

---

RAPPORT NR. 15-06 | Annelise Chapman, Pierrick Stévant, Wenche Emblem Larssen

---

# POTENSIAL FOR MAKROALGER SOM MAT I EN NORDISK SAMMENHENG



---

<b>TITTEL</b>	POTENSIAL FOR MAKROALGER SOM MAT I EN NORDISK SAMMENHENG
<b>FORFATTER(E)</b>	Annelise Chapman, Pierrick Stévant, Wenche Emblem Larssen
<b>PROSJEKTLEDER</b>	Annelise Chapman
<b>RAPPORT NR.</b>	15-06
<b>SIDER</b>	49
<b>PROSJEKTNUMMER</b>	54743
<b>PROSJEKTITTEL</b>	ALSMÅK – ALger: Sunn MÅt fra Kysten
<b>OPPDRAGSGIVER</b>	Regional Forskningsfond Midt-Norge
<b>ANSVARLEG UTGIVAR</b>	Møreforskning
<b>ISSN</b>	0804-5380
<b>DISTRIBUSJON</b>	Åpen
<b>GODKJENT AV</b>	Agnes Gundersen, forskningssjef, Møreforskning AS
<b>NØKKEWORD</b>	Makroalger, tang og tare, sensorikk, mat, innovasjon, nordisk, matpreferanse

---

## **SAMMENDRAG**

ALSMÅK prosjektet er et første steg mot å synliggjøre de ulike muligheter til tang og tare i matlaging med nordisk fokus og påpeke potensiale for alger som marin ressurs til mat, både for enkeltpersoner og næringer. ALSMÅK har hatt som mål å (i) vise fram potensialet for makroalger som mat, (ii) eksponere potensielle kunder for en ny matopplevelse basert på alger, (iii) utvikle matretter og bruksområder, der makroalger inngår som en viktig del i det nye nordiske kjøkkenet, og (iv) undersøke framtidig bruk av makroalger som «sjø-grønnsaker» eller ingredienser i matlaging i Norge.

---

© Forfatter/Møreforskning Marin

Forskriftene i åndsverksloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller i fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Marin er all annen eksemplarframstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

---



---

## FORORD

---

Et stort engasjement fra ansatte hos Møreforsking, Klippfiskakademiet og Atlanterhavsparken har ført til at forprosjektet ««ALSMAK – ALger: Sunn MAat fra Kysten» har blitt en stor suksess. Prosjektet har vært finansiert av Regionale Forskingsfond (RFF) region MIDT.

Intervjuene av Pierrick Le Roux, Catherine Le Joncour, Henri Courtois (Algues Service), Elodie Gahinet (Aleor), Philippe Potin, Monique Ras (Station Biologique de Roscoff), Ronan Pierre (CEVA), Celine Liret og Claude Le Milinaire (Océanopolis) har vært viktige bidrag i prosjekt gjennomføringen.

Prosjektgruppen ønsker også å takke kokkene som deltok i prosjektet for deres innsats og kreativitet under kokkeverkstedet.

Ålesund 10.03.2015

Annelise Chapman  
Prosjektleder

---

## INNHold

---

Oppsummering .....	6
Summary .....	7
1. Innledning .....	8
1.1. Målsetting .....	8
1.2. Prosjektpartnere .....	9
2. Bruk av makroalger som mat i europeiske land: tradisjon og perspektiv .....	10
3. Studietur til Bretagne (Frankrike) .....	14
3.1. Matlaging .....	15
3.2. Makroalge – produkt .....	17
3.3. Formidling .....	18
3.4. Forskningsmiljø .....	18
4. Perspektiv for bruk av makroalger som mat i en Nordisk sammenheng.....	19
4.1. Material og metode .....	19
4.1.1. Høsting og prosessering av lokale spiselige arter - pilotstudie.....	19
4.1.2. Sensorisk profilering av makroalgeprodukter.....	20
4.1.3. Kokkeverksted.....	21
4.1.4. Forbrukertest .....	22
4.2. Resultater .....	24
4.2.1. Høsting og prosessering av lokale spiselige arter - pilotstudie.....	24
4.2.2. Assosiasjonstest .....	25
4.2.3. Sensorisk profilering - kvalitetskontrolltest .....	27
4.2.4. Kokkeverksted.....	28
4.2.5. Forbrukertest .....	32
5. Hovedprosjekt.....	36
6. Konklusjon.....	37
Referanser.....	38
vedlegg 1: Sensorisk test.....	41
Vedlegg 2: Forbrukertest - Spørreskjema test 1 .....	44
Vedlegg 3: Forbrukertest – Spørreskjema test 2 .....	45
Vedlegg 4: Forbrukertest – Informasjonsark Test 2.....	46

---

## OPPSUMMERING

---

I sjømatnasjonen Norge er makroalger (tang og tare) per i dag en høyst undervurdert og uutnyttet ressurs. Selv om alger som mat er både næringsrike og sunne, og representerer en lokal ressurs i kystområder, brukes alger i liten grad til matlaging. I motsetning til store deler av Asia, hvor makroalger inngår som en viktig del av kostholdet med signifikant helsegevinst, er bruken av algeressurser i Norge stort sett begrenset til alginatframstilling.

ALSMÅK prosjektet er et første steg mot å synliggjøre de ulike muligheter til tang og tare i matlaging med nordisk fokus og påpeke potensiale for alger som marin ressurs til mat, både for enkeltpersoner og næringer. ALSMAK har hatt som mål å (i) vise fram potensialet for makroalger som mat, (ii) eksponere potensielle kunder for en ny matopplevelse basert på alger, (iii) utvikle matretter og bruksområder, der makroalger inngår som en viktig del i det nye nordiske kjøkkenet, og (iv) undersøke framtidig bruk av makroalger som «sjø-grønnsaker» eller ingredienser i matlaging i Norge.

Prosjektpartnerne hadde en felles studietur til Bretagne i Frankrike, der makroalger har en lang tradisjon i matlaging. Dette ga inspirasjon for utviklingen i Norge, og prosjektgruppen så både mange fellestrekk men også forskjeller mht. framtidig bruk av tang og tare som mat. På studietur besøkte man en rekke bedrifter og forskningsmiljø som jobber med tang og tare som matprodukt og med formidling rundt dette. Det ble innhentet kunnskap rundt presentasjon, høsting og dyrking, konservering, prosessering og tilbereding av råstoffet til mat, og flere kontakter ble etablert. Dette har resultert i videre forskningssamarbeid.

En sensorisk analyse av fire makroalgearter, vanlig langs norskekysten (butare, *Alaria esculenta*; sukkertare, *Saccharina latissima*; fingertare, *Laminaria digitata*; og søl, *Palmaria palmata*), dannet grunnlag for et kokkeverksted, der profesjonelle kokker eksperimenterte med disse artene som råstoff på en kreativ måte. Mange forskjellige retter, som framhevet særegenskaper til makroalgene i en nordisk kontekst, ble resultat av denne prosessen. Kvalitative smakstester viste både muligheter og begrensninger til råstoffet i matlaging.

En mer systematisk forbrukertest, der makroalger ble brukt som smakstilsetning til sjømatretter, bekreftet vår hypotese om at makroalger ikke oppleves som negativ i slike retter.

Forskningen rundt bruk av makroalger til mat vil videreføres i et omfattende hovedprosjekt: «PROMAC» (Energieffektiv prosessering av makroalger i blå-grønne verdikjeder). Prosjektet, som er finansiert av Norges forskningsråd fra 2015 – 2018, er et samarbeid mellom 11 FoU-partnere og et industrinettverk, der Møreforskning er prosjektleder og skal ha faglig fokus på prosessering av alger til menneskemat.

---

## SUMMARY

---

Despite the fact that Norway is a seafood nation, seaweeds as food are currently both under-rated and under-utilized in this country. Although macroalgae are highly nutritious and healthy and represent a local resource along the entire coastline, they are currently not used to prepare food. In contrast to large parts of Asia where seaweeds represent an important component of the general diet and are recognized as having enormous health benefits, the use of seaweeds in Norway is largely limited to the extraction of alginate.

The ALSMAK project represents a first step towards using seaweeds as a natural, healthy and locally available element in a diet rich in seafood and with a special Nordic character. The project has exposed seaweeds as a marine resource of high potential for human food production. In particular, ALSMAK has (i) demonstrated the potential for utilizing seaweeds as human food products, (ii) exposed potential customers to a new dietary experience based on seaweeds, (iii) placed seaweeds as human food into the context of a distinctly Nordic cuisine (iv) explored the possibilities for future developments concerning seaweeds as human food products in Norway.

Through a study tour to Brittany, France, where seaweeds have a long tradition as human food, the three main project partners provided a European reference to seaweed food developments and seaweed cuisine in Norway.

Sensory analysis of four seaweed species common to Norway (the kelps *Alaria esculenta*, *Laminaria digitata*, and *Saccharina latissima* and the red seaweed *Palmaria palmata*), provided a baseline for a subsequent cooking workshop with invited professionals (chefs). During the workshop, a wide range of dishes including seaweeds as ingredients was developed.

A consumer test where seaweeds were used as flavour ingredients for several seafood dishes confirmed the hypothesis that seaweeds do not negatively impact the taste experience of such dishes.

Seaweeds as raw materials, their cultivation and harvesting and the primary processing methods affecting product quality as human food are major aspects to be explored further in a new project entitled "PROMAC" (Energy efficient processing of macroalgae in blue-green value chains), funded by the Norwegian Research Council from 2015 to 2018.



---

## 1. INNLEDNING

---

I sjømatnasjonen Norge er makroalger (alminnelig omtalt som tang og tare) per i dag en høyst undervurdert og uutnyttet ressurs som i stor grad er begrenset til alginatproduksjon. Kyst-Norge har en fortid med bruk av makroalger til mat og dyrefôr. Navn som butare, kutare, sauetang, grisetang osv. vitner om bruk av tang og tare som fôrtilskudd til husdyr, hvor verdien av makroalger som fôr i hovedsak skyldes innholdet av forskjellige vitaminer, mineraler og sporstoffer.

Marine makroalger er delt i tre klasser: brunalger (Phaeophyceae), rødalger (Rhodophyceae) og grønnalger (Chlorophyceae) hvorav alle tre er representert langs Norskekysten. Flere varianter har industrielle anvendelser som f.eks. til mat, kosmetikk, dyrefôr og gjødsel (Holdt and Kraan, 2011). Havbruksnæringen sikter mot dyrking av makroalgearter, som også er interessant i et miljøperspektiv: (i) biomasse kan brukes til energiproduksjon, (ii) de motvirker klimaforandringer gjennom CO<sub>2</sub>-opptak i havet og (iii) kan ha vannrensende effekter i integrerte oppdrettsystemer ved gjenvinning av næringsalter fra fisk. Dermed er tang og tare nevnt i flere nasjonale og regionale strategier som et viktig råstoff innen sjømatnæring og marin verdiskaping (Olafsen et al., 2012; Skjermo et al., 2014) noe som gir grunnlag til dette prosjektet.

Til tross for at biomassen er næringsrik, sunn og representerer en lokal ressurs i kystområder, brukes ikke makroalger i dag til matlaging. Dette står i kontrast til forbruket i store deler av Asia, hvor makroalger inngår som en viktig del av kostholdet med positiv helsegevinst. Mens trenden i Europa går mot gjenoppdagelse av tang og tare som en matressurs, har denne ressursen fått lite oppmerksomhet i Norge. Dette til tross for at lokal sjømat – både fra høsting og havbruk – er en av primærnæringene i Norge, og Møre og Romsdal står fram som sjømatfylke (mrfylke.no). Også på nasjonal plan er målet at Norge skal fremstå som verdens fremste sjømatnasjon (Fiskeri- og Kystdepartementet, 2012-13). En satsing på sunn mat fra havet bør ut i fra de nasjonale målsettingene inkludere makroalger, og tiden er moden for å undersøke hele verdikjeden og relaterte spørsmål (inkludert tilgang til råstoff, foredlingsbehov og markedsføring). Sunnmøre som region med en satsing på lokal sjømat, utviklingsvilje mot nye matprodukt fra havet, høy eksportaktivitet av sjømatprodukter og et sterk FoU miljø knyttet til sjømatnæringen er en velegnet plass for en slik satsning.

### 1.1. MÅLSETTING

Prosjektet ALSMAK (**AL**ger – **Sunn MAt** fra **Kysten**) er en forstudie med mål om å beskrive potensialet for makroalger (alminnelig omtalt som tang & tare) som naturlig, sunn og kortreist element i et sjømatpreget kosthold i Norden, og med spesielt fokus på Møre & Romsdal. Forprosjektet har fokusert på synliggjøring av mulighetene rundt ei ny matproduktgruppe, framheving av matopplevelsen, nordisk særpreg i maten og utforskning av potensialet for videreutvikling. I et prosjektpartnerskap mellom Møreforskning Marin, Klippfiskakademiet og Atlanterhavsparken i Ålesund har en utviklet et nordisk mattilbud basert på regionale makroalger, som ble presentert og testet mot utvalgte kundegrupper. Videre, og med rådgivning fra Job Schipper i Hortimare (tare-dyrkings-bedrift) og Prof. Thierry Chopin i Canada, har arbeidet i ALSMAK ledet fram til et hovedprosjekt finansiert av forskningsrådet, hvor ressursgrunnlaget fra høstet og dyrket råstoff, prosesserings- og foredlingsmuligheter og markedsituasjon inngår som nye vinklinger.

## 1.2. PROSJEKTPARTNERE

ALSMÅK har vært ledet av **Møreforskning Marin** og ble gjennomført i samarbeid med **Klippfiskakademiet**, med daglig leder Mindor Klauset som har flere tiårs erfaring som kokk fra forskjellige virksomheter. Klippfiskakademiet er en ung bedrift med et innovativt undervisnings- og arrangementskonsept i Ålesund som har fokus på kunnskapsformidling av Møre & Romsdals særegne råvarer fra sjø og land.

**Atlanterhavsparken**, akvariet i Ålesund, er den tredje hovedpartner i prosjektet. Akvariet viser frem regionale marine økosystemer og kommuniserer disse mot publikum. Utstilling av, og formidling rundt, lokale makroalgearter som en sentral del av norske kystøkosystem samt framtidig bruk av makroalger vil få økende fokus i akvariet i fremtiden.

Kunnskapsformidling har hatt en sentral rolle i ALSMAK prosjektet og ligger i mandatet til virksomheten av alle tre hovedpartnerne. I tillegg har prosjektet fått rådgivende innspill fra **Thierry Chopin**, Professor ved University of New Brunswick i Canada og direktør av CIMTAN (Canadian Integrated Multi-Trophic Aquaculture Network), og **Job Schipper**, forskningsdirektør i Hortimare AS, et selskap som driver med tare dyrking i både Nederland og Norge.

---

## 2. BRUK AV MAKROALGER SOM MAT I EUROPEISKE LAND: TRADISJON OG PERSPEKTIV

---

Makroalger har tradisjonelt vært en viktig del av kostholdet i asiatiske land og er brukt i stor grad som mat i Kina, Japan, Korea og Filippinene (Chapman and Chapman, 1980; Arasaki and Arasaki, 1983; McHugh, 2003) hvor dyrking av biomasse i dag er en stor industri (FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2014). Til tross for at et mangfoldig utvalg av tang og tare finnes i rikelige mengder langs kysten av Europa har de ikke vært en betydelig matressurs gjennom de siste århundrene. Utnyttelse av biomasse har i hovedsak vært begrenset til kystsamfunn på Island, i Irland, Storbritannia, Frankrike og Skandinavia (Chapman and Chapman, 1980; Mouritsen, 2013). I disse landene finnes det lang tradisjon for bruk av ulike tang og tare arter, eksempelvis grisetang (*Ascophyllum nodosum*), butare (*Alaria esculenta*) og sauetang (*Pelvetia canaliculata*), som førtilskudd til husdyr (Hallsson, 1961; Rueness, 2015) eller som gjødsel (Cabioc'h et al., 2006; Mesnildrey et al., 2012). Fra 1700- til 1800-tallet ble store mengder brunalger, hovedsakelig fingertare (*Laminaria digitata*) og stortare (*Laminaria hyperborea*) brent langs kysten i både Norge og Frankrike. Asken ble brukt til utvinning av soda til glassindustrien (Mesnildrey et al., 2012; Rueness, 2015). Senere ble jod utvunnet fra tareasken frem til andre jodkilder ble oppdaget rundt 1930-tallet. Per i dag er makroalgeindustrien i Europa hovedsakelig basert på mekanisk høsting av naturlige bestander der formålet er alginatproduksjon. Norge er Europas største produsent av alginat som utvinnes fra ca. 180 000 tonn høstet stortare årlig (Meland and Rebours, 2012). I tillegg høstes det ca. 20 000 tonn grisetang som anvendes innen landbruk, kosttilskudd og kosmetikk.

Omtaler fra vikingtiden viser at rødalgen søl (*Palmaria palmata*) har hatt betydning som menneskeføde i Norden. Ettersom søl inneholder mye C-vitamin tok vikingene den med seg på lange reiser for å unngå skjørbuk (Mortensen et al., 2014). På Island har lovtekster fra middelalderen fastlagt rettigheter på sølrik fjære. Rødalgen ble tørket og brukt som en handelsvare frem til 1800-tallet (Hallsson, 1961; Mouritsen et al., 2013). I nærmere fortid har søl og andre arter (f. eks. fjærehinne (*Porphyra spp.*), sukkertare (*Saccharina latissima*) m. fl.) blitt brukt som tradisjonsmat i Irland og Frankrike (Cabioc'h et al., 2006; Rhatigan, 2009). Rødalgen krusflik (*Chondrus crispus*) som inneholder karragen, en komponent fra celleveggen som har fortykningsegenskaper, ble for eksempel brukt som tykkelsesmiddel i melkebaserte dessert. I mange tilfeller har utnyttelse av makroalger til menneskeføde vært tilknyttet perioder av fattigdom og hungersnød.

I de siste tiårene har asiatiske matretter som blant annet sushi, blitt mer populært, noe som har introdusert tang og tare til europeiske gaver. I tillegg har fornyelse av gamle tradisjoner i kyst-Europa ført til en økende interesse for bruk av algeressurser på kjøkkenet som en sunn og kortreist ingrediens. Noen små bedrifter i Frankrike, Island eller Irland lager matprodukter basert på tang og tare eller selger høstede spiselige varianter som søl, sukkertare, fjærhinne og butare i tørket form. I Skandinavia har utnyttelsen av tang og tare som mat ingrediens nylig blitt oppdaget av gourmetrestauranter gjennom den nye nordiske mattrenden som bruker lokale varianter, både på grunn av næringsverdi og de unike smakene (Mouritsen et al., 2012).

Næringsverdien og helsegevinsten av å inkludere makroalger i kostholdet er godt dokumentert. Høyt innhold av mineraler, vitaminer og sporelementer (Rupérez, 2002; MacArtain et al., 2007; Holdt and Kraan, 2011; Pereira, 2011) er et argument for utvikling av kosttilskuddsprodukter basert på makroalger. Råstoffet også har et stort potensiale som funksjonell ingrediens i matindustrien for å redusere natrium salt (NaCl) i bearbejdede matprodukter. Det vestlige kostholdet har vanligvis høy andel av NaCl med negative konsekvenser på folkehelse som f. eks. høy blodtrykk og karsykdommer (Gibbs et al., 2000). Flere tang og tare arter har høyere innhold i kalium- (KCl) enn natriumsalter (Hotchkiss, 2009). KCl kan brukes som salterstatning med sunnere mineralprofiler i matvareprodukter som resultat (Cofrades et al., 2008; Lopez-Lopez et al., 2009; Lopez-Lopez et al.,

2009). Flere nasjonale og europeiske strategier har blitt iverksatt for å redusere bruk av NaCl i matindustrien (EU, 2009; Helsedirektoratet, 2014). Disse bidrar til økt interesse for bruk av tang og tare som en sunn ingrediens. I tillegg er andre ernæringsmessige egenskaper som høyt fiberinnhold (MacArtain et al., 2007), aminosyre- (Mæhre et al., 2014) og lipidprofil (Sánchez-Machado et al., 2004) svært relevant i sammenheng med et sunt kosthold. Andre positive helseeffekter fra direkte inntak av tang og tare i kostholdet som f.eks. på tarmhelse (Gudiel-Urbano and Goñi, 2002; Sweeney et al., 2011) eller mot forekomst av brystkreft hos japanske kvinner (Funahashi et al., 2001) har også blitt dokumentert.

I tillegg til å ha positive helseeffekter kan makroalger også akkumulere uønskede komponenter som tungmetaller (bly, kvikksølv, kadmium, arsen) eller mineraler og sporelementer som vil være giftige over en viss grenseverdi (mangan, sink, jod) (Almela et al., 2006; Rose et al., 2007; Besada et al., 2009). Giftstoffinnhold vil ofte være relatert til vannkvalitet på omgivende miljø der tang og tare høstes eller dyrkes. Man antar at dette kan variere mye lokalt, men det er generelt lite undersøkt.

Frankrike er det eneste europeiske landet som har etablert eget regelverk vedrørende bruk av makroalger som mat, dvs. som har dannet en liste av godkjente tang og tare arter til konsum (tab. 2.1), og som har satt grenseverdier for diverse giftstoffer i makroalger (tab. 2.2). Verken Norge eller andre europeisk land har implementert eget regelverk til makroalger som mat. I henhold til den europeiske forskriften (EU No 258/97) vil en enkel tang og tare variant bli ansett som mat dersom en kan dokumentere at arten har hatt et betydelig bruk som så i et europeisk land før 15. mai 1997 (ikrafttredelsesdato for forskriften). Det vil ellers bli betraktet som en ny matvare («novel food»), og må gjennom en godkjenningssprosess ved kommersialisering av et matprodukt. Forskriften som setter grenseverdier for bly, kadmium og kvikksølv (EU No 629/2008) i matvareprodukter gjelder bl.a. produkter basert på makroalger. Norge har gjennom EØS avtalen forpliktet seg til å etterleve EU sitt regelverk med hensyn på næringsmidler. Forordningene i EU er gjennomført i norske forskrifter ved; forskrift om allmenne prinsipper og krav i næringsmiddelregelverket (matlovsforskriften), forskrift om næringsmiddelhygiene, forskrift om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse og forskrift om matinformasjon til forbrukerne. I tillegg må matprodukter i Norge forholde seg til eget lov om matproduksjon og mattrygghet (matloven).

I Europa er makroalgeindustrien hovedsakelig basert på mekanisk høsting av naturlige bestander der formålet er alginatproduksjon. Norge er Europas største produsent av alginat som utvinnes fra ca. 150 000 tonn stortare (*Laminaria hyperborea*) årlig (Meland and Rebours, 2012). I tillegg høstes det hvert år ca. 20 000 tonn grisatang (*Ascophyllum nodosum*) som anvendes innen landbruk, kosmetikk og brukes som kosttilskudd. Per i dag finnes det ingen kommersiell makroalgeproduksjon i Norge, men flere selskaper har etablert seg de siste årene og satser på dyrking og bruk av biomasse til bl.a. mat. Ressursen har mange bruksområder og får økende interesse fra både næringsaktører og forskningsmiljø. En bioøkonomi basert på dyrking og prosessering av makroalger er i ferd med å etablere seg (Skjermo et al., 2014) i Norge, som vil åpne for muligheter for bærekraftig verdiskaping innen sjømatnæring.

Tabell 2.1: Tang og tare arter godkjent som menneskeføde i Frankrike (CEVA, 2014).

Art	Norsk (* internasjonalt) navn
<b>Brunalger</b>	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Grisetang
<i>Fucus vesiculosus</i>	Blæretang
<i>Fucus serratus</i>	Sagtang
<i>Himanthalia elongata</i>	Remtang
<i>Undaria pinnatifida</i>	Wakame*
<i>Laminaria digitata</i>	Fingertare
<i>Saccharina latissima</i>	Sukkertare
<i>Laminaria japonica</i>	Kombu*
<i>Alaria esculenta</i>	Butare
<b>Grønnalger</b>	
<i>Ulva</i> spp.	Havsalat
<i>Enteromorpha</i> spp.	Tarmgrønske
<b>Rødalger</b>	
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Porphyra tenera</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Porphyra yezoensis</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Porphyra dioica</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Porphyra purpurea</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Porphyra laciniata</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Porphyra leucostica</i>	Fjærehinne, Nori*
<i>Palmaria palmata</i>	Søl
<i>Gracilaria verrucosa</i>	Pollris
<i>Chondrus crispus</i>	Krusflik
<i>Lithothamnion calcareum</i>	Vorterugl

**Tabell 2.2: Grenseverdier for potensiell helsefarlige innholdsstoffer i mat-makroalger i Frankrike (CEVA, 2014) og Europa (EU No 629/2008).**

<b>Frankrike</b>	<b>Europa</b>
Potensiell giftige mineraler, tungmetaller og spore-stoffer (mg * kg <sup>-1</sup> tørr stoff)	Gjelder både ferske og tørkede produkt
Uorganisk arsen (As) ≤ 3,0	
Bly (Pb) ≤ 5,0	≤ 3,0
Kadmium (Cd) ≤ 0,5	≤ 3,0
Selen (Sn) ≤ 5,0	
Kvikksølv (Hg) ≤ 0,1	≤ 0,1
Jod (I) ≤ 2000	
Bakterier (CFU * g <sup>-1</sup> )	gjelder tørkede produkt
Aerobe ≤ 100	
Fekale koliforme ≤ 10	
<i>Clostridium</i> ≤ 1	
Anaerobe ≤ 100	
<i>Staphylococcus</i> ≤ 100	
<i>Salmonella</i> Fravær i 25 g produkt	

\* CFU: colony forming units

---

### 3. STUDIETUR TIL BRETAGNE (FRANKRIKE)

---

Frankrike har tradisjon for utnyttelse av makroalger, hovedsakelig på nordvest kysten. I moderne tid har landet utviklet en lønnsom industri basert på høsting av fingertare (*Laminaria digitata*) til alginatproduksjon i Bretagne. Senere har andre næringer som utnytter makroalgebiomasse vokst fram og omfatter nå mange bedrifter som satser på alternative bruksområder og produkter som inngår i f.eks. kosmetikk, landbruk og mat (Mesnildrey et al., 2012). De fleste aktørene har base i Bretagneregionen som også har en lang tradisjon med å bruke tang og tare til matlaging. Oppmerksomheten for denne ressursen har økt betydelig i de siste tiårene i takt med forbrukerens interesse for sunne og kortreist matvarer. Dermed har en rekke matprodukter basert på både rå- (tørket, syltet) og bearbeidde makroalger (pålegg, krydder, supper, pasta, ol.) blitt utviklet (Le Bras et al., 2015). Erfaringer som er høstet gjennom dette prosjektet i denne regionen er derfor svært relevant for utvikling av et mattilbud basert på lokale tang og tare varianter i Norge.

Under studieturen til Bretagne i perioden 27.-29. mai 2014 besøkte prosjektpartnere fra Møreforskning, Klippfiskakademiet og Atlanterhavsparken både lokale næringsaktører, forsknings- og formidlingsmiljø. Formålet med studieturen var å (i) få en oversikt over dagens bruk av tang og tare i matlaging samt forberedelses- og presentasjonsmåter, (ii) kartlegge utfordringer og begrensninger samt perspektiver tilknyttet bruk av makroalger til mat i hele verdikjede sammenhenger, (iii) få inspirasjon til formidling rundt makroalger og deres bruk, og (iv) knytte allianser for videre samarbeid i et hovedprosjekt.



Figur 3.1: Besøkte steder med relevante nærings- eller forskningsaktører under studietur. 1: Pierrick Le Roux (kokk), 2: Oceanopolis (akvarium), 3: Algues Service (matprodusent), 4: Station Biologique de Roscoff (forskningsinstitutt), 5: An Ty Mad (restaurant), 6: CEVA (forskningsinstitutt), 7: Aleor (makroalgedyrkingsbedrift).

### 3.1. MATLAGING

Besøk hos kjøkkensjefene, Pierrick Le Roux i Fénelon VGS og Catherine Le Joncour i sistnevnte sin restaurant An Ty Mad, var inspirerende ettersom de viste flere kreative muligheter for å inkludere tang og tare i gastronomien. I tillegg hadde begge personene god erfaring med å formidle kunnskap om bruk av dette råstoffet mot publikum.

**Pierrick Le Roux** er en frilans kjøkkensjef og kjøkkenlærer som også organiserer kokkeveksted og tang- og tareinnsamling i fjæra til både andre kjøkkensjefer og publikum. Han har 25 års erfaring med å bruke makroalger i kjøkkenet etter å ha blitt inspirert av en japansk kokk. Til tross for at Bretagne har en tradisjon for å bruke tang og tare i mat som f. eks. krusflik til å lage melkedessert, har det ikke vært lett å få folk til å bruke det i matlaging i mer moderne tid. Le Roux opplever motstand særlig blant eldre folk som assosierer ressursen med tidsperioder med fattigdom. Mostanden er mye mindre i innlandsregioner eller blant yngre folk som ikke har denne negative assosiasjonen med å spise tang og tare.

Besøket besto av en kokkedemonstrasjon av ulike matretter (3 forretter, 2 hovedretter, 2 desserter) som alle inkluderte tang og tare (tab. 3.1, fig. 3.2). Enten tørkede eller saltede produkter fra en lokal leverandør (Les Ouessantines) ble brukt. Ved salting vil vanninnholdet reduseres betydelig og beskytte råstoffet ved frysing eller kjøling. Saltede algeprodukter krever en til to timer utvanning før bruk.

Tabell 3.1: Tang- og taremeny fra Pierrick Le Roux

Forrett
"Feuilletés de la mer": smørdeig fylt med kvernet laks og en blanding av tørkede <i>søl</i> , arme østers med <i>nor</i>
Filodeig rull med <i>wakame</i> og reker
Hovedrett
Seifilet med smøralgeskorpe ( <i>søl</i> ) servert med gratinert squash
Svin indrefilet med <i>sukkertare</i>
Dessert
Sjokolade ganache med kandisert <i>remtang</i>
Fruktsalat med agargelé og honning, tranebærsaft og appelsinjuice (Szechuan pepper)





Figur 3.2: Indrefilet av svin med sukkertare servert hos Pierrick Le Roux

**Catherine Le Joncour** åpnet restauranten **An Ty Mad** i 2013, men har markedsført seg mer tydelig med mat av alger fra april 2014. Dette har bidratt til økt kundeinteresse. Bl. a. har hun satt opp et stort banner på yttersiden av restauranten som annonserer «matlaging med tang og tare». I tillegg organiserer hun fjæreturer kombinert med kokkekurs med publikum gjennom foreningen «La Consœurerie des Croqueuses d’algues». Hun fortalte at slike arrangement har blitt veldig populære i det siste. Foreningen formidler også kunnskap mot publikum ved å publisere informasjon om forskjellige produkt, f. eks. illustrative postkort om enkle tang og tare arter som inkluderer biologisk informasjon og matoppskrifter og en brosjyre med beskrivelse av spiselige alge varianter samt høstingsmetoder og tilberedningsmåter.

To ulike hovedretter ble servert. De var forskjellige i sin presentasjon og forente både tradisjonell bretonsk gastronomi med stekt kamskjell med søl- og sitronsmørsaus og eksotiske smaker i en tang og tare tapas tallerken (fig. 3.3).



Figur 3.3: Stekt kamskjell med søl- og sitronsmørsaus og tang og tare tapastallerken (alge-guacamole, tangtarta, laksetarta med tang) med Catherine Le Joucour på restauranten An Ty Mad.

### 3.2. MAKROALGE – PRODUKT

Prosjektgruppen besøkte to næringsaktører under studieturen, Aleor og Algues Service, som begge produserer tang og tare til matsektoren. Muligheter og utfordringer tilknyttet bruk av makroalger som ressurs, krav til råstoff, prosessering av biomasse og potensielle markedsmuligheter for makroalge matprodukter ble diskutert.

**Aleor** er et selskap spesialisert i dyrking av makroalger og primærprosessering av råstoffet til både mat og kosmetikksektoren. Selskapet ble dannet i 2007, har i dag 5 ansatte og en konsesjon for dyrking av sukkertare. Landfasilitetene inkluderer et klekkeri (fig. 3.4) som brukes til å produsere kimplanter som enten blir satt ut på egen konsesjon eller leveres til et østersoppdrettsanlegg som bruker en eksisterende akvakulturkonsesjon til tare dyrking. Dette gir selskapet tilgang til et større volum dyrket biomasse. Dersom Aleor skal bruke eksisterende konsesjon for dyrking av andre arter må dette godkjennes av gjeldende myndighet (Direction des Affaires Maritimes). Dette vil være en raskere prosess enn å søke om en ny dyrkingskonsesjon som er en relativt langsom og krevende prosess i Frankrike. I tillegg har Aleor erfaring med dyrking av andre arter som butare, søl og wakame til matsektoren.

Bedriften har et tørkeanlegg for både dyrkede og høstede makroalger. Der skal råstoffet legges på brett og tørkes ved ca. 40 °C en til to dager. Et oson ventilasjonssystem tilknyttet tørkerommet bidrar til at en unngår luftforurensing av behandlet råstoff. Dette er vesentlig i henhold til matsikkerhet. Etter tørking blir materialet maskinelt redusert til flak, som skal brukes videre som mat, eller så blir det kvernet til pulver for kosmetikkindustrien. Energien som brukes til tørking utgjør en stor kostnad i produksjonen. For tiden er anleggskapasitet underdimensjonert, og Aleor ønsker derfor å utvide anlegget.



Figur 3.4: Aleor sine dyrkings- og prosesseringsfasiliteter.

**Algues Service** produserer både ferske (tartar, sennep, saltede tang) og tørkede matprodukter (fig. 3.5) basert på håndplukkede råstoff i nærområdet (unntatt wakame som er dyrket). Selskapet selger produktene under merkevare «Bord à bord» til restauranter, helsebutikker, turister, lokale innbyggere og til eksport. Tilgangen til makroalger kan være en utfordring i enkelte perioder på grunn av været. Da må selskapet sørge for å få råstoff fra andre steder, som f.eks. Irland. Innlevert høstet biomasse kontrolleres regelmessig for radioaktivitet, tungmetaller og arsen. Til tross for at regionen har historisk bakgrunn med bruk av tang og tare som matingrediens, er denne ressursen lite kjent for de fleste forbrukere, og bedriften velger derfor helt bevisst en strategi der makroalger inkluderes som ingrediens kun i begrenset mengde i matprodukter. Med å satse på en krydder-, heller enn grønnsaks-funksjon av makroalger, vil bedriften unngå skepsis eller motstand fra

forbrukerne. En annen strategi er å samarbeide med forskningsmiljø om forbedring av råstoffprosessering, noe som vil påvirke smaksresultatet betydelig. Samarbeidet med myndigheter for å lette prosessen for tildeling av dyrkingskonsesjoner og sikre bedre tilgang til biomasse er også viktig. Et nettverk samler de fleste næringsaktører tilknyttet bransjen for å tilrettelegge forholdet og samarbeid mellom sine medlemmer, forskningsmiljøet og myndighetene.



Figur 3.5: Utvalg av ferske matprodukter fra Algues Service solgt under «Bord à bord» merkevare.

### 3.3. FORMIDLING

Under studieturen hadde man også et møte hos akvariet Océanopolis i Brest med omvisning av tarebassengene. Océanopolis erfaring med framvisning av makroalger i bassenger samt populærvitenskapsformidling rundt denne ressursen var nyttig i sammenheng med framtidig algeutstilling planlagt på Atlanterhavsparken.

Akvariet åpnet for 25 år siden med mandatet om å vise frem det lokale økosystemet i Nord-Atlanteren og å opplyse publikum om mangfold og variasjon i nærliggende økosystemer i Vest-Bretagne. Makroalger er en viktig del av utstillingen og på film, og paneler med tekst og bilder brukes for å presentere biologi, økologi samt industrielle anvendelser.

Erfaringer med utstilling av makroalger i basseng viste at vannbevegelse, naturlig lys og vannutskifting (10 % per time) er vesentlig for brunalger som stor-, finger-, eller sukkertare. I «taretanken» som er åpen mot dagslyset har det foregått reproduksjon av store brunalger på naturlig vis og ingen tare har vært flyttet eller byttet på 15 år. I andre bassenger som ikke har naturlig dagslys brukes det dagslysrør. I tillegg sørger en maskin for at det lages vannbevegelse for marine planter. Til tross for dette må noen mer sensitive arter (f. eks. *Zostera marina*) byttes hver 6. måned.

Restauranten og butikken i akvariet selger tørkede makroalger fra fjæra. Disse er «økologisk» merket, noe som innebærer både at høstingsområdet har dokumentert god vannkvalitet (ingen avløp eller industri i nærheten), og at plukking er gjennomført i henhold til godkjente høstingsmetoder (Philippe, 2013).

### 3.4. FORSKNINGSMILJØ

Under studieturen ble det også knyttet kontakter med to forskningsmiljø som vil være relevante å samarbeide med i løpet av hovedprosjektet PROMAC.

**Den biologiske stasjonen i Roscoff** har erfaring fra mange prosjekter tilknyttet makroalger både i tilknytning mot biologi og økologi, og mot industrielle anvendelser av ressursen. Instituttet er leder for et stort forskningsprosjekt (IDEALG, <http://www.idealg.ueb.eu/versionAnglaise/themes/Project/>) som tar for seg alle aspekter av verdikjeden for makroalgenæring, fra tilgang til biomassen ved høsting og dyrking, prosessering av biomasse i bioraffineri sammenheng til ulike bruksområder, samt miljø- og sosiale aspekter. Formålet med prosjektet er å øke potensialet for bærekraftig næringsutvikling basert på utnyttelse av tang og tare i Frankrike, og spesielt i Bretagne.

**CEVA** er et teknisk forskningsinstitutt forankret i det regionale næringslivet. Instituttet har mandat for å håndtere uønskede oppblomstring av grønnalger som kan være problematisk gjennom sommeren, og fremme økonomisk utvikling i regionen basert på utnyttelse av makroalger. I tillegg har instituttet store tekniske fasiliteter knyttet til både dyrking og prosessering av alger.

Besøket hos CEVA, omvisning av fasilitetene og direkte forskerkontakt, dannet grunnlag for CEVA sin deltakelse i følge-prosjektet PROMAC (se under).

---

## 4. PERSPEKTIV FOR BRUK AV MAKROALGER SOM MAT I EN NORDISK SAMMENHENG

---

For å estimere potensialet for tang og tare som mat i det nordiske kjøkkenet ble (i) lokale spiselige makroalgearter høstet fra fjæresonen på utvalgte lokaliteter og utsatt for ulike primærbehandlinger, (ii) sensoriske egenskaper av fire relevante algearter analysert, (iii) en tang- og taremeny utviklet i samarbeid med lokale kokker og (iv) kunderesponsen mot matprodukter som inneholder makroalger testet.

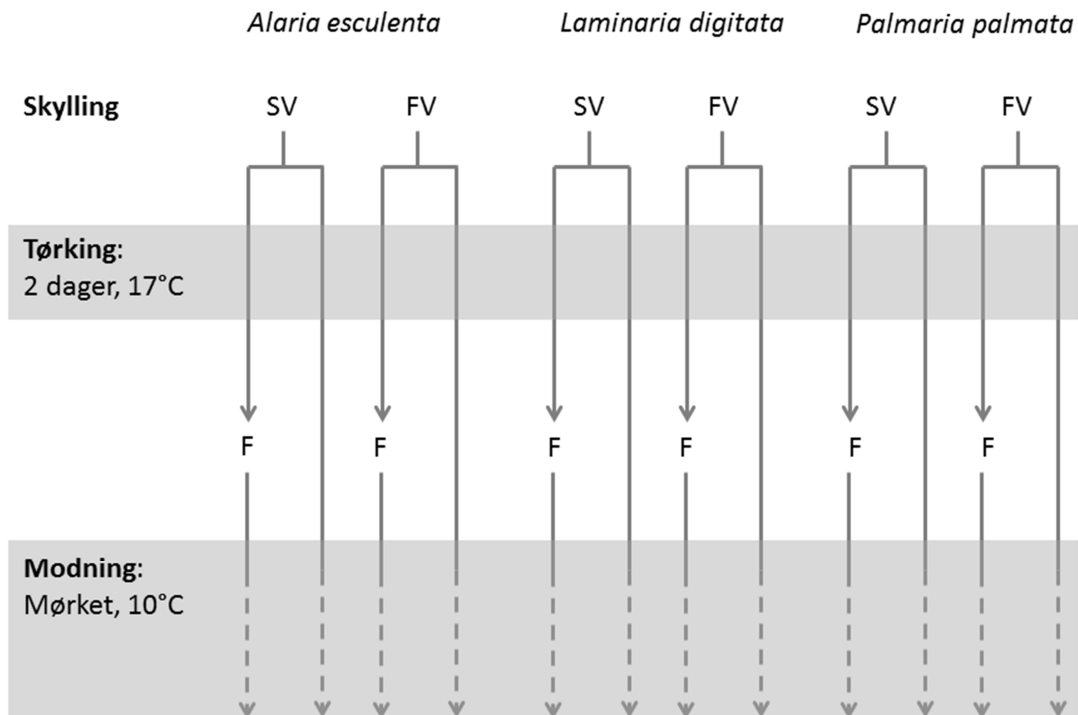
### 4.1. MATERIAL OG METODE

#### 4.1.1. HØSTING OG PROSESSERING AV LOKALE SPISELIGE ARTER - PILOTSTUDIE

Tre spiselige tang- og tarearter; fingertare (*Laminaria digitata*), butare (*Alaria esculenta*) og søl (*Palmaria palmata*), ble høstet på Tueneset (Hessa, Ålesund) den 23. mars 2014. Lokaliteten ble i forkant kartlagt for å utelukke forurensede områder, blant annet ved å studere områdets kommunale og andre avløpspunkt.

De tre artene ble både utsatt for skylking (i ferskvann og saltvann), tørking og deretter modning (fig. 4.1). Behandlingene ble gjennomført på høstet biomasse og resultatene av behandlingene ble vurdert kvalitativt mht. deres effekt på smak og konsistens. Biomassen fra de tre artene ble først sortert for å fjerne begroingsorganismer og forfallende deler, før de ble skylt enten i et fersk- eller saltvannsbad i ca. 1 minutt. Deretter ble materiale hengt på et tørkestativ (fingertare og butare) eller lagt på en rist (søl) for tørking ved 17 °C i to dager. Luftsirkulasjon ble sikret ved hjelp av en vifte plassert ved siden. De tørkede algene ble deretter eksponert for fuktighet (70 %) i et klimarom i 2,5 dager før overføring til en hermetisk lukket beholder for modning i mørket, eller for direkte lagring i lukket beholder.

Begrensede ressurser i prosjektet tillot ikke en grundig sensorisk analyse av testet biomasse. En kvalitativ vurdering av både smak og konsistens ble gjennomført rett etter tørking og så etter seks måneders modningstid.



Figur 4.1: Forsøksoppsett ved testing av primærprosesser. SV: saltvann, FV: ferskvann, F: eksponering for fuktighet (70%) for 2.5 dager.

#### 4.1.2. SENSORISK PROFILERING AV MAKROALGEPRODUKTER

For å velge ut de mest relevante kriteriene som skulle brukes videre i en beskrivende sensorisk analyse (kvalitetskontrolltest) ble det utført en assosiasjonstest. Tre brunalgearter (sukkertare, *Saccharina latissima*; butare, *Alaria esculenta*; og fingertare, *Laminaria digitata*), og en rødalgeart (søl, *Palmaria palmata*) ble testet av et sensorisk panel. De tørkede makroalgene som ble brukt i uttestingen ble kjøpt fra en kommersiell leverandør (The Northern Company), for å ta utgangspunkt i standardisert råstoff.

##### Assosiasjonstest

Det sensoriske panelet besto av 15 dommere i en alder fra 28 til 58 år. Dommerne var rekruttert blant de ansatte ved Møreforskning. I tillegg stilte Klippfiskakademiet med to dommere. Alle dommerne hadde noe kjennskap til makroalger i forkant av uttestingen, men begrenset erfaring med sensorisk profilering av produktet.

De utvalgte makroalgeartene ble servert til dommerpanelet. Prøvene var merket med et tresifret nummer. Makroalgene ble servert i to runder, først tørket og deretter varmebehandlet. Algene som var varmebehandlet ble først skylt i rennende ferskvann før de ble dekket med plastfolie og dampet i mikrobølgeovn i 30 sek. ved 600 W.

Dommerne fikk delt ut et ark der de ble bedt om å skrive ned et ubegrenset antall nøkkelord som de syntes karakteriserer lukt, smak og konsistens for de utvalgte makroalgene. I etterkant gikk en gjennom de nøkkelordene som var kommet frem, grupperte de og ble enige om hvilke egenskaper som var mest dominerende. De utvalgte nøkkelordene la grunnlag for utforming av kvalitetskontrolltesten dvs. 11 kriterier tilknyttet smak, lukt og konsistens ble plukket ut for å bruke videre i kvalitetskontrolltesten. Ut ifra forekomst og hyppighet av nøkkelord ble panelets smaksopplevelse av hver prøve illustrert med et ordkart.

### Kvalitetskontrolltest

Det sensoriske panelet besto av syv dommere - kokkene samlet til kokkeverksted, i en alder fra 17 til 65 år, hvorav alle jobber lokalt med fokus på Nordisk gastronomi. Fire av dem hadde erfaring med å bruke makroalger som matingrediens.

De fire makroalgevariantene fra den kommersielle leverandøren ble servert til panelet. Smaksprøvene ble servert i to runder, først tørket og deretter varmebehandlet, i individuelle skåler markert med et tresifret nummer (fig 4.2). Varmebehandling besto av (i) skylling med kaldtvann og (ii) dampkoking på 100 °C for 15 min. Ut ifra assosiasjonstesten, ble fingertare (*Laminaria digitata*) benyttet som referanse i kvalitetskontrolltesten. Denne arten ble oppfattet som den som skilte seg minst ut sammenlignet med de andre tre artene og i forhold til de utvalgte smaksriteriene.

Dommerne fikk i oppgave å sammenligne hver smaksprøve (søl, butare, sukkertare) mot referansen (fingertare) i henhold til 11 beskrivende kriterier utplukket i assosiasjonstesten (vedlegg 1). Kriteriene inkluderte lukt (intensitet), konsistens (tyggemotstand og sprøhet) og smak (syrlig, søt, salt, bitter, umami, gress, lakris, sjø). For hvert kriterium ble alle prøver rangert på en numerisk skala fra -3 til +3 der 0 var assosiert til referanseprøven (fingertaren).

Før en startet testen, ble det gjennomført en treningsrunde der dommeren fikk teste ut bruk av skjema, samt å bli kjent med produktet som skulle testes ut. I etterkant av treningsrunden gikk en gjennom resultatene sammen og justerte eventuelle ulikheter mht. intensitet på smaker eller lignende. Mellom treningsseksjon og hovedtesten hadde panelet en times pause.

Hovedtesten ble gjennomført i to runder. Først med tørkede makroalger og deretter med varmebehandlede makroalger. Mellom testene hadde panelet 15 minutters pause.



Figur 4.2: Sensorisk profilering av makroalgeprodukter under kvalitetskontrolltest.

#### 4.1.3. KOKKEVERKSTED

Etter sensorisk test deltok kokkene i et kokkeverksted på Klippfiskakademiet, der fokuset var å inkludere de fire tang- og tareartene i matretter med nordisk preg, og samtidig synliggjøre mangfoldighet i bruksmuligheter. I løpet av denne prosessen ble følgende undersøkt (i) behandling av makroalgemateriale, (ii) råstoffmengde, (iii) bruk av tang og tare som havgrønnsaker, smaksforsterker eller krydder, og (iv) råstoffets fysiske egenskaper og hvordan farger påvirker den endelige matretten.

Kokkeverkstedet begynte med en idemyldring hvor mange forslag til matretter basert på tang og tare kom frem. Noen fikk tidlig inspirasjon om hva de skulle lage mens andre improviserte med tilgjengelige råvarer. Totalt ble det laget 17 forskjellige retter som til slutt ble sammenlignet mot

hverandre ved hjelp av en semi-kvantitativ preferansetest distribuert til et testpanel (bestående av 17 frivillige personer). Testpanelet skulle velge de tre beste rettene, der førstevalget fikk 3 poeng, andre valget fikk 2 og tredje valget fikk 1 poeng. Konklusjoner fra kokkeverkstedet og preferansetesten ble oppsummert i felleskap mellom Møreforskning og de respektive deltakerne.

#### 4.1.4. FORBRUKERTEST

En forbrukertest ble gjennomført i november 2014 i Atlanterhavsparken. Målsettingen var å dokumentere publikums respons til sjømatprodukter med og uten makroalger. Akvariets besøkende deltok frivillig i testen der hvert individ fikk delt ut et spørreskjema sammen med smaksprøvene. Forsøksdesignet besto av to tester fordelt på hver sin stasjon. På den ene stasjonen ble det testet om makroalger i et vanlig norsk sjømatprodukt vil påvirke smaksopplevelsen negativt (test 1). På den andre ble det undersøkt om informasjon om makroalgeingrediensen sin helsegevinst og lokale tilgjengelighet forandrer opplevelsen og aksepten knyttet til et nytt matprodukt hos testpersonene (test 2).

##### *Test 1: Fiskekake med og uten sukkertare*

Under denne testen fikk testpersonene delt ut to type smaksprøver: en fiskekake med (A) og en uten (B) sukkertare (*Saccharina latissima*). I kontrollproduktet (B) ble sukkertare erstattet med tørket persille, tilsatt i samme proporsjoner (1 g sukkertare/persille for 20 g fiskekakedeig) som algen for å oppnå lignende utseende mellom produkt A og B (fig. 4.2). Dette forhindret visuell identifikasjon av makroalgeingrediens og ble gjort for å unngå påvirkning av smaksresponsen. I tillegg ble tørket persille i kontrollproduktet varmebehandlet i dampovnen for å fjerne egensmak.

Ved hjelp av spørreskjema ble det samlet informasjon om (i) alder og kjønn, (ii) preferanse for produkt A eller B, (iii) vurdering av begge produktenes smak og utseende ved hjelp av en skala fra 1 (misliker svært sterkt) til 7 (liker veldig godt) (vedlegg 2). I alt ble 103 spørreskjema fylt ut (tab. 4.1).



Figur 4.2: Fiskekake med sukkertare (A) og kontroll fiskekake med persille (B), som brukt i smakstest 1.

**Tabell 4.1: Deskriptive statistikk av testpersoner fra test 1**

Utvalg test 1 ( $n = 103$ )	%
<i>Kjønn</i>	
Mann	58,3
Kvinne	41,7
<i>Aldersklasse</i>	
Under 20	24,3
20 – 35	26,2
36 – 50	28,2
51 – 65	17,5
Over 65	3,9

*Test 2: Smaksprøver med og uten informasjon*

Under dette eksperimentet fikk testpersonene delt ut en smaksprøve som besto av en søl-tapenade med butare (fig. 4.3) og et spørreskjema (vedlegg 3) enten med eller uten et informasjonsark om makroalgeingrediens (vedlegg 4).

Ved hjelp av spørreskjemaet ble det samlet informasjon om (i) alder og kjønn, (ii) vurdering av produktets smak og utseende ved hjelp av en skala fra 1 (misliker svært sterkt) til 7 (liker veldig godt), (iii) sannsynlighet for at vedkommende skal spise et produkt igjen med tang og tare, (iv) tidligere erfaring med å spise makroalger, (v) nøkkelord assosiert med tang og tare. Ut ifra forekomst av enkle nøkkelord ble konsumentens assosiasjoner med tang og tare illustrert ved hjelp av et ordkart. I alt har 98 spørreskjema blitt fylt ut (tab. 4.2).



**Figur 4.3 Søl-tapenade med butare som brukt i smakstest 2.**



**Tabell 4.2: Deskriptive statistikk av utvalget fra test 2**

Utvalg test 2 ( <i>n</i> = 98)	%
<i>Spørreskjema</i>	
Med info	53,1 (N =52)
Uten info	49,9 (N = 46)
<i>Kjønn</i>	
Mann	51,0
Kvinne	49,0
<i>Aldersklasse</i>	
Under 20	10,2
20 – 35	34,7
36 – 50	29,6
51 – 65	20,4
Over 65	5,1

### *Statistisk analyse*

Data fra sensorisk test ble samlet og deskriptive statistikk (assosiasjonstest) ble utarbeidet i Excel. Siden data ikke var normalfordelt, ble det brukt en Wilcoxon signed-rank test (95 % signifikansnivå) for å teste responsen fra begge type fiskekaker under forbrukertesten (R Development Core Team, 2008).

## **4.2. RESULTATER**

### **4.2.1. HØSTING OG PROSESSERING AV LOKALE SPISELIGE ARTER - PILOTSTUDIE**

En kvalitativ vurdering av sensoriske egenskaper av butare (*Alaria esculenta*), fingertare (*Laminaria digitata*) og søl (*Palmaria palmata*) behandlet på ulike måter viste at både skylling og modning påvirker produktets smak og konsistens i betydelig grad.

Skylling med saltvann førte til danning av et tynt saltlag på overflate av tørket materiale, noe som gjorde at saltsmaken ble dominerende og relativt skarp særlig hos fingertare og søl. I motsetning ble saltsmaken mildere ved skylling med ferskvann.

Ved modning ble fremtredende smak oppnådd for både fersk- og saltvannsskyllt materiale. Etter ca. tre måneder hadde enkle smaker utviklet seg i de ulike makroalgevarianter som f.eks. sødme i butare og fingertare. Modningsprosessen også påvirket materialets konsistens ved å redusere tyggemotstand. Generelt ble mykere konsistens oppnådd når makroalger ble skyllet med ferskvann før modning.

Videre kvantitative analyser rundt differensert primærprosessering av makroalger til konsum vil gjennomføres i hovedprosjekt PROMAC (se nede).

#### 4.2.2. ASSOSIASJONSTEST

Ordkart (fig. 4.4 A-D) er en illustrativ måte å visualisere resultat fra assosiasjonstesten for de forskjellige algartene og behandlingsmetodene. Ordkart relaterer ordets hyppighet til størrelsen, slik at ordene som ble oftest brukt framstår størst. Figur 4.4. viser at ordene «salt» og «sjø» var svært hyppige for alle arter.

De utvalgte nøkkelordene la grunnlag for utforming av kvalitetskontrolltesten der 11 sensoriske kriterier tilknyttet lukt, konsistens og smak ble plukket ut (tab. 4.3).





Figur 4.4: Ordkart av nøkkelord (basert på innspill fra 17 dommere) fra assosiasjonstesten av fire makroalgearter: butare (A), fingertare (B), sukkertare (C) og søl (D), i både tørket form (svart/grå, venstre panel) og varmebehandlet (rød/grå, høyre panel).

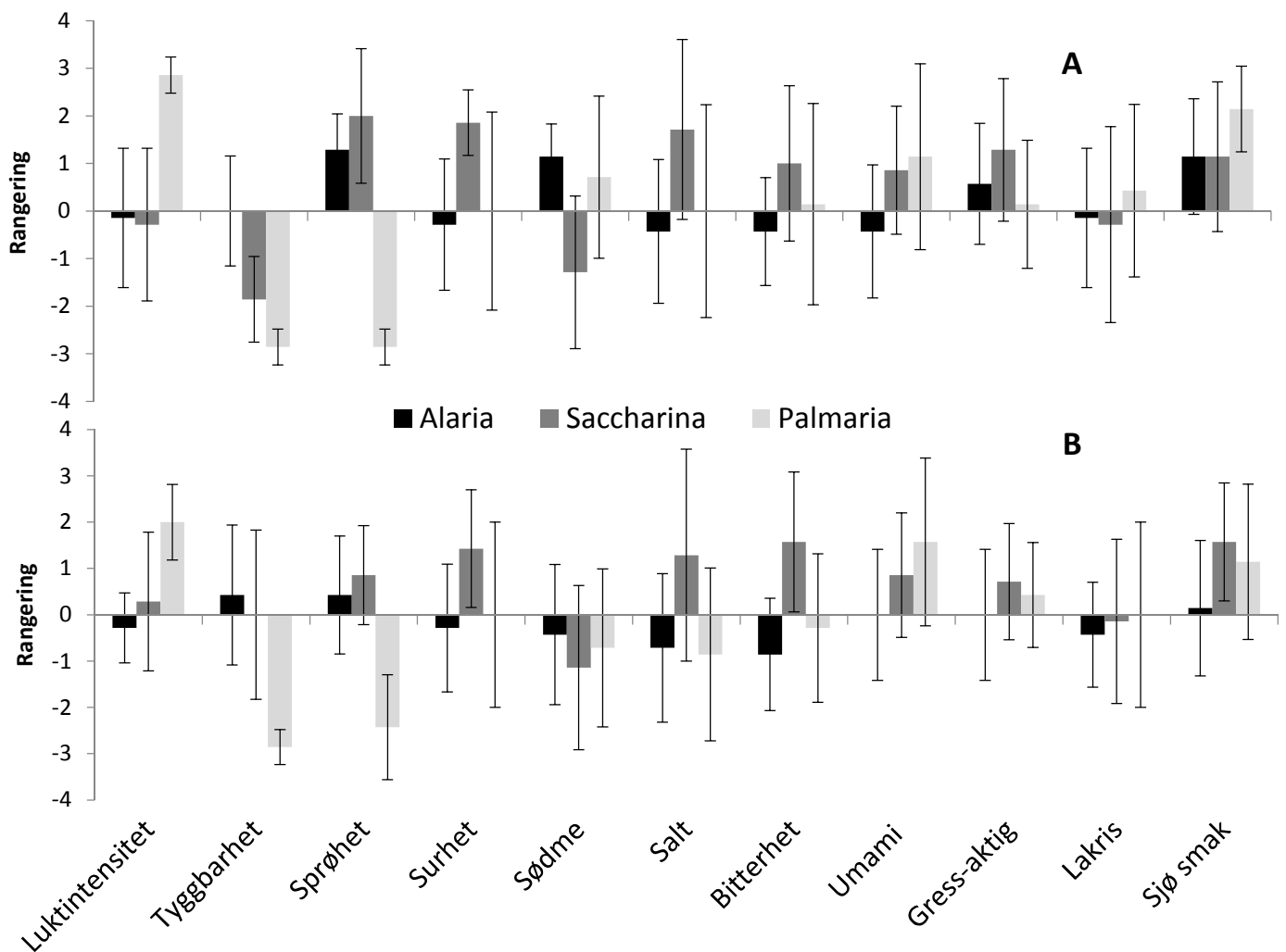
Tab 4.3: Sensorisk nomenklaturleksikon som beskriver kriteriene for makroalgevurderingen i kvalitetskontrolltesten.

Egenskap	Definisjon	Nøkkelord
Luktintensitet	Relateres til den samlede luktopplevelsen og er ikke knyttet til en spesifikk lukt. I kommentarfeltet kan en spesifisere lukten om ønskelig.	
Tyggemotstand	Relateres til hvor hard algen er å tygge.	
Sprøhet	Relateres til hvor krispi eller seig algen er sammenlignet med referansen.	
Syrlig	Relateres til en frisk smak som skyldes organiske syrer.	Sitrus og grønt eple
Søt	Relateres til søt smak av glukose og fruktig sødme.	Sukker, sviske, melon
Salt	Relateres til salt smak.	Havsalt
Bitter	Relateres til en besk smak (koffein eller kinin).	Kaffe, garvesyre, grapefrukt
Umami	Relateres til en fylldig kraftsmak assosiert med dyreriket.	Kjøtt, buljong, glutamat, fiskesaus, spekemat, modnet fisk
Gress	Relateres til «grønn» smak assosiert med planteriket.	Gress, høy, grønne grønnsaker
Lakris	Relateres til en smak av lakris.	Lakris, anis, fenikkel
Sjø	Relateres til lukt og smak av hav	Sjø, tang, fjære, naust, brygge

#### 4.2.3. SENSORISK PROFILERING - KVALITETSKONTROLLTEST

Bedømmelse av makroalgeprodukter under kvalitetskontrolltesten viser stor variasjon i vurdering av intensitet av ulike sensoriske egenskaper for hver prøve sammenlignet med referansen. Til tross for at panelet gikk gjennom en treningsrunde var dommene relativt ukjent med metoden, noe som kan føre til variasjon i resultatene (fig. 4.5).

Likevel er det tydelig at rødalgen søl (*Palmaria palmata*) i både tørket og varmebehandlet tilstand skiller seg fra referansen og de to andre sortene, særlig på lukt og konsistensegenskaper (tyggemotstand, sprøhet). Også de andre arter oppleveres som mer forskjellig fra hverandre i tørket tilstand, dvs. særegenheter har en tendens å bli mindre med varmebehandling.



Figur 4.5: Sensorisk profilering av tre makroalgearter i tørket form (A) og varmebehandlet (B) sammenlignet mot en referanse (fingertare, *Laminaria digitata*). Hver test-art ble rangert relatert til referansen (0-verdi), og for hvert kriterium ble plasseringen over eller under referanse-verdien 0 Gjennomsnittsverdi +/- 1 standardavvik (n= 7).

#### 4.2.4. KOKKEVERKSTED

Til sammen ble det laget 17 forskjellige matretter under en kreativ prosess (tab. 4.4, fig. 4.6).

Tabell 4.4: Tang- og taremeny fra kokkeverkstedet.

Kode	Navn	Beskrivelse
A	<b>Cassoulet med <i>fingertare</i></b>	Tradisjonell bønnegryte av hvitebønner, løk, hvitløk, rotgrønnsaker, flesk og tomat. <i>Fingertare</i> kokt som et laurbærblad sammen med gryten, og fjernet før servering
B	<b>Lange med <i>sukkertareskorpe</i></b>	Skorpen besto av en deig der <i>sukkertareflak</i> ble inkludert
C	<b>Skatevinger med søl og <i>sukkertare</i></b>	Skatevinger fylt med laksemos tilsatt søl og <i>sukkertare</i> . Ble servert med fennikelkrem.
D	<b>Klippfiskbuljong med <i>butare</i></b>	<i>Butare</i> ble kokt sammen med en tomatbasert klippfiskkraft. Like før servering ble tomat og vårløk tilsatt slik at de hadde fast konsistens. <i>Butaren</i> ble fjernet før servering.
F	<b>Fiskekake med <i>fingertare</i> og <i>sukkertare</i></b>	Dampet og hakket <i>fingertare</i> og <i>sukkertare</i> ble tilsatt fiskefarse basert på hyse. Farsen ble spedd med melk og potetmel og smakstilsatt med vårløk. Siden hysen som var brukt var fryst så ble bindeevnen dårlig og fiskekakene ble litt løs i konsistens. To ulike fiskekaker ble testet der en variant ble røykt. Røyksmaken kamuflerte taresmaken.
G	<b>Klippfisk brandade med søl</b>	Kokt klippfisk ble revet og blandet med moste mandelpoteter, hvitløk og olivenolje. Brandade ble smakstilsatt med bløtlagt søl. Dette ga retten en rosa til fiolett farge.
H	<b>Tarepizza</b>	Bløtlagt <i>sukkertare</i> ble blandet sammen med hvitløk, sitron, og pinjekjerner og spedd med olje til en pesto. Pestoen ble brukt som saus på en fullkorn pizzabunn som ble forstekt i 7 minutt ved 225 °C. Pestosausen ble toppet med tomat, kveite og parmesanost.
I	<b>Torsk med <i>sukkertare</i> og søl</b>	Skinnstekt torsk – Smørsaus tilsatt tørket søl – Blomkålpure – Sommerkål smørstekt og tilsatt bløtlagt <i>fingertare</i>
J	<b>Edelfrue (camembertost fra Tingvoll) med <i>fingertare</i></b>	Hel ost ble smurt med chilegelé og hakket bløtlagt <i>fingertare</i> ble lagt opp på. Osten ble satt i ovnen (180 °C) i 2-3 min
K	<b>Cocktail: «Havbrisen» med søl</b>	Vodka med tørket søl og litt muskat. Søl ble trekt i 2 timer i vodka. I tillegg ble det foreslått følgende cocktail basert på «havbrisen»: 1 dl aroniajuice + 1 dl Farris + 2 cl «havbrisen» + knustis. Ellers vil litt ingefær heve smaken.
L	<b>Gravet kveite med <i>fingertare</i></b>	Kveitefilet ble skjært i tynne skiver slik at graveprosessen tar mindre tid. Skivene ble lagt på en form hvor de ble toppet av salt og sukker (40 % sukker og 60 % salt), litt «havbrisen» med søl og hakket bløtlagt <i>fingertare</i> .
M	<b>Torsk, kje og <i>fingertarekraft</i></b>	Kraft: kjekraft kokt med gulrot, purre, løk, selleri og en håndfull tørkede <i>sukkertare</i> . 1 liter kraft kokkes ned. Grov sling for å beholde grønnsaker og tilsatt øl etter siling. - Torsk: smurt med tarepesto (fra tarepizza) og ovnsbakt. - Cherry tomat ble servert ved siden, toppet med hakket bløtlagt

		<i>fingertare</i> , capers og pinjekjerner.
N	<b>Tagliatelle med søl servert sammen med kylling med sukkertareskorpe</b>	<p>Pasta: <i>søl</i> ble kokt opp før tilsetning i pasta blanding: en eggeplomme for 100 g mel (litt mer pga. bløt <i>søl</i>).</p> <p>Pastasaus: uten tang/tare. Den er en kokosmelk basert saus som ble tilsatt hvitløk, chili, ingefær, paprika, koriander, eddik, sukker og salt.</p> <p>Kylling med <i>sukkertareskorpe</i>: til skorpen ble det blandet sammen 1 baguette, 4 eggekvite, alle sortene alger (tørkede form), koriander og persille. Skorpen ble lagt på kylling bitene og satt i ovnen i 180 °C for ca.10 min.</p>
O	<b>Sjokoladeis med sukkertare</b>	<p>Is: 1L fløte pisket til myk krem, 7 eggeplommer, 400 g sukker, smeltet sjokolade og 2 håndful <i>sukkertare</i>. Alt ble blandet sammen i food processor.</p> <p>Kjeks: melis, mel og hakket tørket <i>søl</i>. Blandingen ble godt spredt på et bakeark for å danne en veldig tynn kjeks. Flere forsøk ble gjennomført med økende mengde makroalge. Sirup: vann og sukker ble kokt sammen og tilsatt de 4 typene av alger i ganske lik proporsjon, proseco, sitron juice og rødbeter. Alt ble blandet sammen og silet.</p> <p>Topping: smørstekt hakkede cashew- og valnøtter.</p> <p>Isen ble servert med hakkede stekt <i>søl</i> i smør (10 sec) som ble røkt senere og en sitron krem (lemon curd type med sitronjuice, smør, sukker og egg).</p>
P	<b>Svele med sukkertare</b>	Den tradisjonelle svelerøra ble laget og tilsatt <i>sukkertare</i> . Etter tilsetningen ble røra betydelig tykkere pga. av algekomponenter (alginat).
Q	<b>Stekt hyse med sukkertare</b>	<p>Stekt hyse servert med:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Rotgrønnsak «ratatouille» med <i>sukkertare</i></li> <li>– Skalldyrsaus basert på kraft kokt på kreps og rekeskall sammen med <i>fingertare</i>.</li> </ul>
R	<b>Seibiff med butare</b>	Stekt sei, servert med løkfett karamellisert på svak varme og smakstilsatt med bløtlagt <i>butare</i>



**Figur 4.6: Eksempler på matretter framstilt under kokkeverkstedet 25.06.2014: Torsk med sukkertare og søl (A), gravet kveite med fingertare (B), tagliatelle med søl sammen med kylling med sukkertareskorpe (C), klippfisk brandade med søl (D).**

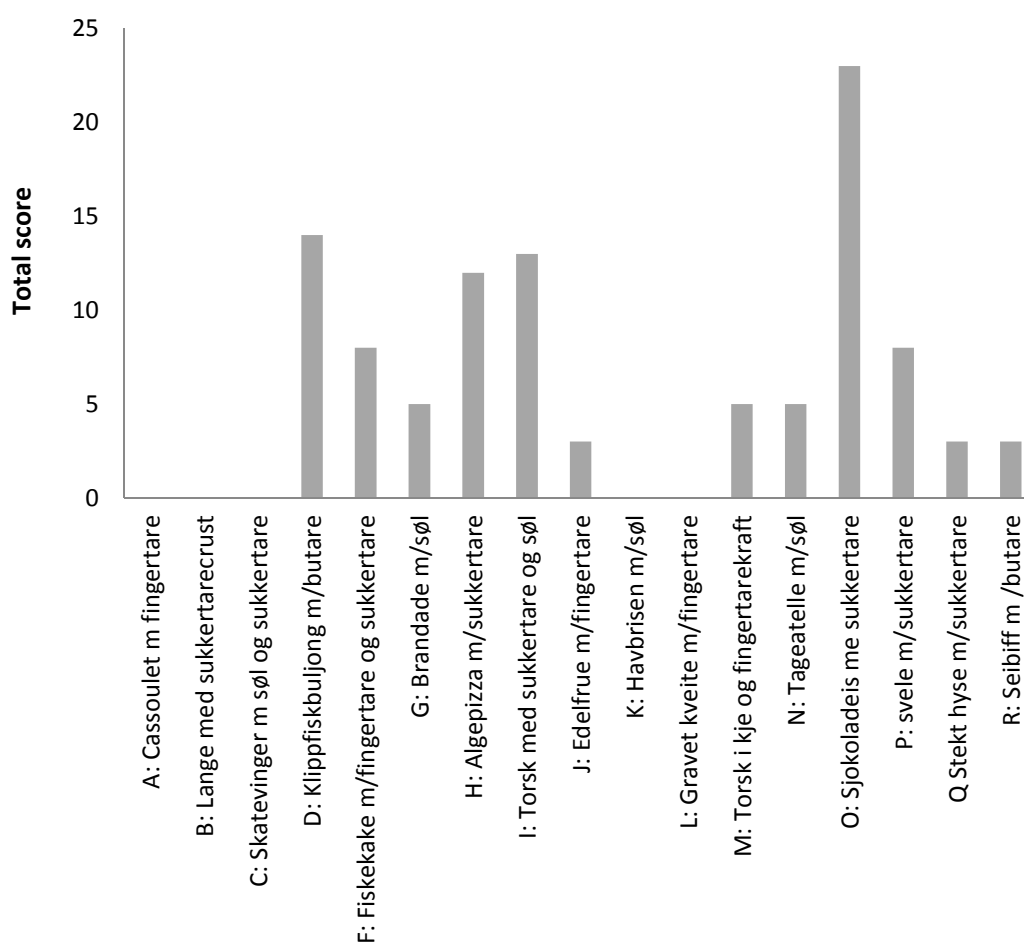
Utforsking av mulighetene knyttet til de fire utvalgte makroalgeartene i matlagingen skapte både forbauselse og glede blant kokkene. Mange forskjellige matretter inspirert av nordisk tradisjon, eller eksotiske smaker, kom fram takket være deres kreativitet og engasjement under kokkeverkstedet. Makroalger ble med stor suksess inkludert i både sjømat- og kjøttretter, samt desserter (sjokoladeis og svele) og ost (Edelfrue).

Begynnelsen av kokkeverkstedet bar preg av en forsiktighet blant flere av kokkene, særlig blant de med lite erfaring med makroalger som ingrediens. Ved smaking av rettene under prosessen var inntrykket at makroalgesmak kom lite frem. Dermed ble det etter hvert gjennomført flere forsøk for hver av de ulike rettene der stadig mer alge ble tilsatt. Forskjellige effekter av varmebehandling på ulike tang- og tarevarianter ble opplevd, noe som igjen påvirket det visuelle aspektet av enkelte matretter. Varmebehandling av brunalger tilfører ødeleggelse av pigmenter, og dermed fargeskifte av materiale fra brun til grønn som gir ingrediensen en grønnsak eller urteutseende. Brunalgene beholdt en relativ fast konsistens under prosessen i motsetning til rødalgen søl som fort går i oppløsning og sprer rødfargen i retten, noe som har gitt gode resultater som f.eks. i pasta (tagliatelle med søl, fig 4.6C) eller i en klippfisk brandade. Fargen kan unngås ved tilsetning av rødalgen sent i prosessen for å beholde konsistensen i sausen servert sammen med stekt torskfilet (fig 4.6A). Konsistensen av enkle matretter ble påvirket ved tilsetning av brunalger som f.eks. i svelerøren som ble tykkere ved å inkludere sukkertare flaker. Dette skyldes at algen frigjør alginat, en celleveggkomponent som finnes i flere brunalger og som brukes i matindustri som fortykningsmiddel.

Under drøftingen sammen med kokkene, på slutten av kokkeleringsdagen, kom det frem at selv om det ble brukt relativt store mengder tang og tare, var smakene som ble identifisert under kvalitetskontrolltesten, lite dominerende i de ulike matretter. Likevel virket makroalger som krydder

eller smaksforsterker i enkle retter i sin helhet. Kokkene opplevde at kun skatevinger med laksemos og søl ikke var vellykket på grunn av konkurrerende smaker mellom rødalgen og laks. Ellers tilpasset de ulike tang- og tarevarianter sjømat-, kjøttretter og desserter, og kunne kombineres med et bredt spekter av smaker som søt, syrlig og krydret. Alle var enige om at makroalger som matingrediens gir muligheter for å endre det visuelle aspektet av en matrett, noe som bør utforskes videre.

Resultata fra preferansetesten med frivillige viser stor spredning når det gjelder rangering av tre foretrukkede retter (fig 4.7). Dette kan forklares av relativt mange retter for et begrenset smakspanel. Flere nevnte i kommentarfeltet at det var vanskelig å velge ut de tre beste rettene. Sjokoladeisen med sukkertare kom imidlertid frem som favoritt. Andre retter som klippfiskbuljongen, algepizza og torsk med sukkertare og søl ble verdsatt av panelet.



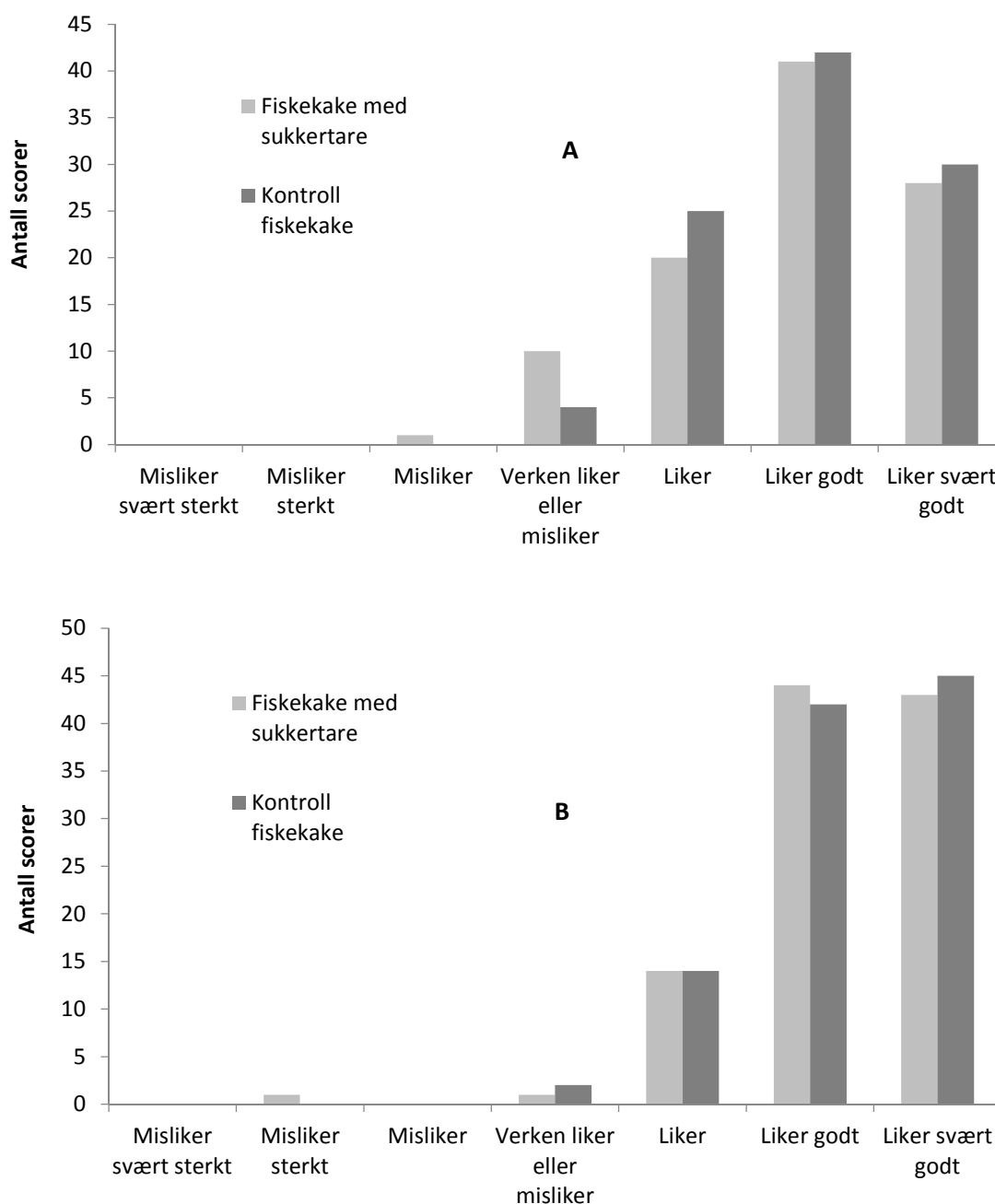
**Figur 4.7: Score fordeling på de ulike matrettene framstilt under kokkeverksted 25.06.2015. Figuren viser det samlede antall poeng av 17 personer, som deltok i panelet fordelt på de ulike rettene (Poenggivingen var som følger: første valg – 3 poeng, andre valg 2 poeng, tredje valg – 1 poeng).**



#### 4.2.5. KONSUMENT TEST

##### Test 1: Fiskekake med og uten sukkertare

Utvalgets smaksvurdering av fiskekake med sukkertare og kontrollprodukt uten makroalgeingrediens var relativt likt. En Wilcoxon signed-rank test viste ingen signifikante forskjeller mellom smaksopplevelse ( $p = 0,73$ ) eller vurdering av utseende ( $p = 0,16$ ) av begge smaksprøvene fra publikum. Publikums opplevelse av begge produkter var generelt positiv (fig. 4.8). Resultatet på spørsmålet «Hvilket produkt liker du best generelt?» bekreftet denne tendensen der 42 % foretrakk fiskekaken med sukkertare, 36 % kontrollproduktet og 22 % ikke merket noe forskjell.



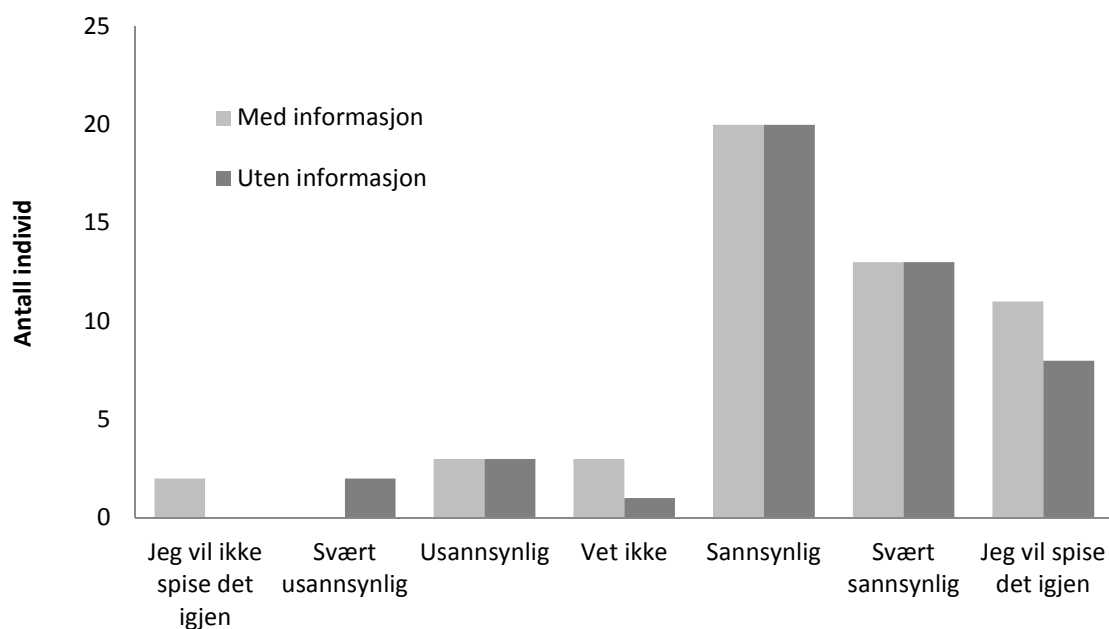
Figur 4.8: Utvalgets vurdering av utseende (A) og smak (B) av to fiskekakeprodukter. Forbrukertest, 22.11.2014, n=103.

### Test 2: Smaksprøver med og uten informasjon

På grunn av forsøksoppsettet i akvariet og mange forstyrrende elementer rundt teststasjonen har det blitt vanskelig å få enkelte medvirkende til å være oppmerksom på informasjonsarket. Et ideelt oppsett for denne testen ville fordele utvalget på to separate rom uten forstyrrelse, hvor den ene gruppen blir delt ut smaksprøve og informasjon og den andre kun smaksprøve. Oppnådde resultater angående påvirkning av informasjon om makroalgeingrediensen på smaksopplevelsen har således lite verdi og vil derfor ikke bli tatt opp videre i diskusjonen.

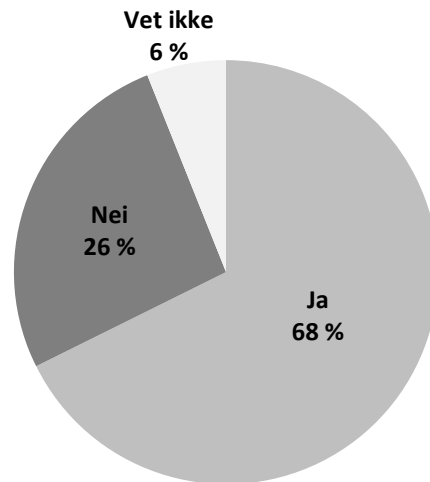
Til tross for at denne testen ikke oppnådde resultater som kunne påvise om informasjon rundt makroalgeprodukt har en effekt på panelets oppfatning og aksept av alger som matingrediens, er en rekke resultater på konsumentenes adferd om tang og tare som mat interessant å ta videre.

På spørsmålet: «Dersom du får muligheten, hvor sannsynlig er det at du vil spise igjen et produkt med tang og tare?», svarte de fleste deltakere positivt (sannsynligvis for 40,8 % av panelet, svært sannsynligvis for 26,5 % og 18,4 % vil spise igjen) (fig. 4.9).

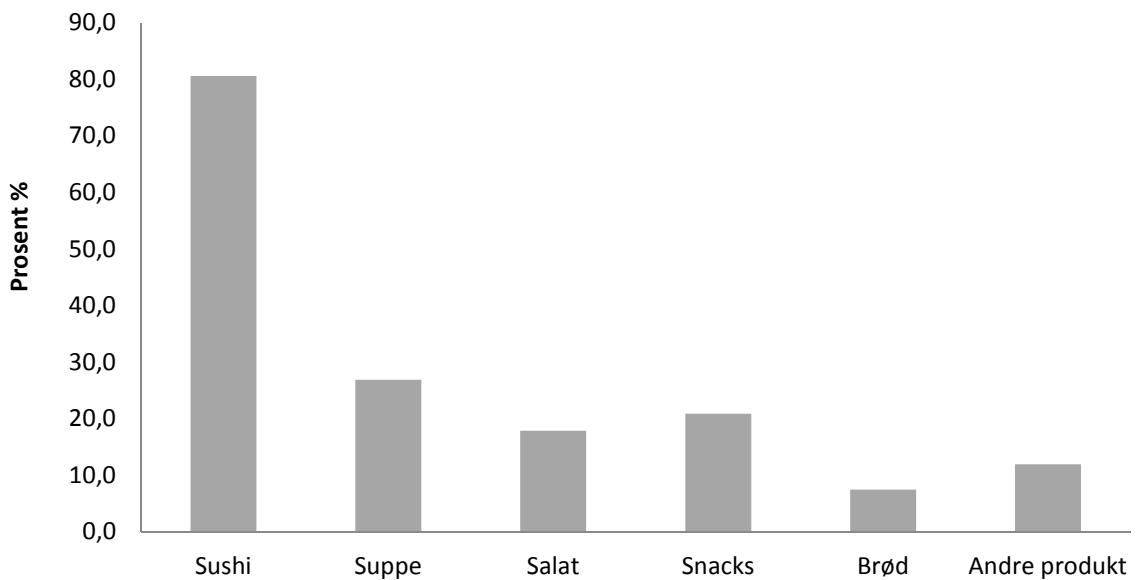


**Figur 4.9: Sannsynlighet for at forbrukeren vil spise igjen et produkt med tang og tare. Forbrukertest, 22.11.2014, n=98.**

Resultatene angående utvalgets erfaring med å spise makroalger viser at de fleste (68 %) har tidligere smakt alger som matingrediens (fig. 4.10). For de fleste har tang og tare som mat blitt introdusert via asiatiske produkter som sushi og suppe (fig 4.11).



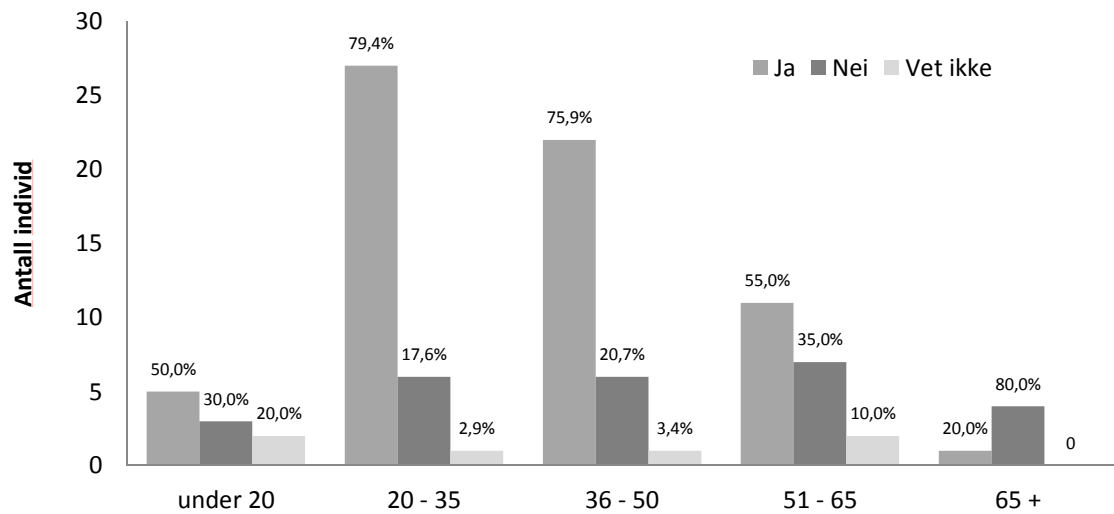
**Figur 4.10:** Utvalgets svar på spørsmålet «Har du noen gang spist mat som åpenbart inneholdt tang og tare?». Forbrukertest, 22.11.2014, n=98.



**Figur 4.11:** Forbrukernes tidligere erfaring med ulike type matprodukter som inneholder makroalger. Forbrukertest, 22.11.2014, n=98.

Analysene av konsumentutvalget etter aldersklasser viser at den andelen av medvirkende som har spist makroalger ved tidligere anledninger er større i aldersgruppen 20-35 år (79,4 %) og 36-50 år (75,9 %) enn i yngste og eldre aldersklasser (fig 4.12).

Utvalgets assosiasjoner med tang og tare viser en sterk innflytelse av sjø- og havmiljøet, og at ressursen betraktes som en sunn ingrediens for mange (fig. 4.13).



Figur 4.12: Forbrukernes tidligere erfaring med å spise tang og tare, etter aldersklasser. Forbrukertest, 22.11.2014, n=98.



Figur 4.13: Ordkart bygd fra svarene til spørsmål «Hva tenker du på / assosierer du med tang & tare?» Forbrukertest, 22.11.2014, n=98.

---

## 5. HOVEDPROSJEKT

---

Onsdag 17. desember ble det avgjort at Møreforskning AS med en rekke samarbeidsparter har fått innvilget et stort forskingsprosjekt under Norges Forskningsråd sitt BIONÆR-program. Til sammen ble 7 søknader innvilget under programmet som har som hovedmål å utløse forskning og innovasjon for verdiskaping i norske biobaserte næringer. Møreforskning AS vant frem med søknaden «Energieffektiv prosessering av makroalger i blå-grønne verdikjeder» (PROMAC). Prosjektets budsjetttramme ligger på 35 millioner NOK og prosjektet vil gjennomføres over en fireårsperiode med oppstart i 2015.

Prosjektet fokuserer på energieffektiv prosessering og raffinering av makroalger til menneskemat og dyrefôr, inkludert en logistisk og økonomisk analyse av verdikjeden og livsløpsvurdering av produkter.

Bakgrunnen til prosjektet er at prognosene for global befolkningsvekst og økning i levestandard vil kreve økt tilgang på mat og fôr. Havet anses å ha det største potensiale for bidrag til denne økningen. Havet mottar dessuten store mengder næringsstoffer fra landjorda som bør føres tilbake i næringskjeden på en mer effektiv og ressursvennlig måte enn i dag. Dyrking av makroalger vil representere en viktig strategi for klimapositiv utnyttelse og resirkulering av biologiske ressurser, og er en biobasert næring under rask utvikling i Norge. Med sine gode råstoffegenskaper og til dels høyt innhold av protein, næringsstoffer og vitamin, er makroalger forventet å danne ressursgrunnlag for et bredt produktspekter, inkludert mat, fôr, helsekost og kosmetikk, og med stort potensiale for miljømessig og økonomisk bærekraft.

Prosjektet, som tar utgangspunkt i 3 arter av makroalger med kommersielt dyrkingspotensiale i Norge, vil (i) undersøke variasjoner i stoffsammensetning av kultivert makroalgealgebiomasse med fokus på protein, næringsinnhold og andre helsefremmede stoff, (ii) utvikle primærprosesser (vasking, tørking, modning) som bevarer råstoffkvalitet og gir ønskete egenskaper som matprodukt eller til videre bearbeiding til fôr, (iii) etablere metoder for fraksjonering og ekstraksjon som vil anrike protein og fjerne eventuelle antinæringsstoffer, og (iv) evaluere helse- og næringsverdi av raffinert algebiomasse for forskjellige husdyr og mennesker, gjennom bruk av in-vitro og in-vivo testmodeller. En pilotstudie rundt utnyttelse av overskuddsenergi fra et forbrenningsanlegg til prosessering av makroalger vil brukes som grunnlag for utvikling av lignende energieffektiviserende prosesser i andre verdikjeder basert på marint råstoff. PROMAC vil bruke produktbaserte livssyklusanalyser og forretningsmodeller for å evaluere algebasert mat- og fôrprodukt i fullstendige verdikjeder, fra råstoff til marked og forbruker.

PROMAC representerer en internasjonal gruppe av forskere med bred tverrfaglig spisskompetanse. Møreforskning vil lede prosjektet, og følgende samarbeidsparter er med; Bioforsk, SINTEF Fiskeri og Havbruk, SINTEF Material og Kjemi, SINTEF Energi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet NMBU, Høgskolen i Ålesund, Det franske forskningsinstitutt CEVA, Islandske FoU-institusjon Matis, og Sveriges Landbruksuniversitet. Prosjektet har sterk forankring og satser på medvirkning fra en rekke relevante næringsaktører; Tafjord Kraftvarme AS, Felleskjøpet Fôrutvikling, Firmenich Bjørge Biomarin, Hortimare, The Northern Company, Marinox, Orkla Foods Norway og den biomarine ARENA klyngen Legasea.

På sikt vil en annen stor søknad mot NFR leveres inn i høsten 2015 som vil fokusere på rammeverk rundt bærekraftig dyrking av makroalgebiomasse i et integrert multitrofisk akvakultur system (IMTA). Dette vil åpne for samarbeidsmuligheter med både nasjonale og internasjonale partnere som f.eks. Thierry Chopin i Canada.

---

## 6. KONKLUSJON

---

- Makroalger som sunn, lokal og potensiell bærekraftig biologisk ressurs, har stort potensiale for matproduksjon i Norge. Anvendelse og bruksområder i matlaging er mangfoldige – både når det gjelder bruk som smaksforsterker, men også som «havgrønnsak».
- I tillegg til nærliggende kombinasjoner av alger med sjømatretter, er også ukonvensjonelle konstellasjoner (f. eks. i dessert), som utnytter særegenskaper og innholdstoffer av alger, lovende, og har vist positiv respons blant smakspanelet.
- Erfaringer fra Frankrike er verdifulle når det gjelder utvikling av nordiske algeretter. Spesielt metodene for konservering, primærprosessering og tilberedning av råstoffet, kan integreres i norsk matlaging.
- Blant de artene som ble nærmere undersøkt (brunalgene sukkertare, *Saccharina latissima*; butare, *Alaria esculenta*; fingertare, *Laminaria digitata*; og rødalgen søl, *Palmaria palmata*) er alle egnet til å inkluderes i framtidige nordiske mattilbud.
- Både blant profesjonelle kokker og konsumenter er holdningene positive for å utvikle alger som mat videre; men introduksjonen av nye makroalge-matprodukter vil ta tid og trenger tilvenning.
- For å kunne utvikle alger som mat videre i Norge, må det jobbes videre med formidling mot flere målgrupper og fokusområder, inkludert med:
  - Råstoffproduksjon og primærprosessering
  - Profesjonelle kokker og deres kjennskap med makroalger som råstoff, deres egenskaper og muligheter.
  - Konsumenter og det generelle publikumet for å introdusere makroalger med nye smaksopplevelser i tillegg til å forbedre kunnskap om makroalger som organismer og råstoff generelt.
  - Regelverket rundt bruk av både høstede og dyrkede makroalger til menneskemat.
- Prosjektet har fått mye oppmerksomhet i regionale og nasjonale media – dette tolker vi som økende interesse for makroalger og deres potensiale som mat.
- Gjennom kontakt med forskningsmiljø i Frankrike (Biologisk stasjon Roscoff og CEVA), i Canada (Thierry Chopin, Universitet i New Brunswick) og andre nasjonale kontakter, ble det dannet et grunnlag for videre arbeid med makroalger til menneskelig konsum. Dette har blant annet bidratt til oppstart av PROMAC – et internasjonalt forskningsprosjekt finansiert i Bionær programmet til Norges forskningsråd, der Møreforskning vil bygge på resultatene fra ALSMAK.
- Makroalger er i ferd med å bli en ny og viktig næring i Norge. Bruk av makroalger som mat er et område med stort potensiale, og vil involvere flere primær- og sekundærnæringer. Man kan vente lignende positiv utvikling med det man har sett i Frankrike, der man har en lengre tradisjon enn her til lands for bruk av makroalger.

---

## REFERANSER

---

- Almela, C., Clemente, M. J., Velez, D. and Montoro, R. (2006). Total arsenic, inorganic arsenic, lead and cadmium contents in edible seaweed sold in Spain. *Food Chem Toxicol* **44**(11): 1901-1908.
- Arasaki, S. and Arasaki, T. (1983). *Low calorie, high nutrition: vegetables from the sea*, Japan Publications.
- Besada, V., Andrade, J. M., Schultze, F. and González, J. J. (2009). Heavy metals in edible seaweeds commercialised for human consumption. *Journal of Marine Systems* **75**(1-2): 305-313.
- Cabioc'h, J., Floc'h, J.-Y., Le Toquin, A., Boudouresque, C.-F., Meinesz, A. and Verlaque, M. (2006). *Guide des algues des mers d'Europe*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- CEVA (2014). Réglementation algues alimentaires. *Synthèse CEVA au 10/02/2014*, from <http://www.ceva.fr/fre/S-INFORMER/ALGUES-ALIMENTAIRES/Documents-Syntheses/France-Synthese-au-10-02-2014>.
- Chapman, V. J. and Chapman, D. J. (1980). *Sea Vegetables (Algae as Food for Man)*. In *Seaweeds and their Uses*. Springer Netherlands: 62-97.
- Cofrades, S., Lopez-Lopez, I., Solas, M. T., Bravo, L. and Jimenez-Colmenero, F. (2008). Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Sci* **79**(4): 767-776.
- EU, (2009). *National Salt Initiatives, implementing the EU Framework for salt reduction initiatives*.
- EU No 258/97 (1997). Regulation (EC) no 258/97 of the european parliament and of the council of 27 January 1997 concerning novel foods and novel food ingredients. 258/97/EC. Official Journal of the European Communities
- EU No 629/2008 (2008). Commission regulation (EC) No 629/2008 of 2 July 2008 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. 629/2008/EC. Official Journal of the European Communities
- FAO Fisheries and Aquaculture Department, (2014). *The state of world fisheries and aquaculture*.
- Fiskeri- og Kystdepartementet (2012-13). *Verdens fremst sjømatnasjon*. St. meld. nr. 22.
- Funahashi, H., Imai, T., Mase, T., Sekiya, M., Yokoi, K., Hayashi, H., Shibata, A., Hayashi, T., Nishikawa, M., Suda, N., Hibi, Y., Mizuno, Y., Tsukamura, K., Hayakawa, A. and Tanuma, S. (2001). Seaweed Prevents Breast Cancer? *japanese Journal of Cancer Research* **92**: 483-487.
- Gibbs, C. R., Lip, G. Y. and Beevers, D. G. (2000). Salt and cardiovascular disease: clinical and epidemiological evidence. *Journal of cardiovascular risk* **7**(1): 9-13.
- Gudiel-Urbano, M. and Goñi, I. (2002). Effect of edible seaweeds (*Undaria pinnatifida* and *Porphyra tenera*) on the metabolic activities of intestinal microflora in rats. *Nutrition Research* **22**(3): 323-331.

Hallsson, S. V. (1961). The uses of seaweeds in Iceland. Fourth International Seaweed Symposium, France.

Helsedirektoratet, (2014). Tiltaksplan 2014-18, Reduksjon av saltinntaket i befolkningen.

Holdt, S. L. and Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology* **23**(3): 543-597.

Hotchkiss, S., (2009). Investigation of the Flavouring and Taste Components of Irish Seaweeds. Marine research sub-programme 2007-2013 Ireland: Marine Institute.

Le Bras, Q., Lesueur, M., Lucas, S. and Gouin, S., (2015). Etude du marché français des algues alimentaires. Catalogue et analyse des produits existants. Programme IDEALG Phase 2: Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST. nr 37, 41p.

Lopez-Lopez, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L., Larrea, M. T., Sanchez-Muniz, F., Cofrades, S. and Jimenez-Colmenero, F. (2009). Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Meat Sci* **83**(3): 492-498.

Lopez-Lopez, I., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C. and Jimenez-Colmenero, F. (2009). Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. *Meat Sci* **83**(2): 255-262.

MacArtain, P., Gill, C. I. R., Brooks, M., Campbell, R. and Rowland, I. R. (2007). Nutritional Value of Edible Seaweeds. *Nutrition Reviews* **65**(12): 535-543.

McHugh, D. J., (2003). A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries technical paper, Rome, Italy, 105 pp.

Meland, M. and Rebours, C., (2012). The Norwegian seaweed industry. NETALGAE project report, WP 1&2. Bioforsk –Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research.

Mesnildrey, L., Jacob, C., Frangoudes, K., Reunavot, M. and Lesueur, M., (2012). La filière des macroalgues en France. Rapport D'étude Netalgae - Interreg Ivb, Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST, no. 39, 38p.

Mortensen, S., Duincker, A. and Hald, F. (2014). Sjømat fra fjæra. Bergen, Kom forlag.

Mouritsen, O. G. (2013). Seaweed: edible, available and sustainable.

Mouritsen, O. G., Dawczynski, C., Duelund, L., Jahreis, G., Vetter, W. and Schröder, S. (2013). On the human consumption of the red seaweed dulse (*Palmaria palmata* (L.) Weber & Mohr). *Journal of Applied Phycology* **25**: 1777-1791.

Mouritsen, O. G., Williams, L., Bjerregaard, R. and Duelund, L. (2012). Seaweeds for umami flavour in the New Nordic Cuisine. *Flavour* **1**(1): 4.

mr fylke.no. Sjømatfylke nr. 1. Retrieved 24.07.2014, from <http://mr fylke.no/Tenestoomraade/Regional-og-naeringsutvikling/Naeringsutvikling/Fiskeri-og-havbruk/Presentasjon/Sjoematfylke-nr-1>.



Mæhre, H. K., Malde, M. K., Eilertsen, K. E. and Elvevoll, E. O. (2014). Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed. *J Sci Food Agric*.

Olafsen, T., Winther, U., Olsen, Y. and Skjermo, J., (2012). Verdiskaping basert på produktive hav i 2050. Rapport fra en arbeidsgruppe oppnevnt av Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA).

Pereira, L. (2011). A review of the nutrient composition of selected edible seaweeds. In Vitor H. Pomin (ed), *Seaweed: Ecology, Nutrient Composition and Medicinal Uses*. Nova Science Publishers, Inc.: 15-50.

Philippe, M., (2013). Récolte des algues de rive, guide de bonnes pratiques. Projet ALGAMARBIO: Inter Bio-Bretagne.

R Development Core Team (2008). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>.

Rhatigan, P. (2009). Irish seaweed kitchen. Co., Down, Booklink.

Rose, M., Lewis, J., Langford, N., Baxter, M., Origgi, S., Barber, M., MacBain, H. and Thomas, K. (2007). Arsenic in seaweed--forms, concentration and dietary exposure. *Food Chem Toxicol* **45**(7): 1263-1267.

Rueness, J. (2015). Tang: havalge. Retrieved 29.01, 2015, from <https://snl.no/tang%2Fhavalge>.

Rupérez, P. (2002). Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry* **79**: 23-26.

Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., López-Hernández, J. and Paseiro-Losada, P. (2004). Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry* **85**(3): 439-444.

Skjermo, J., Aasen, I. M., Arff, J., Broch, O. J., Carvajal, A., Christie, H., Forbord, S., Olsen, Y., Reitan, K. I., Rustad, T., Sandquist, J., Solbakken, R., Steinhovden, K., Wittgens, B., Wolff, R. and Handå, A., (2014). A new Norwegian bioeconomy based on cultivation and processing of seaweeds: opportunities and R&D needs. SINTEF Fisheries and Aquaculture - Report A25981

Sweeney, T., Dillon, S., Fanning, J., Egan, J., O'Shea, C. J., Figat, S., Gutierrez, J. J. M., Mannion, C., Leonard, F. and O'Doherty, J. V. (2011). Evaluation of seaweed-derived polysaccharides on indices of gastrointestinal fermentation and selected populations of microbiota in newly weaned pigs challenged with *Salmonella Typhimurium*. *Animal Feed Science and Technology* **165**(1-2): 85-94.



Prøve nr 223	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 874	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 566	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 197	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Salt smak**

	Mindre			Referanse	Mer			Kommentar
	-3	-2	-1		+1	+2	+3	
Prøve nr 223	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 874	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 566	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 197	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Bitter smak**

	Mindre			Referanse	Mer			Kommentar
	-3	-2	-1		+1	+2	+3	
Prøve nr 223	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 874	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 566	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 197	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Umami smak**

	Mindre			Referanse	Mer			Kommentar
	-3	-2	-1		+1	+2	+3	
Prøve nr 223	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 874	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 566	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 197	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Gressmak**

	Mindre			Referanse	Mer			Kommentar
	-3	-2	-1		+1	+2	+3	
Prøve nr 223	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 874	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 566	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 197	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Lakris smak**

	Mindre			Referanse	Mer			Kommentar
	-3	-2	-1		+1	+2	+3	
Prøve nr 223	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prøve nr 874	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



---

## VEDLEGG 2: KONSUMENT TEST - SPØRRESKJEMA TEST 1

---

Noe info om deg:

Alder: \_\_\_\_\_

**Kjønn:**

Kvinne

Mann

**Hvordan vil du vurdere produktene?**

**Produkt A:**

	Misliker svært sterkt	Misliker sterkt	Misliker	Verken liker eller misliker	Liker	Liker godt	Liker svært godt
<b>Smak</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Utseende</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Produkt B:**

	Misliker svært sterkt	Misliker sterkt	Misliker	Verken liker eller misliker	Liker	Liker godt	Liker svært godt
<b>Smak</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Utseende</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Hvilket produkt liker du best  
generelt?**

Produkt A

Produkt B

Ingen forskjell

---

## VEDLEGG 3: KONSUMENT TEST – SPØRRESKJEMA TEST 2

---

Noe info om deg:

Alder: \_\_\_\_\_

Kjønn:                      Kvinne                       Mann

### Hvordan vil du vurdere produktet?

	Misliker svært sterkt	Misliker sterkt	Misliker	Verken liker eller misliker	Liker	Liker godt	Liker svært godt
Smak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utseende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Dersom du får muligheten, hvor sannsynlig er det at du vil spise igjen et produkt med tang og tare?

Jeg vil ikke spise det igjen	Svært usannsynlig	Usannsynlig	Vet ikke	Sannsynlig	Svært sannsynlig	Jeg vil spise det igjen
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Har du noen gang spist mat som åpenbart inneholdt tang & tare?                      Ja                       Nei                       Vet ikke

Dersom ja, hvilke type produkt?

Sushi     Suppe

Salt     Snacks

Brød     annet: \_\_\_\_\_

Hva tenker du på / assosierer du med tang & tare? **(Bruk maks. 3 ord)**

---

## Tang & tare som matingrediens

Visste du at:

- Tang & tare fordeler seg i 3 grupper: **brunalger, rødalger og grønnalger**.
- Tang & tare brukes i asiatiske land i **mange ulike matretter** som f. eks. sushi og supper. Noen varianter betraktes som delikatesser.
- De er **næringsrike** og inneholder et stort antall proteiner av høy kvalitet samt mineraler og vitaminer. **Helsegevinsten** av en rekke ingredienser fra tang & tare er godt dokumentert, f. eks. mot fedme, karsykdommer, høyt blodtrykk.
- Mange spiselige varianter **vokser langs norskekysten**. Noen eksempler er illustrert nedenfor.
- Vikingene tok med seg rødalgen *søl* på lange reiser for å sikre **vitamintilførsel** og unngå skjørbuk.
- Komponenter fra tang & tare **brukes ofte i matindustrien** som fortyknings- eller klaringsmiddel i en rekke produkter som f. eks. i supper, iskrem eller øl.



*Søl*



*Fjærehinne (nori)*



*Havsalat*



*Butare*



*Remtang*



*Sukkertare*







## MØREFORSKING

MØREFORSKING AS  
Postboks 5075  
NO-6021 Ålesund  
TEL +47 70 11 16 00  
epost@mfaa.no  
www.moreforsk.no  
NO 991 436 502

