriftsgruppen ble denne egenskapen valgt bort.

### 5.3 Kjemisk karakterisering

Delmål 3 i studiet var å karakterisere de kjemiske egenskapene til råstoffet. Oksidasjonsstatus, andel flyktige komponenter og fettsyreprofil er analysert. Oljene hadde generelt lav oksidasjonsstatus med 16 av 20 oljer med peroksidverdi under grenseverdi anbefalt av GOED og 20 av 20 oljer med anisidinverdi under anbefalt grenseverdi. Ved å sammenligne de sensoriske egenskapene med de kjemiske oksidasjonsparameterne kan en få en ide om hvilke egenskaper som er «positive» og hvilke som er «negative». Korrelasjon til 12 utvalgte triglyserider mellom oksidasjonsparameterne og de sensoriske egenskapene (tabell 4.7) viser at «negative» egenskaper *Harsk, Kjemi, Metall og Prosess* har positiv korrelasjon med høye peroksid og anisidinverdier. Tidligere studier har vist at fersk marin olje korrelerer med de sensoriske egenskaper fisk, søt, gress og smør, mens lagret marin olje, med økte peroksid og anisidinverdier, korrelerer med syrlig, metallisk, pungent og maling (Serfert et al. 2010). Med unntak av syrlig stemmer dette overens med studiet. Syrlig er tidligere beskrevet som en sensorisk egenskap for fersk solsikkeolje (Serfert et al. 2010). Frie fettsyrer korrelerer positivt med egenskapen Brent. Økt andel av frie fettsyrer har i tidligere studier gitt økt brent smak på varmebehandlet soyaolje (Warner og Mounts 1993). I et videre arbeid vil det være interessant å gjennomføre kjemisk analyse på et større antall oljer.

Ved bruk av GCMS ble de flyktige oksidasjonsproduktene i oljene analysert. Generelt sett kan en si at konsentrasjonene av flyktige komponenter er lave. Dette er naturlig siden en i studiet har benyttet ferske eller ny-raffinerte oljer. Harskningsparameterne som er indentifisert er dermed egentlig oksidasjonsrester fra raffineringen og ikke en indikasjon på begynnende harskning. De lette harskningskomponentene vil bli blåst av under prosessering (pers.med Gjermund Vogt). Korrelasjon mellom sensorisk data og flyktige komponenter ble undersøkt både ved bruk av et PSL- plott og ved å se på R<sup>2</sup> verdien på utvalgte komponenter. Det er positiv korrelasjon mellom *Kjemilukt* og 2,4-Heptadienal (E-E), samt delvis korrelasjon mellom *Prosesslukt* og 2,4-Heptadienal (E-E). Tidligere har 2,4-Heptadienal (E-E) blitt sensorisk karakterisert med nøkkelord som harsk, brent, stekt og talg (Venkateshwarlu et al. 2004, Frankel 2005). Brent lukt og smak og Emmen smak korrelerer med 2-heptenal (Z) og delvis med Butenal, 2,6 Nonadienal (EZ), 2-pentenal (E) og 2-hexenal (E). Både 2-Hexenal (E) og 2-Heptenal (Z) er tidligere assosiert med bittersmak og mandler (Aparicio et al. 1996, Frankel 2005). I den sensoriske profileringen ble ikke *Bitter* benyttet som egen kategori. Når en undersøker på kommentarfeltet til dommerne ser en at på hele 8 av de 20 testede oljene er

beskrevet som bitter av > 1 dommer. Dette tyder på at dette er en karakteristikk som er savnet. Muligens har da dommerne lagt den bitre egenskapen inn under brent eller emmen smak. Bitter er inkludert i aromahjul og nomenklaturleksikon.

2-Pentenal (E), 3-Hexenal (Z) og 2,6 Nonadienal (EZ) er alle flyktige komponenter som er assosiert med nøkkelordene grønn, gress, eple, frukt og agurk (Aparicio et al. 1996, Hartvigsen et al. 2000, Venkateshwarlu et al. 2004, Frankel 2005). I dette studiet er det en delvis negativ korrelasjon mellom 2-Pentenal (E) og de sensoriske egenskapene *Syrlig* og *Gress*. Det er også en positiv korrelasjon mellom 2,6 Nonadienal (EZ) og den sensoriske egenskapen *Emmen*. *Emmen* ble i den sensoriske profileringen beskrevet som en søt smak av overmoden frukt og er lagt inn under kategorien *Frukt* i aromahjulet.

Når de totale flyktige komponentene (TFK) sammenlignes med de sensoriske dataene, ser en at det er positiv korrelasjon mellom TFK og *Prosess*, og delvis positiv korrelasjon mellom TFK og egenskapene *Emmen* og *Harsk*. Det er også en delvis negativ korrelasjon mellom TFK og egenskapene *Gress*, *Nøtt*, *Smør* og *Syrlig*.

Det er stor forskjell i fettsyreprofilen til de testede oljene, og det er spesielt konsentrasjonen av EPA og DHA som er ulik. Både EPA og DHA har henholdsvis 4 og 5 dobbeltbindinger og disse oksiderer raskere enn fettsyrer uten dobbeltbindinger (Holman og Elmer 1947). Peroksidverdien og anisidinverdien på de naturlige oljene er lavere enn hos konsentratene, og en ser også stigende anisidinverdi med stigende DHA-innhold. Forskjellene er derimot ikke signifikante. Tidligere studier har funnet positiv korrelasjon mellom primære og sekundære oksidasjonsprodukt og innhold av EPA og DHA (Ritter 2012). Dersom en hadde lagret olje over en bestemt periode ville en kanskje fått større forskjeller. Muligens vil også konsentratene oksidere raskere enn de naturlige oljene.

## 5.4 Treningsstandarder

Dersom et nytt panel skal bruke allerede eksisterende vokabular fra et metodesett eller aromahjul til sin sensoriske vurdering kan det oppstå problem i forhold til å forstå og tolke uttrykkene. Disse problemene kan unngås ved å bruke gode nomenklaturleksikon og smakstilsatte referanser for de ulike egenskapene (Monteleone og Langstaff 2014). Delmål 4 i studiet var derfor å utarbeide utvalgte smakstilsatte referanser som kunne benyttes som treningsstandarder for marine oljer. I studiet er det utviklet 12 smakstilsatte oljer som kan brukes til trening av dommerpanelet.

Smaksegenskapene *Nøtter* og *Frø* er sammen med *Gress* den egenskapen som de fleste bedriftene hadde kjennskap til og brukte aktivt i sin sensoriske bedømmelse. Smakstilsatt referanse for denne smaken finnes i litteratur fra både vin- og olivenoljeindustrien der knuste nøtter av ulike valør tilsettes henholdsvis rødvin og mild olivenolje (Noble et al. 1987, Delgado og Guinard 2011). I studiet er oppskriften videreutviklet ved at en, i stedet for hakkede nøtter, bruker hasselnøttolje tilsatt solsikkeolje. Forsøk med bruk av tran som erstatning for solsikkeolje, gav ikke et tilfredsstillende resultat. Hverken knuste nøtter eller hasselnøttolje gir en sterk lukt, men smaken er tydelig når den kommer i munnhulen.



Egenskapen *Gress* er også benyttet innen planteoljeindustrien. AOCS:Cg2 (2003) anbefaler at en kontrollolje tilsettes 1 % ikke-deodorisert råolje fra soyaolje for å lage en treningsstandard for gress. Delgado og Guinard (2011) og Monteleone og Langstaff (2014) anbefaler bruk av cis-3-hexen-1-ol tilsatt enten mild olivenolje eller solsikkeolje. I dette studiet er resept fra Monteleone og Langstaff (2014) benyttet med kun en liten oppjustering av mengde cis-3-hexen-1-ol. Dette fungerer godt.

Egenskapen *Frukt* skal gi panelet assosiasjon mot søt, moden til overmoden frukt og søt alkohol. I profileringen ble ordet *Emmen* benyttet for denne egenskapen. Standard for moden frukt og eple finnes både i vin- og olivenoljeindustrien der en bruker raspet eller kuttet eple, epleskall eller eplejuice blandet i det mediet som skal testes (Noble et al. 1987, Delgado og Guinard 2011, Monteleone og Langstaff 2014). Ved å benytte epleessens i solsikkeolje oppnås en fin aroma som i henhold til tilbakemeldinger fra semi-trent panel gav assosiasjoner til moden frukt og søt alkohol.

Egenskapen *Syrlig* skal gi en assosiasjon mot sitrus og grønt eple. Utviklet standard er basert på sitronolje. Både vin- og olivenoljeindustri har benyttet saft fra sitron sammen med raspet skall i det mediet som skal testes (Noble et al. 1987, Delgado og Guinard 2011, Monteleone og Langstaff 2014). Sitronessens er en enklere opparbeidingsform på laboratoriet og det gav like bra resultat som ved bruk av ekte sitron.

Egenskapen *Fisk* skal gi en assosiasjon til sjø, tang, makrell og skalldyr. I NMKL:183 (2005) brukes trimetylammin i vann for å skape assosiasjon til fisk. Ved uttesting av trimetylammin i solsikkeolje kom det tilbakemelding fra semi-trent panel om at referansen var mer i samsvar med egenskapen *Fermentert*, med assosiasjon til nøkkelordene tørrfisk og moden fisk. Resept er derfor knyttet til denne egenskapen. Det ble også forsøkt å tilsette butylamine i solsikkeolje for å få assosiasjon til fisk. Butylamin er beskrevet av Sigma Aldrich som en kjemisk komponent med fiskearoma. Dette gav ikke tilfredsstillende resultat.

*Medisin og Kjemikalie* er kjente egenskaper fra vannkvalitetsundersøkelser og her benyttes henholdsvis idofrom og metyl metacrylate tilsatt vann når en lager treningsstandarder. Begge kjemikaliene er testet ut i solsikkeolje og det krevdes noe justering for å få frem de ønskede egenskapene og ferdig resept. Forsøk med 1-3-diphenyl-2-propanone i solsikkeolje ble brukt for å finne en standard med assosiasjon mot plast, men dette fungerte ikke tilfredsstillende. Siden plast også er lagt inn som et nøkkelord under kjemikalie, så ble resepten forkastet.

*Harsk* smak og lukt er en vid egenskap ved bedømming marine oljer. I utgangspunktet er alle de sensoriske egenskapene i produktene et resultat av oksidasjon (harskning). I dette studiet er *Harsk* definert som lukt og smak av oksidert fett, med nøkkelordene maling, linolje og stearin. AOCS:Cg2 (2003) bruker bomullsfrøolje utsatt for varme (60 °C) og luft i >4 dager til den har en peroksidverdi mellom 5 og 10 som treningsstandard. I tillegg har de en treningsstandard for egenskapen maling der en rapsolje med lavt innhold av erukasyre utsettes for varme (60 °C) og luft i >8 dager til den har en peroksidverdi mellom 15 og 20 som treningsstandard. Fiskeoljer har ofte høyere konsentrasjon av flerumettede fettsyrer enn planteoljer og vil oksidere lettere (Holman og Elmer 1947). Varmebehandlingen ble derfor begrenset til 2 dager og ved romtemperatur. Dette fungerte godt. Peroksidverdi ble ikke målt.

Egenskapen *Smør* er også en av de sensoriske egenskapene som har blitt løftet frem som viktig av bedriftspanelene. I planteoljeindustrien benyttes både mild oksidering av kontrollolje (AOCS:Cg2 2003) og smør i naturlig form, ublandet (Delgado og Guinard 2011). Forsøk med smeltet smør tilsatt solsikkeolje var uegnet og ble forkastet. Tilsetning av 2,3 butandion, som brukes til å gi smørsmak til popcorn, i solsikkeolje gav derimot en god assosiasjon til smør.

Enkelte marine oljer kan bli veldig bitre. *Bitter* var med i den innledende sensoriske profileringen, men ble dessverre tatt ut i hovedprofileringen. Dette var nok et galt valg, og kommentarer fra dommerpanelet, viste at egenskapen var savnet. Koffein eller kaffein blir ofte benyttet som tilsetning til en referanse for å få frem bitter smak (Berg et al. 2000, AOCS:Cg2 2003, NMKL:183 2005, Delgado og Guinard 2011). Forsøk med koffein i olje var derimot ikke vellykket til tross for at resept med 1 % koffein i olje er publisert tidligere (AOCS:Cg2 2003, Delgado og Guinard 2011). Basert på resept presentert i Monteleone og Langstaff (2014) er det utviklet en resept der kinin benyttes som kjemisk komponent. Kinin blandet i solsikkeolje med ultraturax gav tilfredsstillende smak. Konsentrasjon av kinin var vanskelig å fastsette. Ved bruk av 8 mg/100 ml solsikkeolje hadde 3 av 6 dommere fra det semi-trente panelet en klar bitter smak i munnen, mens de 3 andre ikke kjente bitter smak. Ved bruk av 15 mg/100 ml solsikkeolje kjente alle dommerne en bitter smak, men for de 3 som alt kjente smaken ved 8 mg ble det ubehagelig bittert. De store forskjellene i terskelnivå for bitter smak kan være genetisk betinget, noe som vil synliggjøres ved gjennomføring av en PROP-test (Tepper et al. 2001).

*Pungent* er en munnfølelse som gir en hostende, harkende følelse i halsen hos de som tester oljer. Den er beskrevet som en egenskap både for planteoljer, vin og øl (Noble et al. 1987, Langstaff et al. 1991, Delgado og Guinard 2011, Monteleone og Langstaff 2014). Delgado og Guinard (2011) benytter Kapsaisin som kjemisk komponent i sin resept til referanseolje og forsøk med 0,2 mg Kaspasin i 500 ml solsikkeolje gav et godt resultat. Det var viktig at panelet svelget prøven for å få frem egenskapen og dette kjenner en til fra sensorisk vurdering av øl (Langstaff og Lewis 1993). Innen vinindustrien bruker en å smake på 40 % alkohol for å trene på egenskapen pungent (Noble et al. 1987), dette ble ikke forsøkt i dette studiet.

Den siste oljereferansen som ble utviklet i dette studiet var for egenskapen *Astringent*. *Astringent* er beskrevet som en tørr, snerpete følelse i munnen og er godt kjent fra vin- og ølindustrien. Resept på treningsstandard til denne munnfølelsen er derimot hentet fra olivenoljeindustrien. Har benyttes tannin som kjemisk komponent. Tannin gir i tillegg til en tørr følelse i munnen en bitter smak og kan forveksles med treningsstandard for bitter smak.

I tillegg til de overnevnte reseptene har det blitt gjort forsøk på å lage treningsstandard for metall. I henhold til Berg et al. (2000) og NMKL:183 (2005) ble det forsøkt å tilsette jernsulfat i solsikkeolje. Dette gav ikke tilfredsstillende resultat og jernsulfidet hadde dårlig løsningssevne i oljen. Jernsulfat i vann fungerer godt.

Følgende sensoriske egenskaper har ikke fått utviklet en treningsstandard. Dette er *Urter*, *Støv*, *Vegetabilsk olje*, *Prosess*, *Metall*, *Fisk*, *Hot*, *Tynn* og *Tykk*. I et videre arbeid vil det være naturlig å se på muligheten til å utvikle resepter til disse egenskapene eller eventuelt lage en utvidet verbal beskrivelse. Delgado og Guinard (2011) bruker verbal beskrivelse av både egenskapene krydder og

tykk, mens (Noble et al. (1987)) bruker tilsetning av krydder i vin for å få frem urtesmak, og tilsetning av bensin, tjære og kerosene for å få frem petroleums (prosess) smak.

Det benyttes mange kjemikalier når en skal lage de ulike treningsoljene. Alle de benyttede kjemikaliene er kontrollert mht. helsefare, men i et videre arbeid vil det være fornuftig å foreta en utvidet sikkerhetsvurdering. Dette er gjennomført på treningsstandarder benyttet i kvalitetskontroll av drikkevann (NMKL:183 2005). Konsentrasjonen av kjemikaliene er lave og NMKL har konkludert med at det ikke er forbundet noen helsefare ved bruk av de anvendte stoffene. Tre av stoffene benyttet i dette studiet er inkludert i denne sikkerhetsvurderingen. Dette er trimetylamin, iodoform og metylmetacrylate. Siden en benytter litt forhøyde konsentrasjoner av kjemikaliene i oljene kontra vann bør trolig en sikkerhetsvurdering gjøres på nytt.

## 6 KONKLUSJON

Dette studiet har utviklet en sensorisk kvalitetskontrolltest tilpasset marine oljer. Metodesettet er et godt verktøy til kvalitetsbedømmelse av marine oljer og kan brukes som et selvpålagt tillegg for å sikre sensorisk kvalitet. Kvalitetskontrolltesten krever at en produktspesifikasjon utarbeides for oljen som skal testes for å fungere optimalt. Metodesettets repeterbarhet og reproducerbarhet bør fastsette i et videre arbeid.

Marine oljer har en rekke sensoriske egenskaper alt etter hvor langt de er kommet i oksidasjonssyklusen. Noen av de sensoriske egenskapene som *Nøtt*, *Smør*, *Gress* og *Syrlig* er ikke direkte nedklassifiserende. Sensorisk profilering med bruk av lukt og smak av samme egenskap, er sammenfallende og kan slås sammen. Munnfølelse og viskositet er i tillegg til lukt- og smakskomponenter viktig for kvalitetsbedømmelse av marine oljer.

Utviklet aromahjul og nomenklaturleksikon er et første utkast som det må arbeides videre med. Undersøkelse av korrelasjon mellom hovedegenskaper og nøkkelord i aromahjul og nomenklaturleksikon kan være et naturlig neste trinn.

Det er positiv korrelasjon mellom stigende oksidasjonsprodukt og utvalgte sensoriske egenskaper som *Harsk*, *Kjemi* og *Prosess*. Det er negativ korrelasjon mellom den sensoriske egenskapen *Syrlig* og peroksidverdi. Naturlige oljer har lavere andel av oksidasjonsprodukt enn konsentrat og bedre sensorisk kvalitet, men forskjellen er ikke signifikant. Undersøkelser på et større datasett bør gjennomføres i et videre arbeid.

Gode treningsstandarder er et viktig verktøy for opplæring av et sensorisk dommerpanel. Sikkerhetsvurdering av kjemikaliene som er benyttet i treningsstandardene bør være del av en eventuell videreføring av arbeidet.

## 7 REFERANSER

Aas, G. H., T. Barnung og M. Kjerstad (2011). Biråstoff fra oppdrettstorsk, med fokus på lever, Møreforskning. MA 11-05: 46.

Ackman, R. G. (2005). Fish Oil. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6 Volume Set, Chapter. 4: 279-317.

AOCS (1997a). "Official Method Cd 8-53. Surplus 2003. Peroxide Value. Official methods and recommended practices of the AOCS. ." American Oil Chemists Society (Champaign, IL, USA).

AOCS (1997b). "Official method Ca 5a-40. Free fatty acid, reapproved 1997. Official methods and recommended practices of the AOCS. ." American Oil Chemists Society (Champaign, IL, USA).

AOCS (2003). "Official method Cd 18-90. p-Anisidine Value. Reapproved 1997. Official methods and recommended practices of the AOCS. ."

AOCS (2009). "Official Method Ce 1b-89 : Fatty Acid Composition of Marine Oils by GLC. Reapproved 2009." American Oil Chemists Society (Champaign, IL, USA).

AOCS:Cg2 (2003). "Flavour panel evaluation of vegetable oils. AOCS Recommended Practis Cg 2-83." American Oil Chemists' Society.

Aparicio, R., M. Morales og M. Alonso (1996). "Relationship between volatile compounds and sensory attributes of olive oils by the sensory wheel." Journal of the American Oil Chemists' Society 73(10): 1253-1264.

Berg, E., K. Døving, B. Hauge, T. Kjeilen, P. Lea, E. Ludviksen, M. Rødbotten, O.-I. Skorbakk, S. Solem og R. Solheim (2000). Sensorisk analyse, bedømmelse av næringsmiddel. . Gyldendal undervisning.

Bimbo, A. P. (2007). Processing of marine oils. Long-chain omega-3 specialty oils. H. Breivik, Oily Press: 77-111.

Biosynth.com (2014). "Phospholipids." Utgave. Retrieved 23.01.14, fra [http://www.biosynth.com/index.asp?topic\\_id=222&g=19&m=273](http://www.biosynth.com/index.asp?topic_id=222&g=19&m=273).

Bjørndal, B., E. Strand, J. Gjerde, V. Veum, A. Berger, S. Innis, R. A. Dyer og R. K. Berge (2013). Herring roe phospholipids improved plasmalipids and glycemic control in healthy, young subjects. International Marine Ingredients Conference. Oslo, <http://micnorway.com/>.

Breivik, H. (2007). Long-chain omega-3 specialty oils. Oily Press.

Caporale, G., S. Policastro, A. Carlucci og E. Monteleone (2006). "Consumer expectations for sensory properties in virgin olive oils." Food Quality and Preference 17(1): 116-125.

Caporale, G., S. Policastro og E. Monteleone (2004). "Bitterness enhancement induced by cut grass odorant (*cis*-3-hexen-1-ol) in a model olive oil." Food Quality and Preference 15(3): 219-227.

Christie, W. og X. Han (2010). Lipid analysis: Isolation, separation, identification and lipidomic analysis. Bridgwater, England: The Oily Press.

- CODEX:19 (2009a). "Codex standard for edible fats and oils not covered by individual standards. CODEX STAN 19-1981." Codex Alimentarius Commission. 1-5.
- CODEX:33 (2009b). "Codex standard for olive oils and olive pomace oils. Codex Stand 33-1981." Codex Alimentarius Commission. 8.
- CODEX:210 (2011). "Codex standard for named vegetable oils, CODEX STAN 210-1999." Codex Alimentarius Commission. 1-16.
- CODEX:132303 (2013). "Proposed draft standard for fish oils." CODEX Alimentarius Commission. 12.
- Delgado, C. og J. X. Guinard (2011). "Sensory properties of Californian and imported extra virgin olive oils." *Journal of Food Science* 76(3): S170-S176.
- Dinnella, C., C. Masi, G. Zoboli og E. Monteleone (2012). "Sensory functionality of extra-virgin olive oil in vegetable foods assessed by Temporal Dominance of Sensations and Descriptive Analysis." *Food Quality and Preference* 26(2): 141-150.
- Drewnowski, A., S. A. Henderson og A. B. Shore (1997). "Genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil (PROP) and hedonic responses to bitter and sweet tastes." *Chemical senses* 22(1): 27-37.
- Dyerberg, J., P. Madsen, J. M. Møller, I. Aardestrup og E. B. Schmidt (2010). "Bioavailability of marine n-3 fatty acid formulations." *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 83(3): 137-141.
- EC:2668 (1991). "Official Journal of the Commission of the European Communities. Regulation no 2668/91." hentet i fra Aparicio *et al.* 1996. 48-74.
- Eu.Pharma:1250 (2012). "Omega-3 acid etylesters 90." *European Pharmacopeia* 8.0. 2907-2908.
- Eu.Pharma:1352 (2012). "Omega-3 acid Triglyserid." *European Pharmacopeia* 8.0. 2909-2910.
- EU.Pharma:1912 (2012). "Fishoil, rich in omega 3 acids." 2236-2237.
- Eu.Pharma:2063 (2012). "Omega-2 acid etylesters 60." *European Pharmacopeia* 8.0. 2905-2906.
- Frankel, E. N. (2005). *Lipid oxidation*. 2nd edition. Brigdewater, The Oily Press.
- Frøyland, L., H. Bentsen, I. E. Graff, M. Myhrstad, P. J. E, K. Rettestøl og S. M. Ulven (2011). "Evaluation of negative and positive health effects of n-3 fatty acid as constituents of food supplements and fortified foods." *N. S. C. f. F. Safety*. 08-707 88.
- Gawel, R. (2014). "The Olive Oil Wheel. The Aromas & Flavors of Olive Oil." Utgave. Retrieved 19.01.14, fra <http://www.thenibble.com/reviews/main/oils/olive-oil-wheel.asp#mojet>.
- Gawel, R., A. Oberholster og I. L. Francis (2000). "A 'Mouth-feel Wheel': terminology for communicating the mouth-feel characteristics of red wine." *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6(3): 203-207.
- Gawel, R. og D. A. Rogers (2009). "The relationship between total phenol concentration and the perceived style of extra virgin olive oil." *Grasas y aceites* 60(2): 134-138.

Ghasemi-Varnamkhasti, M., S. S. Mohtasebi, M. L. Rodriguez-Mendez, J. Lozano, S. H. Razavi, H. Ahmadi og C. Apetrei (2012). "Classification of non-alcoholic beer based on aftertaste sensory evaluation by chemometric tools." *Expert Systems with Applications* 39(4): 4315-4327.

GOED:v.4 (2014). "GOED VOLUNTARY MONOGRAPH (v. 4)." Global Organisation for EPA and DHA omega-3.

Guinard, J.-X. og R. Mazzucchelli (1996). "The sensory perception of texture and mouthfeel." *Trends in Food Science & Technology* 7(7): 213-219.

Gunstone, F. D., J. L. Harwood og F. Padley (1986). *Animals fats: milk and depot fat. . The lipid handbook*, CRC Press: 113-128.

Hartvigsen, K., P. Lund, L. F. Hansen og G. Hølmer (2000). "Dynamic headspace gas chromatography/mass spectrometry characterization of volatiles produced in fish oil enriched mayonnaise during storage." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(10): 4858-4867.

Hersleth, M. og M. Rødbotten (2009). *Smak og smaksutvikling*. Bergen Fagbokforlaget.

Holman, R. T. og O. C. Elmer (1947). "The rates of oxidation of unsaturated fatty acids and esters." *Journal of the American Oil Chemists Society* 24(4): 127-129.

IDF:99C (1997). "Sensory evaluation of dairy products by scoring. International IDF Standard 99C:1997." International Dairy Federation. 15.

ISO:4120 (2007). "Sensory analysis. Methodology. Triangle test." European Committee for standardization. Brussel, Belgum. 15.

ISO:5495 (2007). "Sensory analysis. Methodology. Paired comparison test." European Committee for standardization. Brussel, Belgum. 15.

ISO:8586:1 (1993). "Sensory analysis—General guidance for selection, training and monitoring of assessors." International Organization for Standardization Geneva, Switzerland.

ISO:8586:2 (2008). "Sensory analysis- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors, part 2 Expert sensory assessors." International Organisation for Standardisation. Geneva, Switzerland.

ISO:13299 (2003). "Sensory analysis. Methodology. General Guidance for establishing a sensory profile." European committee for standardization. 24.

Kiritsakis, A. (1998). "Flavor components of olive oil—A review." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 75(6): 673-681.

Koch, I. S., M. Muller, E. Joubert, M. van der Rijst og T. Næs (2012). "Sensory characterization of rooibos tea and the development of a rooibos sensory wheel and lexicon." *Food Research International* 46(1): 217-228.

Langstaff, S. A., J. Guinard og M. Lewis (1991). "Sensory evaluation of the mouthfeel of beer." *J. Am. Soc. Brew. Chem* 49(2): 54-59.

- Langstaff, S. A. og M. Lewis (1993). "The mouthfeel of beer—a review." *Journal of the Institute of Brewing* 99(1): 31-37.
- Lawless, H. T. og H. Heymann (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Second edition. Springer.
- Lee, S. M., S. J. CHUNG, O. H. LEE, H. S. LEE, Y. K. KIM og K. O. KIM (2008). "Development of sample preparation, presentation procedure and sensory descriptive analysis of green tea." *Journal of sensory studies* 23(4): 450-467.
- Lunde, K., B. Egelanddal, E. Skuterud, J. D. Mainland, T. Lea, M. Hersleth og H. Matsunami (2012). "Genetic variation of an odorant receptor OR7D4 and sensory perception of cooked meat containing androstenone." *PloS one* 7(5): e35259.
- Lyon, D. H. og M. P. Watson (1994). "Sensory profiling: a method for describing the sensory characteristics of virgin olive oil." *Grasas y aceites* 45(1-2): 20-25.
- McClements, J. og E. Decker, A. (2008). *Lipids. Fennema's food chemistry*. S. Damodaran and K. L. Parkin, CRC press Boca Raton, FL. 4: 155-216.
- Mojet, J. og S. de Jong (1994). "The sensory wheel of virgin olive oil." *Grasas y aceites* 45(1-2): 42-47.
- Monteleone, E., G. Caporale, A. Carlucci og M. Bertuccioli (1996). "Prediction of virgin olive oil sensory profile." *Industrie Alimentari* 35: 1066-1072.
- Monteleone, E., G. Caporale, L. Lencioni, F. Favati og M. Bertuccioli (1995). "Optimization of virgin olive oil quality in relation to fruit ripening and storage." *Developments in Food Science* 37: 397-418.
- Monteleone, E. og S. A. Langstaff (2014). *Olive Oil Sensory Science*. First edition. Wiley Blackwell.
- Morales, M. T., M. V. Alonso, J. J. Rios og R. Aparicio (1995). "Virgin olive oil aroma: relationship between volatile compounds and sensory attributes by chemometrics." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43(11): 2925-2931.
- Murray, M. og Z. Vickers (2009). "Consumer views of hunger and fullness. A qualitative approach." *Appetite* 53(2): 174-182.
- Nifes.no (2014a). "Sjømatdata." *Nifes* Utgave. Retrieved 22.01.14, fra [http://www.nifes.no/index.php?page\\_id=164](http://www.nifes.no/index.php?page_id=164).
- Nifes.no (2014b). "Hvorfor er forholdet mellom omega-6/omega-3 fettsyrer i kostholdet viktig?" Utgave. Retrieved 21.01.14, fra [http://www.nifes.no/index.php?page\\_id=322](http://www.nifes.no/index.php?page_id=322).
- Nilsson, A., V. Holten, M. Rødbotten og P. Baardseth (1993). "Fett ahrskning og målemetode for harskning (kjemisk og sensorisk)." *Matforsk.* 3/93 22.
- NMKL:16 (2005). "Sensorisk kvalitetskontroll, NMKL-prosedyre nr 16." Nordisk metodikkomitè for næringsmidler. 16.

NMKL:27 (2013). "Måleusikkerhet i sensoriske analyser " Nordisk komitee for Næringsmidler. 24.

NMKL:183 (2005). "Kvalitetskontrolltest av drikkevann. NMKL metode nr 183, 2005." Nordic committee on food analysis. 8 (15).

Noble, A. C., R. A. Arnold, J. Buechsenstein, E. J. Leach, J. Schmidt og P. M. Stern (1987). "Modification of a standardized system of wine aroma terminology." American Journal of Enology and Viticulture 38(2): 143-146.

Nygren, I. T., I. B. Gustafsson og L. Johansson (2002). "Perceived flavour changes in white wine after tasting blue mould cheese." Food service technology 2(4): 163-171.

Næs, T., P. B. Brockhoff og O. Tomic (2010). Statistics for Sensory and Consumer Science. First edition. Wiley Online Library.

Okinda Owuor, P., M. Obanda, H. E. Nyirenda, N. I. Mphangwe, L. P. Wright og Z. Apostolides (2006). "The relationship between some chemical parameters and sensory evaluations for plain black tea (*Camellia sinensis*) produced in Kenya and comparison with similar teas from Malawi and South Africa." Food chemistry 97(4): 644-653.

Olafsen, T. og R. Nystøyl (2013). Tilgang og anvendelse av marint restråstoff. Fagdag Marint restråstoff, Gardermoen, Fiskeri og havbruksorganisasjonenes forskningsfond.

Olsen, E. (2005). Analysis of early lipid oxidation in foods with n-3 fatty acids. Dept. of Chemistry, Biotechnology and Food Science, Norwegian University of life Sciences. Doctor Scientarium Thesis 2005:26: 73.

Proff.no (2013). "Proff, the buissnes finder." Utgave. Retrieved 01.03.13, 2013.

Projectcrystal.org (2013). "The importans of fat." Utgave. Retrieved 10.01.13, fra <http://www.projectcrystal.org/m-cof-importance-of-fats.html>

QIM (2001). "QIM-ditt ideelle verktøy for å måle fiskens ferskhhet." QIM Eurofish. 51.

Ritter, J. C. S. og S. M. Budge (2012). "Key Lipid Oxidation Products Can Be Used to Predict Sensory Quality of Fish Oils with Different Levels of EPA and DHA." Lipids 47(12): 1169-1179.

Ritter, J. S. (2012). "Chemical Measures of Fish Oil Quality: Oxidation Products and Sensory Correlation."

Rossi, M., M. Gianazza, C. Alamprese og F. Stanga (2001). "The effect of bleaching and physical refining on color and minor components of palm oil." Journal of the American Oil Chemists' Society 78(10): 1051-1055.

Russo, G. L. (2009). "Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention." Biochemical pharmacology 77(6): 937-946.

Ruyter, B., S. Grimmer, T. Thorkilsen, M. Todorovic, M. Lalic og G. Vogt (2010). "Lite oksiderte omega 3 oljer og potensielle helsefordeler." 31/2010 65.



Serfert, Y., S. Drusch og K. Schwarz (2010). "Sensory odour profiling and lipid oxidation status of fish oil and microencapsulated fish oil." *Food chemistry* 123(4): 968-975.

Shahidi, F. og U. N. Wanasundara (1998). "Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils." *Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology*: 377-396.

Stender, S. og J. Dyerberg (2004). "Influence of trans fatty acids on health." *Annals of nutrition and metabolism* 48(2): 61-66.

Tepper, B. J., C. M. Christensen og J. Cao (2001). "Development of brief methods to classify individuals by PROP taster status." *Physiology & behavior* 73(4): 571-577.

Tuorila, H. og E. Monteleone (2009). "Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs, and challenges." *Trends in Food Science & Technology* 20(2): 54-62.

Tuorila, H. og A. Recchia (2014). Sensory perception and other factors affecting consumer choice of olive oil. *Olive oil sensory science*. E. Monteleone and S. A. Langstaff. UK, Wiley Blackwell: 367.

USDA (2010). "United States Standards for Grades of Olive Oil and Olive-Pomace Oil." US. Department of Agricultur. 19.

USDA (2012). "Grading Manual for Olive Oil and Olive-Pomace Oil." United States Department of Agricultur. 31.

Venkateshwarlu, G., M. B. Let, A. S. Meyer og C. Jacobsen (2004). "Chemical and olfactometric characterization of volatile flavor compounds in a fish oil enriched milk emulsion." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(2): 311-317.

Warner, K. og T. Mounts (1993). "Frying stability of soybean and canola oils with modified fatty acid compositions." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 70(10): 983-988.

## VEDLEGG 1

# Sensorisk bedømming av marine oljer

## Kvalitetskontrolltest

### Innhold

Forord.....	2
1. Formål og anvendelse .....	2
2. Definisjon og aktuelle referanser.....	3
3. Prinsipp .....	3
4. Personal .....	3
5. Lokale .....	4
6. Reagens og utstyr.....	5
7. Forberedelse .....	5
8. Produktspesifikasjon, aromahjul og nomenklaturleksikon.....	5
9. Bedømmelse og gjennomføring.....	7
10. Gjennomgang og kontroll av resultatene .....	8
11. Rapportering av resultat .....	9
12. Valideringen .....	9
13. Referent .....	9
14. Referanser.....	9
Vedlegg 1 Standard og produktspesifikasjon.....	10
Vedlegg 2 Nomenklatur og aromahjul .....	12
Vedlegg 3 Tillaging av smakstilsatte oljer til trening av ulike aromaer.....	15
Vedlegg 4 Skjema for protokoll/driftsjournal .....	17
Vedlegg 5 Rekruttering og utvelgelse av panel.....	19
Vedlegg 6 Dommerskjema- kvalitetskontroll.....	28
Vedlegg 7 Instruks til dommer .....	29

## Forord

Denne prosedyren er utarbeidet av en prosjektgruppe nedsatt på initiativ i fra en bedriftsklynge tilknyttet Omegaland.

Følgende personer har inngått i prosjektgruppen:

Wenche Emblem Larssen, Møreforskning AS (prosjektleder og koordinator)

Margrethe Hersleth, Nofima AS

Anja Helen Haugom, BASF Brattvåg AS

Marte Grimstad, Berg LipidTech AS

Anne Ma Skorpen, Denomega AS

Helga Midtkandal, Epax Norway AS

Hanne Solvang Felberg, GC Rieber Oils AS

Ingjerd Lystad, Pharma Marine AS

Trygg Barnung, Møreforskning AS

Anne Segtnan, Nofima AS

Tilpassing av metodikk til sensorisk bedømmelse av marine oljer er gjennomført i 2013 og 2014. Arbeidet er finansiert med støtte fra Møre og Romsdal Fylke.

Prosedyren er tilgjengelig på [www.moreforsk.no](http://www.moreforsk.no).

Prosedyren vil evalueres kontinuerlig og Møreforskning inviterer alle lesere til å sende inn kommentarer og synspunkt på prosedyrens innhold til [wenche@mfaa.no](mailto:wenche@mfaa.no).

## 1. Formål og anvendelse

Denne metoden beskriver en sensorisk kvalitetskontrolltest av marine oljer. Metoden er generell og krever at brukere av metoden setter opp egne sensoriske produktspesifikasjoner for oljene de skal teste ut eller bruker en referanseolje.

## 2. Definisjon og aktuelle referanser

Sensorisk kvalitetskontroll er en beskrivende kvalitativ og kvantitative metode. En kvalitetskontrolltest benyttes for å måle de ønskede sensoriske egenskapene til et bestemt produkt og beskriver hvor stort avviket er i forhold til forventet kvalitet (Lawless og Heymann 2010). Optimale egenskaper beskrives i en produktspesifikasjon eller ved bruk av en referanseolje. Avvik i forhold til denne uttrykkes ved hjelp av aromahjul og nomenklaturleksikon. Prosedyren kan også benyttes for å overvåke produktkvaliteten og eventuelt lagringsstabiliteten. Sensorisk kvalitetskontrolltest er presentert i standarden for bedømmelse av meieriprodukt (IDF:99C 1997) og drikkevann (NMKL:183 2005). De samme prinsippene brukes til kvalitetskontroll av planteoljer (AOCS:Cg2 2003). Struktur på metodesettet og forslag til resultatbearbeiding er hentet fra NMKL:183 (2005).

## 3. Prinsipp

I en sensorisk kvalitetskontrolltest blir prøvene bedømt mot en referanseolje eller en produktspesifikasjon (vedlegg 1). Dommerne skal gi poeng basert på samsvar med forhånds etablert produktspesifikasjon eller referanseolje. Når en prøve avviker fra produktspesifikasjon skal dette anmerkes. I metodesettet benyttes en poengskala fra 1-5 der 5 betyr at prøven er i samsvar med produktspesifikasjon. Ved en karakter på 3 poeng eller lavere så skal prøven ha en anmerkning. Anmerkning hentes fra utviklet aromahjul eller nomenklaturleksikon (vedlegg 2).

## 4. Personal

### Panelleder

Panelleder er ansvarlig for gjennomføring av kvalitetskontrolltest, opplæring og kalibrering av dommere og resultatbearbeiding. Panelleder må ha god kunnskap om marine oljer og kunne administrere bedømming og panel på en god måte. Resultatet skal være representativt for dommerpanelets samlede oppfatning. Panelleder skal sørge for at de sensoriske resultatene blir korrekt lest og rapportert.

Panelleder må ikke tilføre fremmede lukter i lokalet under bedømmelsen. Eksempelvis ved å bruke sterk parfyme, ha røyklukt på klærne eller hvitløksånde.

Dommerne skal være samkjørte og ikke ha store avvik i poeng og anmerkningsbruk seg imellom. De må også kunne gjenta seg selv. Panelleder overvåker dette med å føre protokoll over både dommerresultatene og panelresultatene. På den måten vil en kunne se dommerens og panelets utvikling over tid. Panelleder har ansvar for at panelet jobber kontinuerlig med forbedringer. Faste innlagte treningsrunder med prøver med spesifikke egenskaper eller ved bruk av treningsstandarder (vedlegg 3) er ideelt. Viser en dommer store avvik over tid skal dette tas opp med dommer og det må settes i gang tiltak for å justere dommerens bedømmelser.

Panelleders protokoll bør gi en oversikt over testede prøver (produksjonsnummer), skjema til registrering av temperatur, oversikt over dommere og deres deltakelse i bedømmelser, oversikt over dommernes repeterbarhet og korrigeringer, oversikt over panelets repeterbarhet og korrigeringer. Eksempler på skjema for protokollføring finnes i vedlegg 4.

### Rekruttering og valg av dommere

Dommerne skal velges ut slik at de tilfredsstillende et gitt sett kriterier for en sensorisk dommer. Om mulig bør en velge dommere med alminnelig god helsetilstand, som ikke røyker og ikke er over 60 år. Aktuelle dommere

må i tillegg til å være motivert ha evne til å gjenkjenne grunnsmaker, ha evne til å gjenkjenne et gitt sett lukter, og ha evne til å formidle sanseinntrykkene ved hjelp av ord og uttrykk (ISO:8586:1 1993, ISO:8586:2 2008). I tillegg kan en undersøke dommerens genetiske evne til å oppfatte 6-propyl-2-thiouracil (PROP) Det er en sammenheng mellom evne til å smake PROP og antall smaksløker på tungen. Ca. 70 % av befolkningen har denne evne til å kjenne PROP og betegnes som supersmakere (25%) og smakere (45 %). 30 % er ikke-smakere. Supersmakere og smakere har flere smaksløker på tungen enn ikke-smakere og oppfatter spesielt søte og bittere smaker sterkere enn ikke-smakere (Tepper et al. 2001). Det kan være en fordel at dommere i et panel er smaker eller super-smakere, men det er ikke et krav.

Utvelgelse av dommere kan skje basert på resultat i et utvalg sensoriske tester:

1. Grunnsmakstest: evne til å kjenne igjen de 5 grunnsmakene sur, søt, salt, bitter og umami.
2. Luktetest: evne til å kjenne igjen 5 ulike kjente lukter.
3. Beskrivende test: evne til å beskrive et produkt basert på de sanseinntrykkene en får ved bedømming.
4. PROP-test: supersmaker vs. nonsmaker.

Eksempler på gjennomføring av tester finnes i vedlegg 5.

### Trening dommere

Når valg av dommerpanel er foretatt må en begynne å trene panelet. Hver dommer skal være trent i og godt kjent med metode, produktspesifikasjon, aromahjul og nomenklaturleksikon for marine oljer. Dommeren må bli kjent med hvordan en tilfredsstillende marin olje skal smake, hvilke avvik som kan forekomme og hva som er akseptabel kvalitet. Bruk vedlagt aromahjul og nomenklaturleksikon (vedlegg 2). Smakstilsatte oljer (vedlegg 3) kan brukes til trening av panelet på spesifikke lukter og smaker.

En generell gjennomgang av hva som er viktig ved trening av dommere til sensorisk analyse av oljer er beskrevet i ISO:8586:2 (2008).

### Antall dommere

Det bør være minimum 3-5 godkjente dommere som uavhengig av hverandre bedømmer prøvene. 3 eller 5 dommere gir enklere resultatbearbeiding enn 4 dommere. Bedriftene bestemmer selv antall dommere i panelet, men ved færre enn 5 personer anbefales det at de ulike omega-3 bedriftene samles ved jevne mellomrom for å «kalibrere» panelene sine mot hverandre eller et større eksternt trent panel.

## **5. Lokale**

Standardiserte lokaler ved sensorisk kvalitetskontroll vil bidra til at uttesting gjennomføres under kjente og kontrollerte forhold med et minimum av distraksjon. Dette vil kunne redusere psykologiske faktorer og fysiske forhold som kan ha effekt på bedømmingen. Det er ikke alltid mulig å ha egne rom som er dedikert til sensorisk testing. Noen forhåndsregler er derimot nyttig å følge.

Preparering av prøvene bør foregå adskilt i fra testrommet for å begrense lukt. Prepareringsrommet bør ha plass til oppbevaring av prøvemateriale, i tillegg må det være mulig å preparere prøvene som skal serveres til dommerne. Testrommet bør være godt ventilert og adskilt i fra prepareringsrom og produksjonslokale slik at

ikke lukt eller støy virker forstyrrende under uttestingen. Dommerne bør kunne sitte litt adskilt fra hverandre slik at en får minst mulig distraksjon. Ideell utforming av lokale for uttesting av oljene er beskrevet i ISO:8589 (2010). Standarden sier blant annet at rommet bør ha standardisert temperatur og fuktighet, ha nøytrale farger på veggene og standardisert lys.

## 6. Reagens og utstyr

Følgende utstyr og reagens kan benyttes til gjennomføring av en sensorisk analyse:

- Produktspesifikasjon eller referanseolje: se vedlegg 1
- Skyllervann: lunket til varmt vann (38 °C). Gi gjerne dommeren mulighet til å blande kaldt og varmt vann selv for å få personlig optimal temperatur.
- Avbrekksmat: eple uten skall eller agurk
- Prøvebeger: for triglyserider; engangsplastglass eller smaksbeger, For etylester; dramsglass eller polypropylenglass (VWR 216-0266).
- Lokk: et smaksbeger snudd opp ned.
- Termometer til å måle temperatur i prøve
- Skjema for protokollføring (vedlegg 4).

Kontroller alltid utstyret før bruk slik at det ikke avgir lukt og smak til prøvene.

## 7. Forberedelse

Hver dommer skal ha utdelt:

- Temperert skyllervann eller en mugge med lunket vann og en termos med varmt vann slik at de selv kan blande skyllervann.
- Vannglass og spyttebeger
- Servietter
- Avbrekksmat
- Skrivesaker
- Produktspesifikasjon, aromahjul og nomenklaturleksikon (vedlegg 1 og 2)
- Dommerskjema og dommerinstruks (vedlegg 6 og 7)

### Temperering

Før servering må prøvene tempereres til romtemperatur ( $22 \pm 2$  °C). Prosedyre; sett prøvene i romtemperatur 3-4 timer før smaking, eller sett prøvene i temperert vannbad i ca. 1 time. Riktig temperatur på prøven kan måles på et utvalg av prøvene, eksempelvis tre tilfeldig utplukkede prøver. Før resultat inn i skjema for protokollføring (vedlegg 4). Hell prøven i merkede skåler/glass 10 minutt før bedømming og dekk til med lokk.

### Dommerskjema

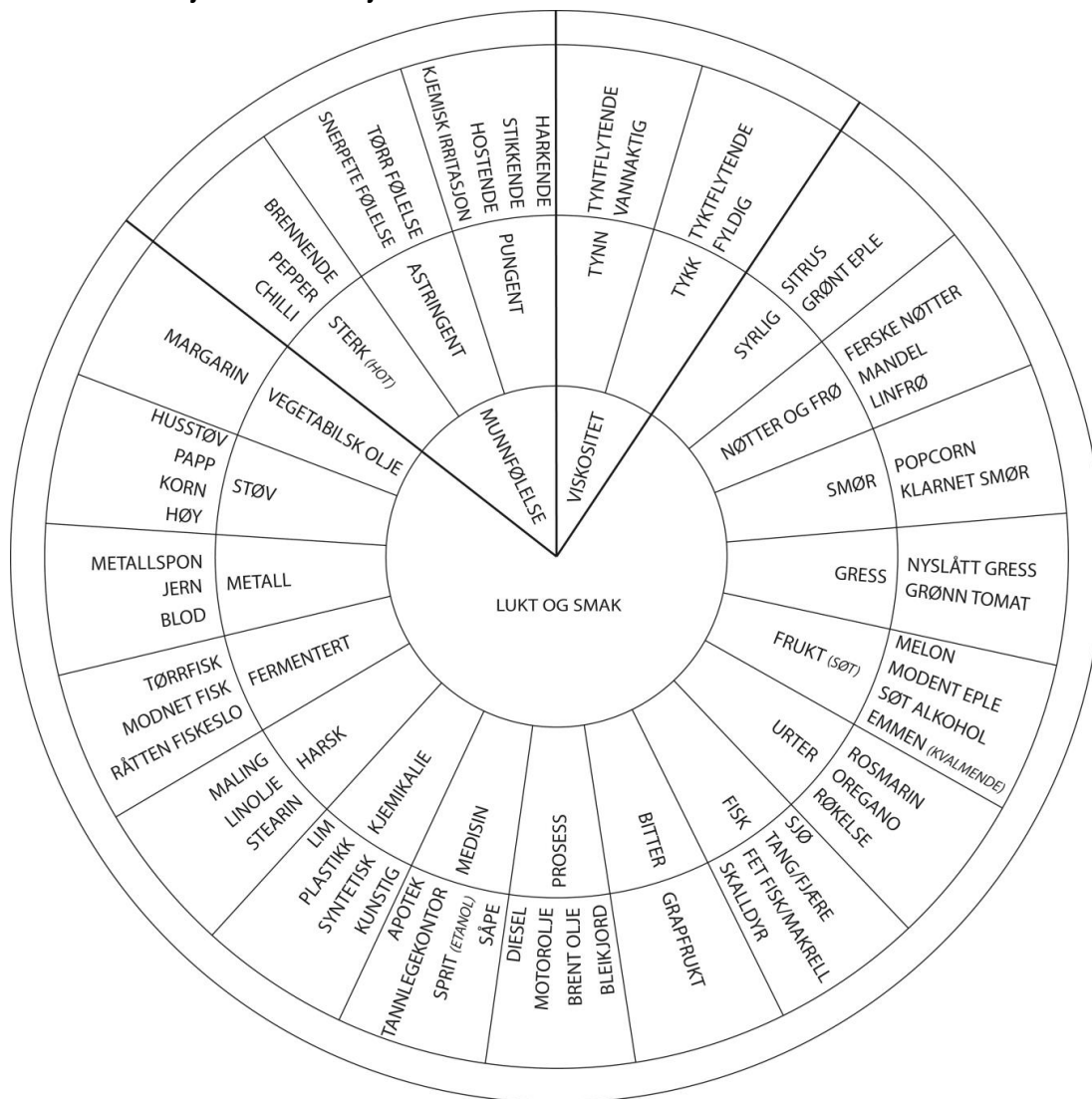
Lag og skriv ut kvalitetskontrollskjema til alle dommerne før bedømming (vedlegg 6). Det anbefales at alle prøvene skal serveres med gjentak. Behov for gjentak øker i omvendt gradient med antall dommere. Med bruk av 3 dommere vil gjentak være viktigere, enn ved bruk av 6 dommere.

## 8. Produktspesifikasjon, aromahjul og nomenklaturleksikon

En sensorisk produktspesifikasjon skal fortelle dommeren hvordan oljen skal lukte og smake. Aromahjulet forteller dommeren hva slags anmerkning som kan gis for marine oljer og nomenklaturleksikonet viser

definisjonen på de ulike sensoriske egenskapene som benyttes til anmerkninger. Aromahjul og nomenklaturleksikon spesifiserer 16 lukt- og smaksegenskaper, 3 munnfølelser og 2 egenskaper tilknyttet viskositet. Eventuelt andre lukter eller smaker som ikke kan kategoriseres under disse hovedkategoriene skal føres inn under Annet i dommerskjema (vedlegg 6).

**Tabell 1 Aromahjul for marine oljer.**



**Tabell 2 Sensorisk nomenklaturleksikon som beskriver lukt, smak, munnfølelse og viskositet av marine oljer.**

Egenskap	Definisjon	Nøkkelord
Syrlig <sup>1</sup>	Relateres til en frisk lukt og smak som skyldes organiske syrer.	Sitrus og grønt eple
Nøtter og frø <sup>1</sup>	Relateres til lukt og smak av ferske nøtter og frø	Hasselnøtter, mandler og linfrø.

<sup>1</sup> Treningstandard utviklet, se vedlegg 3.

Smør <sup>1</sup>	Relateres til en rund, fyldig lukt og smak av meierismør	Klarnet smør og popcorn
Gress <sup>1</sup>	Relateres til smak av friskt gress.	Nyslått gress og grønn tomat.
Frukt <sup>1</sup>	Relateres til en søt, overmoden lukt og smak av frukt.	Melon, Modent eple, søt alkohol og emmen (kvalmende).
Urter	Relateres til lukt og smak av tørkede urter.	Rosmarin, oregano og røkelse.
Fisk	Relateres til lukt og smak av fersk fisk.	Sjø, tang, fjære, fet fisk, makrell og skalldyr
Bitter <sup>1</sup>	Relateres til en besk smak (koffein eller chinin).	Grapefrukt.
Vegetabilsk olje	Relateres til lukt og smak av vegetabilsk fett.	Margarin.
Støv	Relateres til lukt og smak av tørt støv.	Husstøv, papp og korn og høy.
Metall	Relateres til lukt og smak av metall (FeSO <sub>4</sub> ).	Metallspon, jern og blod.
Fermentert <sup>1</sup>	Relateres til lukt og smak av modnet fisk.	Tørrfisk, modnet fisk og råttent fiskeslo.
Harsk <sup>1</sup>	Relateres til lukt og smak av oksidert fett.	Maling, linolje og stearin.
Kjemikalie <sup>1</sup>	Relateres til lukt og smak av kjemikalier.	Lim, plastikk, syntetisk og kunstig.
Medisin <sup>1</sup>	Relateres til lukt og smak av medisin.	Apotek, tannlegekontor, sprit og såpe.
Prosess	Relateres til en lukt og smak av raffineringsprosessen.	Diesel, motorolje, brent olje og bleikejord.
Sterk	Relateres til en brennende følelse i munnhule.	Brennende, pepper og chilli.
Astringent <sup>1</sup>	Relateres til en snerpete følelse i munnhule.	Snerpete og tørr.
Pungent <sup>1</sup>	Relateres til en stikkende, harkende hostende følelse.	Kjemisk irritasjon.
Tynn	Relateres til en vannaktig lettflytende væske.	Vannaktig
Tykk	Relateres til en fyldig tyktflytende væske.	Tyktflytende

Hovedkategoriene (som bitter, syrlig osv) kan intensitets beskrives dersom dette er ønskelig. Mer info om generell utforming av aromahjul, nomenklaturleksikon og treningsstandarder er beskrevet Berg et al. (2000), NMKL:183 (2005), Delgado og Guinard (2011), Koch et al. (2012) og Monteleone og Langstaff (2014).

## 9. Bedømmelse og gjennomføring

Prøvene skal bedømmes for lukt og smak.

- Prøvene skal vurderes i oppsatt rekkefølge fra venstre mot høyre.
- Nøytraliser nesen ved å lukte på håndledd eller i albue før oppstart og mellom prøvene.
- Dommer løfter prøveglass opp til nesen, fjerner lokk og lukter umiddelbart på prøven. Avvik i lukt noteres i kvalitetskontrollskjema.
- Dommeren tar deretter en god munnfull olje (5-10 ml) i munnen og fordeler denne godt i munnhulen. Dra luft gjennom oljen for evaluering av smak og aroma.



- Spytt ut og vurder smak og munnfølelse. Skyll med lunket vann og spytt ut på nytt.
- Avvik på en prøve skal ikke påvirke analysen av neste prøve. Etter prøver med kraftige avvik i lukt og/eller smak må dommeren skylle godt og eventuelt kalibrere seg med referanseprøve.

Prøven bedømmes opp mot en forhånds etablert produktspesifikasjon ved hjelp av en skala fra 1-5 som vist i tabell 8.1 der 5 er ingen avvik og 1 er betydelig avvik. Det gis hele poeng. Fra poeng 3-1 skal avviket beskrives med ord i fra aromahjul og nomenklaturleksikon (vedlegg 2). Eksempler på dommerskjema finnes i vedlegg 6.

**Tabell 3 Poengskala for bedømming av marine oljer.**

Poeng	Beskrivelse (avvik fra sensorisk produktspesifikasjon)	Kvalitetskategori
5	Ingen avvik fra sensorisk produktspesifikasjonen	Samsvar med sensorisk produktspesifikasjon
4	Oljen avviker minimalt fra sensorisk produktspesifikasjonen	Svakt avvik fra sensorisk produktspesifikasjon, men handelsvare
3	Oljen avviker noe fra sensorisk produktspesifikasjonen	
2	Oljen avviker tydelig fra sensorisk produktspesifikasjonen	Vesentlig avvik fra sensorisk produktspesifikasjon, ikke handelsvare
1	Oljen avviker betydelig fra sensorisk produktspesifikasjonen	

### Kalibrering av dommere

Før den ordinære analysen starter skal en alltid kalibrere dommeren ved å servere en oppvarmingsprøve. Dette kan være en referanseolje og minimum 2 ordinære prøver. Dersom en bruker en produktspesifikasjon skjer kalibreringen kun på de ordinære prøvene. Kalibreringsprøvene skal bedømmes individuelt før dommerne samles og sammenligner resultatene sine, blir enig om poeng og eventuelle anmerkninger. Dersom dommerne er veldig uenige i bedømmelsen bør en kjøre kalibreringsrunden på nytt etter diskusjon for å verifisere.

Kalibreringsprøvene velges tilfeldig ut blant de prøvene som skal bedømmes. Alternativt kan en treningsstandard benyttes (vedlegg 3).

### Servering av prøvene

Server maks fire og fire prøver. Dersom en referanseolje benyttes, skal denne alltid serveres sammen med prøvene. Etter testing av de fire første prøver får dommeren en liten pause på 3-5 minutt der en kan ta en bit eple eller agurk for å skylle munnen. Dersom det skal bedømmes mange prøver skal dommeren ha en pause på minimum 30 minutt etter at 12 prøver er vurdert.

## **10. Gjennomgang og kontroll av resultatene<sup>2</sup>**

Etter at serie med prøver er bedømt, samler panelleder inn resultatene og kontrollerer for:

1. Forskjell i poeng og anmerkningsbruk mellom dommerne
2. Forskjell i poeng og anmerkningsbruk mellom gjentak av prøvene

Resultatene føres inn i protokollskjema (vedlegg 4).

### Forskjell i poeng og anmerkningsbruk mellom dommere

<sup>2</sup> Prosedyre for resultatbearbeiding er hentet i fra NMKL metode 183 (2005) Kvalitetskontrolltest av drikkevann.

Dersom dommernes poenggivning varierer  $\geq 2$  poeng for en prøve skal prøven bedømmes på nytt. Prøven gis nytt nummer og serveres uten opplysning om hvilke prøve det er. Resultatet i fra ombedømmelsen er det endelige resultatet. Er forskjellen etter ombedømmelsen fremdeles  $\geq 2$  skal panelleder anmerke det i resultatrapporten. Er det forskjell mellom dommernes bruk av anmerkninger, bruk den anmerking som minimum 40 % av dommerne har benyttet. Er det ingen enighet bør panelleder anmerke det i resultatrapporten. I tilfeller der det er uenighet bør dommer etter bedømmelse få anledning til å kalibrere seg ved å diskutere poeng og anmerkningsbruk. For ikke å påvirke resultatet er det viktig at alle diskusjoner skjer etter at prøvene er bedømt og har fått poeng og anmerkninger.

#### Forskjell i poeng og anmerkningsbruk mellom gjentak

Alle prøver som skal testes bør serveres i duplikat. Dersom gjennomsnittlig panelresultat mellom to gjentak er  $\geq 1,0$  poeng skal panelleder vurdere om hele eller deler av serien skal bedømmes på nytt. Dersom panelet stadig har avvik mellom dobbeltprøvene eller ikke oppnår enighet i anmerkingsbruken bør panelet få mer trening. Når hele serien er ferdig, bedømt og eventuelle ombedømmelser er utført, skal panelleder informere dommerne om resultatene og angi hvilke prøver som ble servert i duplikat.

## **11. Rapportering av resultat**

Det samlede panelresultatet for en prøve er gjennomsnittet av dommerens hele poeng. Når det gjennomsnittlige panelresultatet er  $< 4$  skal den ha en anmerking med avvik i henhold til nomenklatur. Bruk det avviket som minimum 40 % av dommerne har benyttet. Er det ingen enighet bør panelleder anmerke det i resultatrapporten.

- Dersom en prøve må bedømmes på nytt er det resultatet i fra ombedømmelsen som er det endelige resultatet.
- Dersom en prøve serveres i duplikat skal gjennomsnittsverdien rapporteres som det endelige resultatet.

## **12. Valideringen**

Tilpassing av sensorisk bedømmelse av marine oljer er gjennomført i 2013 og 2014 av en prosjektgruppe med representanter i fra BASF Brattvåg, Berg LipidTech, Denomega, Epax Norway, GC Rieber Oils, Pharma Marine, Nofima og Møreforskning. Arbeidet er finansiert med støtte i fra Møre og Romsdal Fylke. Møreforskning har hatt det koordinerende ansvaret. Metodesettet er validert av alle samarbeidspartnerne. Erfaringer fra bruk vil diskuteres og justeringer vil vurderes.

## **13. Referent**

Wenche Emblem Larssen, Møreforskning AS, har i samarbeid med Trygg Barnung (Møreforskning) og Anne Segtnan og Margrethe Hersleth (Nofima) tilpasset metoden og arrangert den kollaborative valideringen.

## **14. Referanser**

AOCS:Cg2 (2003). "Flavour panel evaluation of vegetable oils. AOCS Recommended Practis Cg 2-83." American Oil Chemists' Society.

AOCS (2003). "Flavour panel evaluation of vegetable oils. AOCS Recommended Practice Cg 2-83." American Oil Chemists' Society

Berg, E., K. Døving, B. Hauge, T. Kjeilen, P. Lea, E. Ludviksen, M. Rødbotten, O.-I. Skorbakk, S. Solem og R. Solheim (2000). Sensorisk analyse, bedømmelse av næringsmiddel. Gyldendal undervisning.

Delgado, C. og J. X. Guinard (2011). "Sensory properties of Californian and imported extra virgin olive oils." Journal of Food Science **76**(3): S170-S176.

Tepper, B. J., C. M. Christensen og J. Cao (2001). "Development of brief methods to classify individuals by PROP taster status." Physiology & behavior **73**(4): 571-577.

IDF:99C (1997). "Sensory evaluation of dairy products by scoring. International IDF Standard 99C:1997." International Dairy Federation

ISO:8586:1 (1993). "Sensory analysis—General guidance for selection, training and monitoring of assessors." International Organization for Standardization Geneva, Switzerland

ISO:8586:2 (2008). "Sensory analysis- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors, part 2 Expert sensory assessors." International Organisation for Standardisation. Geneva, Switzerland

ISO:8589 (2010). "Sensory analysis: General guidance for the design of the test rooms." International Organisation for Standardisation. Geneva, Switzerland

Koch, I. S., M. Muller, E. Joubert, M. van der Rijst og T. Næs (2012). "Sensory characterization of rooibos tea and the development of a rooibos sensory wheel and lexicon." Food Research International **46**(1): 217-228.

Lawless, H. T. og H. Heymann (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices. Second edition. Springer.

Monteleone, E. og S. A. Langstaff (2014). Olive Oil Sensory Science. First edition. Wiley Blackwell.

NMKL:16 (2005). "Sensorisk kvalitetskontroll, NMKL nr 16." Nordisk metodikkomité for næringsmidler.

NMKL:183 (2005). "Kvalitetskontrolltest av drikkevann. NMKL metode nr 183, 2005." Nordic committee on food analysis.

## Vedlegg 1 Produktspesifikasjon eller referanseolje

I en sensorisk kvalitetskontrolltest blir prøvene bedømt mot en produktspesifikasjon eller en referanseolje. Dommerne skal gi poeng basert på samsvar med eller avvik fra spesifikasjon/referanse.

## Produktspesifikasjon

Den sensoriske produktspesifikasjonen må være klar og angi maksimums- og minimumsgrense for hva som kan aksepteres. Grensene kan angis ved at en blir enige om akseptable og ikke akseptable nivå for produktets sensoriske egenskaper. Dette sikrer at eventuelle avvik blir beskrevet objektivt (NMKL:16 2005). Egenskapene kan grupperes i utseende, konsistens, lukt og smak, avhengig av hvilke produkt en jobber med, og skal beskrive hvordan produktet skal være, og ikke avvikene. Subjektive ord som for eksempel best, vakker, omtrent bør unngås. Produktspesifikasjon kan suppleres med bilder eller fargekart til hjelp i forbindelse med vurdering av utseende (NMKL:16 2005). Tabell 1 og 2 viser forslag på henholdsvis en visuell og en verbal sensorisk produktspesifikasjon.

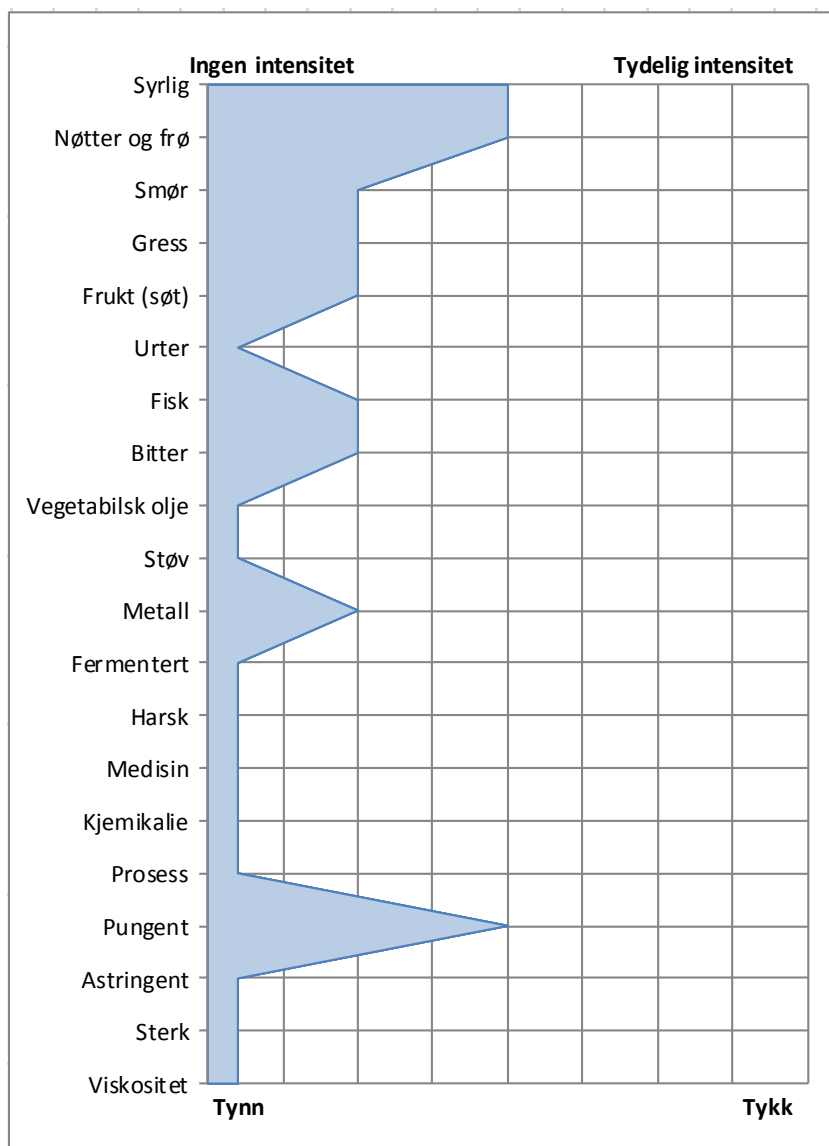
## Referanseolje

Et alternativ til en produktspesifikasjon er å benytte en referanseolje. Dette kan være:

- En nøytral olje fra planteriket, f.eks. solsikkeolje.
  - Fordelen med denne type olje er at den i teorien vil være nærmest lukt- og smaksfri.
  - Ulempene med å bruke en planteolje er at viskositeten vil være annerledes enn hos marine oljer, og noe egensmak vil alltid forekomme.
- En nøytral marin olje fra fersk råstoff, f.eks. fersk tran eller en «functional food» olje.
  - Fordelen med å bruke nøytral marin olje som standard er at viskositet vil være mer lik i forhold til planteolje, og en meget god olje skal i teorien også være nærmest lukt og smaksfri.
  - Ulempen vil være at det er vanskelig å holde oljen stabil mht. oksidasjon.

For begge alternativene så skal oljen fryses ned i passende batcher i mørke flasker. Flaskene fylles helt opp og flushes med nitrogen før en skrur på kork og fryser inn. Volumet må være tilpasset til at en kan tine en ny flaske for hver gang en skal kjøre en kvalitetskontroll. Standardene bør lagres på -80°C.

**Tabell 1. Eksempel på en visuell sensorisk produktspesifikasjon til marine oljer. Det blå feltet representerer grenseverdien for intensitet til de ulike luktene og smakene som kan godtåses uten at avvik bemerkes.**



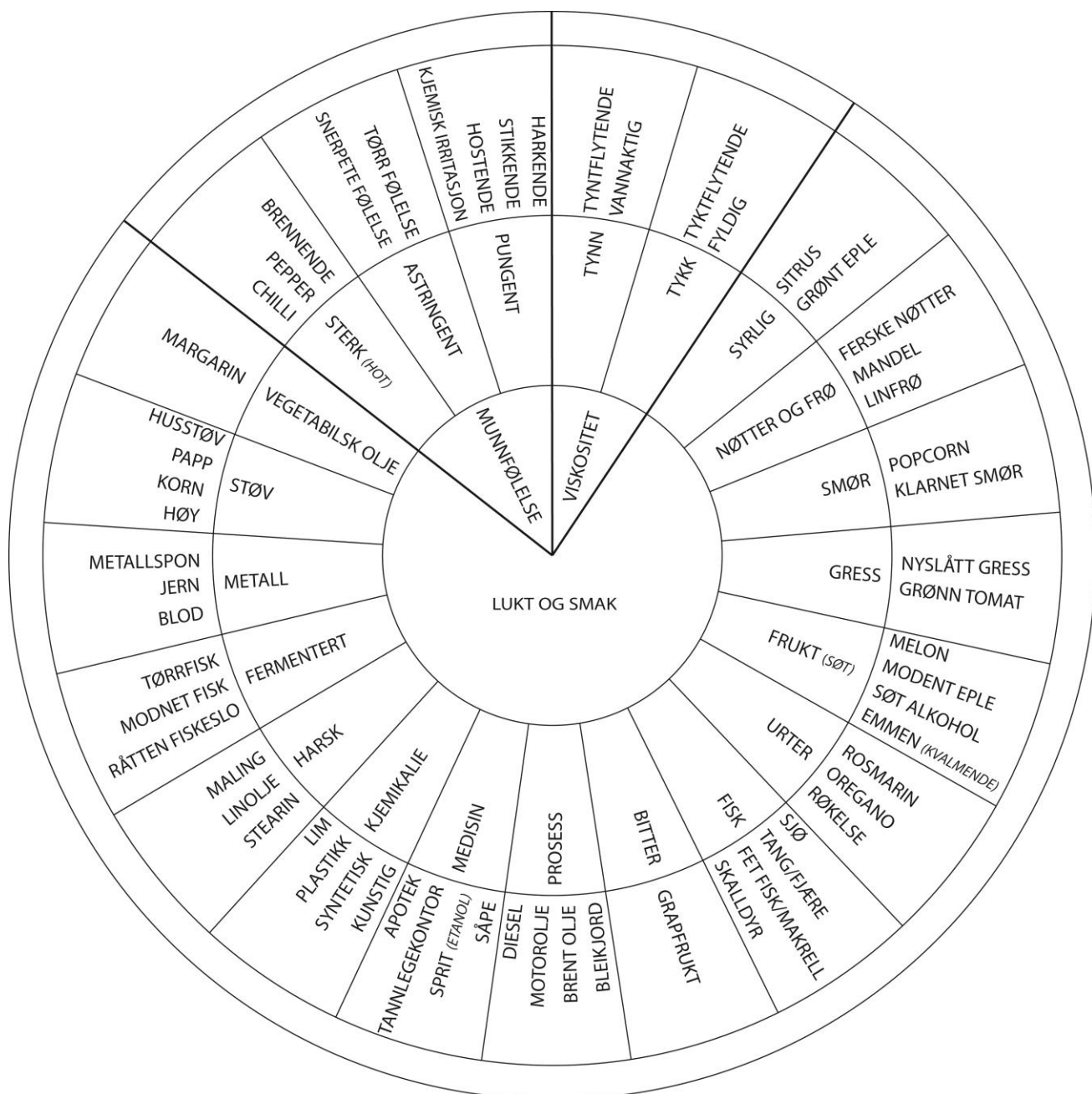
**Tabell 2. Eksempel på en verbal sensorisk produktspesifikasjon til en marin olje. Produkt-spesifikasjonene kan brukes som hjelp til en mental standard.**

Område	Spesifikasjon marine oljer
Lukt og smak	Moderat syrlig lukt og smak av smør og nøtt Antydning til lukt og smak av gress, frukt, fisk og metall Antydning til bitter ettersmak
Munnfølelse	Moderat pungent munnfølelse som kan gi en kjemisk irritasjon i halsen
Viskositet	Tyntflytende og vannaktig

## Vedlegg 2 Nomenklatur og aromahjul

En marin olje skal være uten fremtredende lukt og smak. Dersom prøven har avvikende lukt og smak i forhold til referansen, bruk følgende aromahjul eller nomenklaturleksikon til beskrivelse av avviket.

Tabell 1. Aromahjul for marine oljer



Tabell 2 Sensorisk nomenklaturleksikon som beskriver lukt, smak, munnfølelse og viskositet av marine oljer.

Egenskap	Definisjon	Nøkkelord
----------	------------	-----------

Syrlig	Relateres til en frisk lukt og smak som skyldes organiske syrer.	Sitrus og grønt eple
Nøtter og frø	Relateres til lukt og smak av ferske nøtter og frø	Hasselnøtter, mandler og linfrø.
Smør	Relateres til en rund, fyldig lukt og smak av meierismør	Klarnet smør og popcorn
Gress	Relateres til smak av friskt gress.	Nyslått gress og grønn tomat.
Frukt	Relateres til en søt, overmoden lukt og smak av frukt.	Melon, Modent eple, søt alkohol og emmen (kvalmende).
Urter	Relateres til lukt og smak av tørkede urter.	Rosmarin, oregano og røkelse.
Fisk	Relateres til lukt og smak av fersk fisk.	Sjø, tang, fjære, fet fisk, makrell og skalldyr
Bitter	Relateres til en besk smak (koffein eller kinin).	Grapefrukt.
Vegetabilsk olje	Relateres til lukt og smak av vegetabilsk fett.	Margarin.
Støv	Relateres til lukt og smak av tørt støv.	Husstøv, papp og korn og høy.
Metall	Relateres til lukt og smak av jernsulfid (FeSO <sub>4</sub> ).	Metallspon, jern og blod.
Fermentert	Relateres til lukt og smak av modnet fisk.	Tørrfisk, modnet fisk og råttent fiskeslo.
Harsk	Relateres til lukt og smak av oksidert fett.	Maling, linolje og stearin.
Kjemikalie	Relateres til lukt og smak av kjemikalier.	Lim, plastikk, syntetisk og kunstig.
Medisin	Relateres til lukt og smak av medisin.	Apotek, tannlegekontor, sprit og såpe.
Prosess	Relateres til en lukt og smak av raffineringsprosessen.	Diesel, motorolje, brent olje og bleikejord.
Sterk	Relateres til en brennende følelse i munnhule.	Brennende, pepper og chili.
Astringent	Relateres til en snerpete følelse i munnhule.	Snerpete og tørr.
Pungent	Relateres til en stikkende, harkende hostende følelse.	Kjemisk irritasjon.
Tynn	Relateres til en vannaktig lettflytende væske.	Vannaktig
Tykk	Relateres til en fyldig tyktflytende væske.	Tyktflytende

## Vedlegg 3 Tillaging av smakstilsatte oljer til trening av ulike aromaer

### Hensikt

Tilbereding av referansestoff for trening av dommere som skal bedømme lukt og smak i marine oljer.

### Gjennomføring

- Referanseprøvene benyttes for at panelet skal kunne trene seg opp til å gjenkjenne ulike lukter og smaker.
- Valgte lukter og smaker er representative lukter og smaker som kan forkomme i marine oljer.
- Tabell 1 viser en oversikt over utvalgte aromaer og oppskrift på hvordan referanse tillages.
- Benytt solsikkeolje av god kvalitet.
- Trimetylamen løses ikke i olje og en konsentrert løsning må lages i vann og emulgeres inn i oljen.
- Presentert resept er stamløsninger. Fortynnes for å kontrollere panelets terskelverdier.
- Smaking av prøve gjennomføres i henhold til pk.9 (s. 8)

**Tabell 1. Smakstilsatte oljer som kan benyttes som treningsstandard.**

Egenskap	Definisjon	Resept (stamløsning)	Kommentarr
Nøtt	Smak av ferske nøtter	6ml hasselnøttolje tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	
Gress	Lukt og smak som minner om nyslått gress	15 µl av 1-cis-3-hexenol tilsettes i 100ml solsikkeolje.	
Frukt	Lukt og smak av modne eple (mot alkohol)	100ul epleessens fra Panduro tilsettes i 100ml solsikkeolje.	
Syrlig	Lukt og smak av sitron eller sitrus	50ul sitronolje fra apoteket tilsettes i 100ml solsikkeolje.	
Fermentert	Lukt og smak av tørr eller modnet fisk	10g trimetylamen løses i 10ml dest. vann. 150ul av grunnløsningen tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	Stamløsning emulgeres i oljen.
Medisin	Lukt og smak av medisin (tannlegekontor)	2mg iodoform (tri-odo-methane) tilsettes 100 ml solsikkeolje.	
Kjemikalie	Lukt og smak av kjemikalie/plastikk	7,5 ul methylmetacrylate tilsettes i 100 ml solsikkeolje.	
Harsk	Lukt og smak av oksidert olje	100ml tran settes på røring i 2 døgn i romtemperatur.	
Smør	Lukt og smak av meierismør (popcorn)	5 µl 2,3 butandion tilsettes 100 ml solsikkeolje	
Bitter	Bitter smak	8-15 mg kinin diklorid tilsettes 100 ml solsikkeolje.	Blandes inn i oljen med ultraturax eller stavmikser.
Pungent	Hostende harkende følelse/ kjemisk irritasjon	0,2 mg capsaicin tilsettes 500 ml solsikkeolje	Må svelges ved uttesting.
Astringent	Tørrhet i munnen	0,15 g tannin syre tilsettes 100 ml solsikkeolje	Må svelges ved uttesting.



## SVARSKJEMA DOMMER

### GJENNKJENNINGSTEST TRENINGSSTANDARDER

Navn	Dato
------	------

Aromaer: sett inn de sensoriske egenskapene som skal testes (f.eks. nøtt, kjemi, smør, harsk)

Du har mottatt 4 ukjente kodede prøver med smakstilsatt olje eller vann.

Lukt og smak på prøvene en om gangen i den rekkefølgen de står i tabellen:

- Lukt på begrene ved å lette litt på lokket. Sett lokket på igjen, ikke la prøvene stå med lokket av.
- Ta en slurk eller en skje av oljen og fordel i munnhulen før du spytter ut igjen.
- Forsøk å plassere oppgitte aromaer til de ulike prøvene.
- Kommenter gjerne om det var lett eller vanskelig å gjenkjenne aromaen.
- For og «nullstille» luktesansen, lukt lett på håndbaken eller i albuen mellom hver prøve.
- Skyll munnen godt med vann mellom hver prøve.

Kode	Lukt/smak	Kommentar
780		
689		
182		
356		

Angi som anmerkning om du anser at din bedømmelse er nedsatt på grunn av for eksempel forkjølelse, allergi, graviditet osv.

## Vedlegg 4 Skjema for protokoll/driftsjournal

### Hensikt

Panelet skal ikke ha store avvik i poeng og anmerkningsbruk og må kunne gjenta seg selv. Overvåking av panelet er dermed viktig. Panelleder bør føre protokoll over enkeltdommerresultater og panelresultater slik at det er mulig å følge med på hvordan dommere og panel utvikler seg over tid. Panelleder skal jobbe kontinuerlig med forbedringer. Viser en dommer store avvik over tid skal dette tas opp med dommer og det må settes i gang tiltak for å justere dommerens bedømmelser.

Driftsjournal eller protokoll for dommere skal inneholde:

1. Oversikt over testede prøver (produksjonsnummer)
2. Skjema til registrering av temperatur
3. Oversikt over dommere og deres deltakelse i bedømmelser
4. Oversikt over dommernes repeterbarhet og korrigeringer
5. Oversikt over panelets repeterbarhet og korrigeringer

## RAPPORTERINGSSKJEMA TIL PROTOKOLLFØRING PANNELLEDER

### Eksempel for utfylling

PRØVERUNDE: 1	DATO: 01.02.14
Temperatur rom: 20 °C	Temperatur prøver: 21 °C
DELTAGENDE DOMMERE:  Kari, Per, Truls og Turid	

### Eksempel 1:

Prøve	Beskrivelse/ prod.nr .	Kode	Dommer	Type test	Poeng	Avvik	Differanse dommere	Gjennomsnitt panel	Differanse duplikat
1	10:50	135	Kari	Ordinær	3	Fisk	<2	2,75	<1
1	10:50	135	Per	Ordinær	2				
1	10:50	135	Truls	Ordinær	3	Fisk			
1	10:50	135	Turid	Ordinær	3	Harsk			
1	10:50	435	Kari	Duplikat	2			2,5	
1	10:50	435	Per	Duplikat	2				
1	10:50	435	Truls	Duplikat	3	Fisk			
1	10:50	435	Turid	Duplikat	3	Fisk			

Differanse mellom dommere <2 = ombedømmelse ikke nødvendig

Differanse mellom duplikat < 1 = ombedømmelse ikke nødvendig

Avvik: > 40 % sier Fisk. Fisk rapporteres

### Eksempel 2:

Prøve	Beskrivelse	Kode	Dommer	Type test	Poeng	Avvik	Differanse dommere	Gjennomsnitt panel	Differanse duplikat
1	10:50	135	Kari	Ordinær	3	Fisk	≥2	2,25	>1
1	10:50	135	Per	Ordinær	2	Harsk			
1	10:50	135	Truls	Ordinær	3	Fisk			
1	10:50	135	Turid	Ordinær	1	Harsk			
1	10:50	435	Kari	Duplikat	3	Fisk		2,75	
1	10:50	435	Per	Duplikat	2	Harsk			
1	10:50	435	Truls	Duplikat	3	Fisk			
1	10:50	435	Turid	Duplikat	3	Harsk			

Differanse mellom dommere ≥2 = ombedømmelse nødvendig

Differanse mellom duplikat < 1 = ombedømmelse nødvendig

Avvik: <40 % sier samme avvik = ombedømmelse vurderes

## Vedlegg 5 Rekruttering og utvelgelse av panel

### Grunnsmakstesting

#### Hensikt

Gi panelleder informasjon om de enkelte dommernes evne til å gjenkjenne de aktuelle grunnsmakene, samtidig som den kan bevisstgjøre og motivere dommerne i forhold til utførelse av sensoriske analyser.

#### Gjennomføring

- Testen utføres i to omganger i løpet av en-to dager. Dersom dette ikke er mulig må nye smaksløsninger lages før ny test kan gjennomføres. Dette fordi smaksløsningene er ustabile over tid. Om omgangene kjøres samme dag, må det minimum være to timer mellom avsluttet første omgang til start på andre omgang.
- Prøvene serveres ved romtemperatur. Prøvene bør derfor lages dagen før testen.
- Skyllevannet må være fra samme kilde som prøvene løses i.
- Svarskjema som benyttes gjennomgås muntlig med dommerne, her kan uklarheter oppklares.
- En kjører først en omgang med kjente prøver for at dommerne skal prøve å huske de smakene de skal teste.
- Så kjøres en omgang med ukjente prøver.

**Tabell 1. Grunnløsninger som benyttes**

Grunnløsninger		
Søt	10 % sukrose	50 g sukrose/500 ml vann
Salt	10 % salt	10 g NaCl/100 ml vann
Sur	10 % sitronsyre	10 g sitronsyre/100 ml vann
Bitter	0,1 % koffein	1 g koffein/100 ml vann
Umami	5 % natriumglutamat	25 g/500 ml vann

**Tabell 2. Fortynninger som benyttes**

Fortynninger: Antall ml av grunnløsningene som fortynnes opp til 1000 ml				
Sukrose	Salt	Sitronsyre	Koffein	Natriumglutamat
40 ml (0,4 %)	3 ml (0,03 %)	1,0 ml (0,010 %)	140 ml (0,014 %)	40 ml (0,2 %)
60 ml (0,6 %)	6 ml (0,06 %)	1,5 ml (0,015 %)	270 ml (0,027 %)	60 ml (0,3 %)

- I første omgang serveres den prøven med høyest konsentrasjon (merket grå i tabell 2). Prøven benyttes som referanseprøver på grunnsmakene søt, salt, sur, bitter og umami og er merket med smakene.
- Dommeren får delt ut disse sammen med en blindprøve (vann) for å bli kjent med de forskjellige smakene.
- I andre omgang får dommeren utdelt alle de 10 prøvene + en blindprøve med vann. De ukjente prøvene er merket med en tresifret kode.
- Det skal deles ut 25 ml av hver løsning. NB! Det trengs dobbel mengde av den sterkeste konsentrasjonen av de forskjellige løsningene da denne blir servert både som kjent og ukjent prøve.

Eks: Nummer prøver

Nr	Søtt	N	Salt	N	Surt	N	Bittert	Nr	Umami	Nr	Vann
1	0,4 %	3	0,03 %	5	0,010 %	7	0,014 %	9	0,2 %	11	100 %
2	0,6 %	4	0,06 %	6	0,015 %	8	0,027 %	10	0,3 %		

Eks: Koding av prøver

1. omgang			2. omgang		
smak	nr	kode	smak	nr	kode
Salt	3	397	Bitter	8	355
Surt	6	280	Salt	4	279
Umami	9	976	Søt	1	998
Bitter	7	520	Vann	11	534
Bitter	8	527	Bitter	7	654
Surt	5	153	Umami	9	175
Søt	1	411	Søt	2	421
Umami	10	822	Salt	3	312
Vann	11	958	Surt	5	762
Salt	4	234	Surt	6	873
Søt	2	773	Umami	10	059

## SVARSKJEMA DOMMER

### GRUNNSMAKSTEST

Navn	Dato	Omgang nr. 1
------	------	--------------

Du har fått utdelt 6 kjente prøver:

1. Søt	4. Vann
2. Salt	5. Bitter
3. Surt	6. Umami

Smak på prøvene, prøv og husk hvordan de smakte.

*Skyll munnen mellom hver prøve du smaker på! Spytt ut både prøven og skyllevannet, så blir du ikke så fort trøtt.*

Sett disse prøvene til side, gå ikke tilbake for å smake på dem igjen.

Du har så fått utdelt 11 ukjent kodede prøver. Smak på disse prøvene, en om gangen og i den rekkefølgen de står i tabellen under. Angi for hver prøve om det smaker vann, søtt, salt, surt, bittert eller umami.

Prøvene serveres i tilfeldig rekkefølge, så det «lønner» seg ikke å forsøke å finne noe system.

Kode	Smak	Kode	Smak
397		411	
280		822	
976		958	
520		234	
527		773	
153			

Angi som anmerkning om du anser at din bedømmelseevne er nedsatt på grunn av for eksempel forkjølelse, allergi, graviditet osv.

Noe redusert smakssans pga: \_\_\_\_\_

## Gjenkjenningstest

### Hensikt

Gi panelleder informasjon om de enkelte dommernes evne til å gjenkjenne lukter.

### Gjennomføring

- Dommerne skal testes for gjenkjenning av 5 forskjellig lukter, kanel, vanilje, harskt, rosmarin og gress.
- Prøver blir lagt ugjennomsiktige plastbeger med tett lokk. Før lokket settes på festes et stykke gasbind over åpningen. Det skal ikke være mulig å se hva begeret inneholder.
- Mengde prøver i begrene se tabell 1.

**Tabell 1 Oversikt materiale og merking av beger for lukt-test**

Lukt	Mengde ingrediens	Merke	Kode
Kanel	2 cm kanelstang	1	520
Vanilje	2 cm vaniljestang	2	527
Harsk	1 ss oksidert matolje (evt. terrassebeis)	3	153
Rosmarin	1 ts tørket rosmarin som knuses litt (evt. liten kvist frisk rosmarin)	4	822
Gress	1 ss oppklipt grønt gress	5	411

- Begrene merkes og kodes, se tabell over.
- Svarskjema som benyttes går gjennom muntlig med dommerne, her kan uklarheter oppklares.

## SVARSKJEMA DOMMER

### LUKT - GJENNKJENNINGSTEST

Navn	Dato
------	------

For og «nullstille» luktesansen, lukt lett på håndbaken din. Dette kan du gjøre mellom hver prøve du lukter på. Lukt på begrene ved å lette litt på lokket. Sett lokket på igjen, ikke la prøvene stå med lokket av.

Du har fått utdelt 5 ukjente kodede prøver lukt på prøvene en om gangen i den rekkefølgen de står i tabellen under. Angi for hver prøve hvilken lukt du kjenner.

Kode	Lukt
520	
527	
153	
411	
822	

Angi som anmerkning om du anser at din bedømmelseevne er nedsatt på grunn av for eksempel forkjølelse, allergi, graviditet osv.

Noe redusert luktesans pga: \_\_\_\_\_



## Test for evne til å beskrive et produkt

### **Hensikt**

Gi panelleder informasjon om de enkelte dommernes evne til å beskrive et produkt ved hjelp av egne ord.

### **Gjennomføring**

- Dommerne skal testes for evne til å beskrive et produkt basert på egne ord og assosiasjoner.
- Eksempelvis kan en dele ut en prøve med fiskesaus, eller en fårepølsebit, eller noe smoothie. Kun fantasien setter begrensninger.
- Dommerkandidatene skal så beskrive produktet de har fått ut ved hjelp av sansene sine. Hva lukter det, hva smaker det, konsistens og utseende.
- Svarskjema som benyttes går gjennom muntlig med dommerne.

## SVARSKJEMA DOMMER

### TEST FOR EVNE TIL Å BESKRIVE ET PRODUKT

Navn	Dato
------	------

Vurder produktet ved hjelp av sansene dine. Lukt, smak og vurder konsistens og farge på produktet og beskriv det ved hjelp av egne ord.

Kode	Utseende	Lukt	Smak	Konsistens	Lyd?
Produkt x					

Angi som anmerkning om du anser at din bedømmelseevne er nedsatt på grunn av for eksempel forkjølelse, allergi, graviditet osv.

Noe redusert lukte- og smakssans pga: \_\_\_\_\_

## PROP-test

### Hensikt

Metoden er en en-løsnings test og er hentet i fra Tepper et al. (2001). Prinsippet er å undersøke om en dommer er supersmaker, smaker eller non-smaker..

### Gjennomføring

- Testen utføres i to omganger, i løpet av en-to dager. Dersom dette ikke er mulig, må nye løsninger lages, siden smaksløsningene er ustabile over tid.
- De ukjente prøvene merkes med koder.
- Prøvene serveres i romtemperatur, 10 ml til hver dommer.
- Skyllenvannet må være fra samme kilde som prøvene løses i.
- Svartskjemaet bør gås gjennom muntlig med dommerne, slik at eventuelle uklarheter kan oppklares.

**Tabell 1. Tillaging av løsninger**

Løsning		
6-propyl-2-thiouracil (PROP)	0,32 M	54,464g PROP/1000 ml vann
NaCl	0,1 M	58,44g NaCl/1000 ml vann

For utvidet testing og resultatbearbeiding se Tepper et al. (2001)

## SVARSKJEMA DOMMER

### PROP –TEST

Navn	Dato
------	------

- Du har fått utdelt to ukjente prøver
- Smak på en og en prøve, skyll godt mellom hver prøve. **Prøven skal ikke svelges.**
- Intensiteten på prøven skal plasseres med et merke på skalaen.
- Vent 45 sekund før du smaker på neste prøve
- Når du angir intensiteten, tenk deg denne i forhold til styrken på alle smaksopplevelsene du har hatt under normale forhold. «Aller sterkes tenkelig» vil derfor spille tilbake på den mest intense smaksopplevelsen du har puttet i munnen. Dette inkluderer smaks- og munnfølelsesopplevelser som kan komme fra varm og kald mat og drikke, krydder og krydret mat, tannpasta, medisiner osv.

#### Prøve 346

Så vidt merkbar	Svak	Sterk	Svært sterk	Aller sterkest tenkelig

#### Prøve 842

Så vidt merkbar	Svak	Sterk	Svært sterk	Aller sterkest tenkelig

Angi som anmerkning om du anser din bedømmelse som nedsatt på grunn av f.eks forkjølelse, allergi, graviditet osv.

Noe redusert smak pga: \_\_\_\_\_

## Vedlegg 6 Dommerskjema- kvalitetskontroll

### Hensikt

Kvalitetsgradering av marine oljer ved sammenligning mot referanse.

### Gjennomføring

- Grader oljen fra 1-5 basert på skala for lukt og smak. Det skal brukes hele poeng.
- Første 2 prøvene er oppvarmingsprøver og benyttes sammen med en evt. referansestandard for å kalibrere panelet (tabell 1).
- Når panelet er kalibrert starter hoveduttestingen.
- Dersom prøven har egenskaper som skiller seg svakt, moderat eller sterkt i fra standard skal disse egenskapene anmerkes ved bruk av ord i nomenklaturen.
- Smaking av prøve gjennomføres i henhold til pk.8 (s. 5)

### Poengskala for bedømming av marine oljer.

Poeng	Beskrivelse (avvik fra sensorisk produktspesifikasjon)	Kvalitetskategori
5	Ingen avvik fra sensorisk produktspesifikasjonen	Samsvar med sensorisk produktspesifikasjon
4	Oljen avviker minimalt fra sensorisk produktspesifikasjonen	Svakt avvik fra sensorisk produktspesifikasjon, men handelsvare
3	Oljen avviker noe fra sensorisk produktspesifikasjonen	
2	Oljen avviker tydelig fra sensorisk produktspesifikasjonen	Vesentlig avvik fra sensorisk produktspesifikasjon, ikke handelsvare
1	Oljen avviker betydelig fra sensorisk produktspesifikasjonen	

Tabell 1 Oppvarmingsprøve; kalibrering

Prøvenr	Poeng	Anmerkning lukt/smak	Anmerkning munnfølelse	Annet
1				
2				

Tabell 2 Prøverunde

Prøvenr	Poeng	Anmerkning lukt/smak	Anmerkning munnfølelse	Annet
1				
2				
3				
4				
3 minutt pause				
5				
6				
7				
8				
3 minutt pause				
9				
10				
11				
12				
30 min pause				

## Vedlegg 7 Instruks til dommer

### Hensikt

I sensorisk analyse er det sansene våre, lukt, smak, syn, hørsel og følelse som er analyseinstrumentet. Det er viktig at instrumentet er kalibrert og fungerer tilfredsstillende upåvirket av utenforliggende forhold. Den enkelte dommer må derfor ta hensyn og følge de instruksjoner som analysen krever.

### Forberedelse og gjennomføring

Før bedømmelse:

- Ikke bruk såpe, deodorant eller parfyme som har sterk lukt
- Ikke bruk lepestift el. som kan sette smak på prøven
- Ikke røyk eller snus siste time før testing, og tilse at heller ikke klærne dine lukter røyk testdagen.
- Gi beskjed til panelleder om du er i dårlig form pga. forkjølelse, hodepine eller om du er gravid ect.
- Ikke spis eller drikk annet enn vann i den siste timen før bedømmelsen
- Sørg for at du har avsatt nok tid for bedømmelsen.

Under bedømmelse:

- Vær oppmerksom og konsentrert, si fra hvis noe er uklart.
- Ikke prat unødvendig. Unngå kommentarer, sukking, grimaser. Dette kan påvirke de andre dommerne.

## VEDLEGG 2

Gjennomsnittstall generert gjennom sensorisk profilering, måling av oksidasjon og fettstyreprofil.

Kode	Benevning	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Syrlig L		2,18	2,31	2,24	1,18	1,95	2,37	2,77	2,89	3,18	2,62	1,82	2,01	2,79	3,12	2,22	2,30	1,28	1,65	2,56	2,81
Støv L		1,59	1,67	1,76	2,13	1,66	1,75	1,62	1,60	1,69	1,52	1,72	1,47	1,27	1,37	1,61	1,51	1,41	1,62	1,57	1,55
Smør L		1,20	1,13	1,16	1,07	2,28	2,49	1,45	2,13	2,32	1,43	1,14	1,56	1,49	1,33	1,56	1,28	1,16	1,03	1,94	1,23
Fisk L		3,34	4,06	3,21	4,57	2,99	2,60	1,17	1,23	1,04	1,03	3,57	1,82	1,48	1,69	1,58	3,61	5,85	4,67	2,83	3,01
Metall L		3,64	4,14	4,32	4,09	3,63	3,64	1,78	1,69	2,08	1,54	4,31	2,88	2,47	2,23	2,91	3,82	4,34	4,72	3,63	3,62
Brent L		1,62	1,31	1,61	3,58	1,72	1,66	1,19	1,73	1,53	1,02	1,67	2,64	1,02	1,02	2,22	1,16	1,91	1,28	1,46	1,19
Prosess L		3,67	3,76	4,54	6,58	3,33	3,32	1,08	1,12	1,02	1,03	4,90	2,36	1,41	1,22	2,92	2,54	3,57	3,52	1,74	3,04
Kjemi L		2,23	2,29	2,09	2,23	1,66	1,85	1,02	1,17	1,24	1,01	2,64	1,04	1,02	1,02	1,22	1,38	1,20	1,63	1,78	1,34
Harsk L		3,56	3,30	3,03	5,24	2,89	3,15	1,17	1,02	1,25	1,14	4,17	1,71	1,13	1,06	1,53	2,87	4,41	4,37	3,22	2,18
Syrlig S		1,97	2,00	2,07	1,09	1,99	2,08	4,21	3,24	3,24	3,64	1,54	1,94	3,32	3,66	2,02	2,01	1,39	1,60	2,77	2,37
Smør S		1,43	1,23	1,32	1,18	2,32	2,56	3,42	2,79	3,09	3,05	1,21	1,91	2,37	2,34	1,59	1,48	1,16	1,24	2,33	1,49
Gress S		1,38	1,35	1,25	1,04	1,28	1,35	1,87	1,71	1,59	1,78	1,12	1,21	1,81	1,66	1,32	1,14	1,05	1,20	1,44	1,45
Fisk S		3,71	4,42	3,78	4,16	3,07	2,68	1,10	1,06	1,04	1,02	3,27	1,71	1,82	1,84	1,56	3,90	5,26	5,17	2,61	3,47
Metall S		3,93	4,39	4,35	4,17	3,89	3,71	2,39	2,68	2,37	2,26	4,22	3,24	2,78	2,69	3,19	3,98	4,32	4,73	3,61	3,96
Nøtt S		1,22	1,24	1,11	1,19	1,51	1,91	3,26	2,52	2,76	3,02	1,14	1,74	2,29	2,04	1,76	1,33	1,19	1,18	2,19	1,28
Brent S		1,80	1,58	1,83	4,39	2,18	2,32	1,25	2,13	2,01	1,31	2,35	2,69	1,34	1,03	2,54	1,56	1,88	1,44	1,82	1,77
Fermentert S		1,54	1,84	1,56	3,54	1,86	1,79	1,03	1,04	1,02	1,03	1,96	1,39	1,04	1,07	1,32	1,60	3,23	2,15	2,12	1,46
Emmen S		1,89	1,96	1,98	3,62	2,26	2,11	1,33	1,44	1,45	1,28	2,72	1,97	1,24	1,22	1,89	1,46	1,65	1,54	2,53	2,07
Prosess S		4,81	4,76	5,14	7,17	4,22	4,13	1,13	1,27	1,33	1,29	5,23	3,24	1,76	1,37	3,73	3,42	3,66	3,46	2,32	4,82
Kjemi S		2,08	2,04	2,07	2,65	1,87	2,47	1,34	1,87	1,68	1,20	2,34	1,44	1,30	1,21	1,37	1,41	1,18	1,27	1,75	1,83
Harsk S		3,71	3,56	3,35	5,19	3,68	3,22	1,49	1,40	1,60	1,58	4,39	2,01	1,22	1,21	1,83	3,24	4,30	4,44	2,63	2,99
Pungent S		3,44	3,36	3,44	3,53	4,37	4,16	2,41	2,98	3,18	2,46	4,15	3,82	2,66	2,79	3,58	2,76	3,04	3,27	3,46	3,32
peroksidtall	Mequiv/kg	5,62	5,45	3,88	3,10	3,99	3,74	0,22	0,00	0,00	0,00	3,68	0,94	1,00	0,68	1,63	2,38	2,25	3,04	6,11	6,12
anisidintall		3,03	3,24	3,57	11,40	6,98	5,09	1,85	0,83	2,30	1,99	15,04	1,77	1,47	1,58	1,06	5,95	5,69	5,68	9,82	10,27
Totoks		14,27	14,15	11,32	17,61	14,96	12,57	2,28	0,83	2,30	1,99	22,41	3,66	3,46	2,95	4,31	10,71	10,20	11,76	22,04	22,50
Frie fettstyre	g/100 g	0,23	0,29	0,31	0,81	1,77	1,53	0,08	0,19	0,13	0,08	0,18	0,15	0,12	0,11	0,18	0,10	0,13	0,34	0,22	1,40
C20:5n-3 EPA	mg/g	51,4	51,5	51,5	20,9	36,9	35,3	8,9	9,9	9,9	9,0	47,9	48,0	35,8	35,9	47,9	16,1	16,0	37,2	17,5	24,6
C22:6n-3 DHA	mg/g	14,1	14,0	14,0	14,3	23,4	34,6	10,4	12,9	12,9	10,5	24,7	8,3	24,8	24,7	8,2	57,2	57,3	27,4	43,3	35,9
Propanal	ng/g	25,4	56,4	78,0	0,0	184,8	101,3	17,3	14,1	5,9	9,9	41,8	64,0	19,8	118,6	56,1	129,8	164,1	90,4	50,7	103,0
2-Propanal	ng/g	86,0	140,0	177,2	0,0	183,8	165,8	11,3	0,0	5,4	13,8	0,0	227,9	126,8	786,6	223,0	579,3	411,6	0,0	128,0	229,1
Butanal	ng/g	12,4	13,9	15,4	294,7	45,4	50,0	7,6	0,0	0,0	3,4	20,9	25,5	7,6	28,0	34,5	58,6	57,3	46,2	24,3	6,3
Pentanal	ng/g	2,8	3,9	7,0	109,1	139,9	43,8	28,5	59,7	25,5	9,1	0,0	0,0	23,2	22,7	4,4	94,9	232,1	190,0	141,5	36,5
2-Butenal, (E)-	ng/g	0,0	0,0	0,0	106,5	2,1	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	73,6	24,0	15,0	130,4	17,2	156,6	94,1	73,6	15,2	20,6
Disulfide, dimethyl	ng/g	0,0	0,0	0,0	321,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hexanal	ng/g	19,6	30,4	39,8	852,4	182,3	143,0	28,4	20,6	10,5	14,5	83,7	49,3	16,8	74,0	74,4	21,7	39,5	33,9	27,3	54,2
2,4-Heptadienal, (E,E)-2	ng/g	519,0	417,0	481,0	414,4	186,9	126,5	0,0	0,0	0,0	0,0	871,6	198,3	0,0	0,0	139,2	14,8	12,2	119,6	0,0	22,4
2,4-Octadienal, (E,E)-2	ng/g	20,0	8,4	16,2	126,0	6,8	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,6-Nonadienal, (E,Z)-	ng/g	32,4	17,8	27,4	174,4	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	125,9	16,8	0,0	0,0	6,8	0,0	7,5	7,6	0,0	0,0
2,4-Octadienal, (E,E)-	ng/g	1,9	0,0	2,4	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Nonenal, (E)-	ng/g	20,3	9,1	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,9	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,4-Hexadienal, (E,E)-2	ng/g	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,4-Heptadienal, (E,E)-	ng/g	216,8	111,8	156,2	104,6	449,3	221,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1663,8	104,8	9,5	0,0	65,5	25,4	37,5	922,5	17,2	116,7
2-Octenal, (E)-	ng/g	0,0	0,0	0,0	267,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,2	33,4	0,0	0,0	21,7	0,0	4,0	4,0	0,0	3,0
4-Heptenal2	ng/g	0,0	0,0	0,0	190,1	50,2	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	0,0	39,4	7,2	0,0	0,0
2,4-Hexadienal, (E,E)-	ng/g	0,0	0,0	0,0	48,1	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	0,0	10,7	0,0	4,4	4,8	0,0	1,9
Nonanal	ng/g	0,0	0,0	0,0	74,0	0,0	0,0	21,3	27,6	14,1	12,9	0,0	0,0	10,4	20,0	8,9	19,5	17,7	0,0	16,5	0,0
Dimethyl trisulfide	ng/g	0,0	0,0	0,0	37,0	17,2	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Heptenal, (Z)-	ng/g	58,1	47,2	60,1	354,9	27,3	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	140,8	75,7	5,6	0,0	110,6	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2
Octanal	ng/g	2,4	2,0	2,7	225,7	22,0	19,9	14,0	0,0	0,0	0,0	11,3	3,9	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	4,6	3,1	0,0
4-Heptenal	ng/g	0,0	0,0	0,0	73,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Hexenal, (E)-	ng/g	166,4	152,9	167,8	1040,2	24,7	21,3	0,0	0,0	6,0	5,9	719,9	168,3	6,7	0,0	238,3	16,0	8,9	9,8	15,6	5,0
2-Pentenal, (E)-	ng/g	254,2	247,1	272,6	708,5	116,0	80,0	14,1	21,8	0,0	8,5	512,9	323,9	41,2	90,5	435,1	243,7	190,8	184,8	82,0	48,8
3-Hexenal, (Z)-	ng/g	4,7	5,6	6,9	7,8	51,2	35,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	4,8	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	12,2	0,0	9,8
1-Penten-3-ol	ng/g	308,4	513,0	547,5	432,4	701,9	486,6	22,8	17,9	6,1	10,1	499,7	601,9	193,2	1267,4	408,8	1595,6	818,8	619,8	195,5	410,3
Heptanal	ng/g	2,5	2,2	3,3	0,0	22,6	21,3	6,3	0,0	0,0	3,5	3,3	5,0	0,0	0,0	10,1	6,6	5,5	6,6	6,1	2,6
Heptanoic acid, EE	ng/g	394,2	394,5	395,0	396,2	397,3	391,5	389,0	398,4	393,5	394,1	393,5	394,7	391,9	395,4	397,2	394,6	396,4	392,4	392,6	394,8
Totale volatiles		2147,3	2172,8	2471,7	6364,6	2824,1	2014,4	560,5	560,1	467,0	485,7	5256,6	2345,0	872,6	2933,5	2273,5	3370,9	2498,5	2757,5	1124,3	1476,3

## VEDLEGG 3

Oversikt over kjemikalier og oljer benyttet i til peroksid, anisidin, frie fettsyrer, fettsyreprofil og treningsstandarder. Analyse av flyktige komponenter ved Nofima og er ikke vist i tabellen.

Navn	Formel	Forhandler	Produsent	Varenummer
1,3-Di phenyl-2-Propanone, >=98%		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	W239704
2-3 Butandione		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma-Aldrich	B85307
Aluminium potassium sulfat dodecahydrate AlKO <sub>8</sub> x2H <sub>2</sub> O		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	237086-100g
Boron tri fluorid-menthanol solution		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Aldrich	B1252
Butylamine >=99%	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> N	<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	W313009
Capsaicin	C <sub>18</sub> H <sub>27</sub> NO <sub>3</sub>	<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	12084-10Mg-F
cis-3-Hexen-1-ol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> OH	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	828-96-1
Coffein	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	102584
Eddiksyre	CH <sub>2</sub> COOH	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	1.99061.9025
Epleessens		Bok og Media	Panduro	2068225-119
Etanol 2 % metylisobutylketon		ARCUS	ARCUS	
Eter	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	8.02932.0250
Hasselhøttolje		Spar	Aarhus Karlshamm	
Iodoform		<a href="http://www.alfa.com/">http://www.alfa.com/</a>	Alfa Aesar	A-13664
Isooktan	CH <sub>3</sub> C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>3</sub>	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	115440
Jernsulfat	FeSO <sub>4</sub>	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Pro labo	24246.295
Kaliumhydroksyd	KOH 1 mol/l	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	111978
Kaliumjodid	KI	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	1.05043.43.0250
Kinin		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	Q-1878
Kloroform	CHCl <sub>3</sub>	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	8.22265.2500
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	52548-25
Metylmetakrylat	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	<a href="http://www.alfa.com/">http://www.alfa.com/</a>	Alfa Aesar	A13030
Natrium klorid Sigma	NaCl	<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	S-7653
Natriumhydroksid	NaOH	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Analar	102525P
Natriumkarbonat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	1.06392.0500
p-Anisidin		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Aldrich	A88255
Phenophalinløsning 1%		<a href="https://no.vwr.com/app/Home">https://no.vwr.com/app/Home</a>	Merck	1.07227
Sitronolje		Vitus apotek	Norsk medisinal depot	310805
Solsikkeolje		Bunnpris	Bunnpris (Tyskland)	
Tannic acid	C <sub>76</sub> H <sub>52</sub> O <sub>46</sub>	<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	403040-50G
Trimetylammin 98%		<a href="http://www.alfa.com/">http://www.alfa.com/</a>	Alfa Aesar	LO4718
α-amylase from hog pancreas		<a href="http://www.sigmaaldrich.com/norway.html">http://www.sigmaaldrich.com/norway.html</a>	Sigma	10080







Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)