

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Bacheloroppgave

MB 301612 Bachelor i biomarin innovasjon

Prosessering av makroalger

Kandidatnummer: 2214, 2212

Totalt antall sider inkludert forsiden: 45

Total antall ord: 9511

Innlevert Ålesund, den 29/5-15

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> • ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. • ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. • ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. • har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. • ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. 	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høyskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§30 og 31.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiattrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §30	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 22,5

Veileder: Grete Hansen Aas

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiÅ med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 29/5-15

Forord

Tema i denne oppgaven har sin bakgrunn først og fremst fra personlig interesse innenfor det marine segmentet. Vi har også ved en tidligere anledning skrevet forretningsplan der tema var prosessering av makroalger gjennom en tenkt bedrift. Vi gikk videre i den lokale innovasjonskonkurransen (Venture Cup) der vi ble nummer en for beste forretningsplan. Dette bidro til motivasjon for å studere makroalger nærmere.

Denne oppgavens resultater blir inkludert som en del av Møreforskning sitt prosjektet PROMAC (Prosessering av macroalger) som skal se på tørking, rehydrering og det mikrobiologiske nivået hos blant annet sukkertare (*Saccharina latissima*). Det er derfor ekstra spennende å ta et dypdykk innenfor dette feltet og å få bidra til forskning på makroalger. Det har også vært lærerikt å få presentere tema makroalger for kommende studenter ved HIALS, for representanter fra NTNU og ikke minst for kunnskapsminister Torbjørn R. Isaksen.

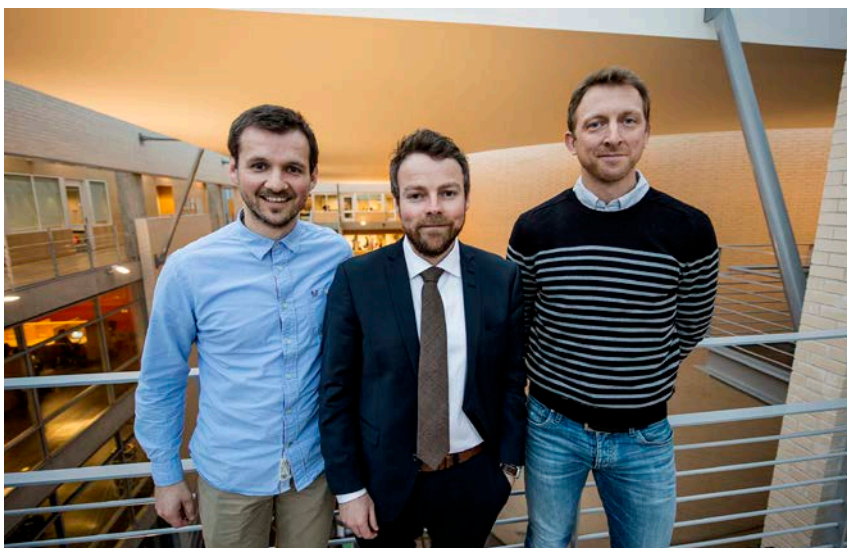
Vi vil gjerne rette en takk til Møreforskning ved Pierrick Stévant og Margrete Emblemsvåg for godt samarbeid og gode innspill.

Takk til Brødrene Aarseth A/S for fri tilgang til UV-behandlet saltvann.

Takk til Heidi Engstrøm, Kristin Bjørdal og Stig Atle Tuene på Høgskolen i Ålesund for tips og gode råd.

Vi vil rette en spesiell takk til vår eminente veileder Grete Hansen Aas på Høgskolen i Ålesund for lang og tro tjeneste.

Takk til Torbjørn for gode tilbakemeldinger som gav ekstra motivasjon.



Sammendrag

Denne oppgaven ser på om forbehandling av sukkertare (*Saccharina latissima*) ved skylling i ferskvann eller UV – behandlet sjøvann kan påvirke tørking, rehydrering og bakteriologiske nivåer. Sukkertaren er høstet fra tre forskjellige lokasjoner på Sunnmøre, vest i Norge. Hensikten er å se på om forbehandling ved skylling i ferskvann og UV – behandlet vann har noe å si for hvor raskt blader av sukkertare tørker ved gitt temperatur. Det andre som blir undersøkt er om forbehandlet tare viser forskjellig evne til hvor raskt den blir rehydrert, og hvor mye væske den tar til seg ved rehydrering. I tillegg undersøkes det bakteriologiske nivået av overflaten på sukkertaren, før og etter tørking. Når det gjelder sammenhengen mellom forbehandling og tørking viser resultatet en jevn tørketid og like kurver for alle forsøk. Sammenhengen mellom forbehandling og rehydrering viser en tendens til at forbehandling gir sukkertare større evne til å ta opp vann, enn kontrollgruppen. Når det gjelder sammenhengen mellom forbehandling og bakteriologisk nivå, kan det observeres en svak tendens til at forbehandling lønner seg for å redusere nivået av bakterier på overflaten av sukkertare.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	2
1.1 Problemstilling	4
2 Teori	5
2.1 Prøvematerialet	5
2.2 Livssyklus og morfologi	5
2.3 Utbredelse og artsspesifikke krav	6
2.4 Næringsinnhold i sukkertare	7
2.5 Tørking	8
2.5.1 Andre tørkemetoder	9
2.6 Rehydrering av tang og tare	10
2.7 Mikrobiologisk analyse	10
2.7.1 Bakterier og tang og tare	10
2.7.2 Analysemetodikk	10
2.7.3 Inkubering av bakterier	11
2.7.4 Homogenisering	11
3 Material og metode	12
3.1 Prosess	12
3.2 Høsting av sukkertare	12
3.3 Prøvematerial	14
3.4 Tørkeprosess	14
3.5 Rehydreringsprosess	15
3.6 Mikrobiologisk analyse	16
3.7 Bakteriologisk test	17
4 Resultat	18
4.1 Tørking	18
4.2 Rehydrering	20
4.3 Mikrobiologisk status før tørking	23
4.4 Mikrobiologisk status etter tørking	25
5 Diskusjon	27
5.1 Forbehandling	27
5.2 Tørkeprosessen	27
5.3 Rehydreringsprosessen	28
5.4 Mikrobiologisk status før tørking	30
5.5 Mikrobiologisk status etter tørking	30
5.6 Metodikk	31
5.3 Veien videre	33
6 Konklusjon	35
Referanser	36
Vedlegg	38

1 Innledning

Gjennom tidene har tang og tare spilt en viktig rolle for å tilføre menneskers kosthold energi og viktige byggesteiner. Det antas at tang og tare har vært brukt som mat siden forhistorisk tid. I Asiatiske land har denne ressursen blitt brukt i tusener av år. Kina, Japan, Korea og Filipinene har vært foregangsland når det gjelder bruken av tang og tare til mat. I år 600 f. kr. skrev Sze Teu i Kina at «enkelte alger er en delikatesse som passer de mest ærede gjester – til og med for kongen selv» (Pereira, 2011). De asiatiske landene bruker størstedelen av den dyrkede makroalgen til matkonsum (Trude Olafsen, 2012). I 1993 konsumerte Japan 97000 tonn tang og tare i året. Til sammenligning spiste Europa det samme året 70 tonn tang og tare (tørrvekt). I 2011 sto asiatiske land for 99% av den totale makroalgedyrkingen som var på 16 millioner tonn. Av dette er 99,9% kultiverte makroalger. I Europa er det tilsvarende 0,1% som kultiveres (Jorunn Skjeremo, 2014). Dette sier også noe om hvilke muligheter denne næringen har når vestlige land oppdager tang og tare.

Enkelte vestlige land har også hatt lange tradisjoner med bruken av tang og tare, men mest som dyrefôr, gjødsel og som medisin. Til mat refereres det mer til lokal, kystnær bruk eller historiske anekdoter (Paul MacArtain, 2007). Likevel har land som Storbritannia, Island, Norge, Frankrike brukt tang og tare i generasjoner. Island har blant annet lang tradisjon for bruken av rødalgen Søl (*Palmaria palmata*) til mat (Hallsson, 1961). Det vises også til at Søl (*Palmaria palmata*) ble brukt som medisin av vikingene for å unngå skjorbuk (Ole G. Mauritsen, 2013).

Norge har som mål i 2050 at produksjonen av makroalger skal verdsettes til 40 mrd. kroner – opp fra 1,2 millioner i 2014 (Trude Olafsen, 2012).

Norge har en unik mulighet til å utvikle en ny næring rundt dyrking av tang og tare med de unike, naturgitte fortrinn med en kystlinje som strekker seg 2,5 gang rundt ekvator. Norge har mye friskt vann som kommer fra de store havdyp fra Atlanteren. Dette næringsrike vannet, sammen med havstrømmene, bidrar til å gi gode vekstvilkår for makroalger.

I tillegg har Norge en av Europas største økonomiske soner. Norge er også langt fremme når det gjelder kunnskap innen maritim-, olje- og gassvirksomhet i tillegg til bruk av marine ressurser. Norge er verdensledende innen kompetanse, teknologi og verdiskaping fra havet. Gjennom laksenæringen spesielt har Norge vist evnet til å skape store verdier

gjennom å kombinere biologisk kunnskap med utvikling innenfor havbrukskonstruksjoner. Dette viser at det også er mulig å starte en ny retning innen produksjon av makroalger. Ved å dra nytte av tverrfaglig kunnskap fra marin og maritim næring vil det kunne ligge til rette for utvikling av denne nye næringen. Mye kunnskap og ny teknologi, sammen med de naturgitte forhold vil kunne sette Norge i en særstilling for dyrking av tang og tare. For å få til dette vil det kreve mye innsats for selskaper som ønsker å satse. Det vil bety å overvinne hinder innen teknologi, biologi, finansiering, markedsutvikling og tilrettelegging fra myndighetene.

Flere ser også på hvordan tang og tare, fisk og muslinger kan integreres i samme område for å utnytte hverandres egenskaper. Dette kalles integrert havbruk og kan bidra til bærekraftig utvikling av hvordan sjømat produseres. Fordelen med dette er at avfall fra fisk kan bli til næring for makroalger som dyrkes i nærheten av fiskemerdene (Klaus Lüning, 202).

Til matkonsum er det mange som mener makroalger kan bli en svært viktig ressurs (McHugh, 2003) (Jorunn Skjermo, 2014) (Ole G. Mauritsen, 2013) (Joël Fleurence, 2012) med tanke på hvor vår fremtidige mat skal komme fra. Verden viser tegn til overbefolkning i forhold til matproduksjon og vi trenger derfor nye matkilder. Det er beregnet at verden kommer til å trenge 70% mer mat i 2050 enn i dag (Jorunn Skjermo, 2014). Makroalger kan bidra som kilde til energi og byggesteiner, som ikke er begrenset til spesielle geografiske områder. Globaliseringens fremmarsj og adopsjon av ulike matkulturer verden over gir muligheter i et marked der eksotiske matvarer inntar dagligvarebutikken. Et eksempel er sushi som de siste ti årene nesten har blitt en vanlig del av vår vestlige diett. Som vi vet inngår tang og tare i mange ulike varianter av sushi. Dette er bare en rett der tang og tare brukes som ingrediens. I asiatiske land finnes det utallige retter der tang og tare blir brukt.

Nye proteinkilder til fôr er også etterspurt. Makroalger kan være en god kilde til protein i fôr, ikke bare til landdyr, men også til fisk (Mair, 2010). Prognoser for det norske behovet av fôr til akvakultur er i 2050 beregnet til ca. 6 millioner tonn, nesten 6 ganger høyere enn i dag (Trude Olafsen, 2012).

I Norge har vi ca. 480 ulike tang- og taresorter der mange av disse er utforsket og kvalifisert som egnet til matkonsum (Jan Rueness, 2005).

Prosessering av makroalger er viktig for å tilby et best mulig produkt til matkonsum. Her vil det først være viktig å vite hvilken forbehandling som er egnet før tørking. Vil det være gunstig å skylle i et spesielt vann før tørking, eller tørke uten å forbehandle? Hvordan påvirker eventuelt denne forbehandlingen bakterienivået? Når det kommer til selve tørkingen vil det være viktig å finne blant annet riktig temperatur, tørketid, luftfuktighet og tørkegrad slik at de forhold som påvirker resultatet blir tatt høyde for. Etter prosessering, når sukkertaren er tørket, vil det være gunstig å se på hvilken rehydreringsevne taren har. Dette er verdifullt for hvordan råstoffet kan nyttes til matkonsum. Etter primærprosesseringen vil det bli krevd kontroll med bakterienivå på lik linje med andre matvarer (Mattilsynet, 2014). Det vil være viktig å ha styring med bakterienivå for å sikre trygg mat for forbruker.

1.1 Problemstilling

Hvordan er sammenhengen mellom forbehandling ved bruk av ferskvann og UV – behandlet sjøvann og tørkeevne, rehydreringsevne og bakterielt nivå av overflaten på sukkertare (*Saccharina latissima*)

2 Teori

2.1 Prøvematerialet

Vi skiller alger i to hovedgrupper, mikroalger og makroalger (encellede og flercellede). Likheten er at de begge er fotosyntetiske og inneholder klorofyll i tillegg trenger de vann, næringssalter (nitritt, fosfat), CO₂ og sollys for å eksistere og utvikle seg.

Makroalger - bedre kjent som tang og tare, er delt i tre klasser: brunalger (*Phaeophyceae*), rødalger (*Rhodophyceae*) og grønnalger (*Chlorophyceae*). Klassifisering av disse skiller ved at de enten er bladformede, trådformede eller blæreformede, samtlige inneholder klorofyll. (Indergaard, 2011)

Omtrent 10 000 km² av Norges kyst er dekket med makroalger. Dette tilsvarer hele Norges areal av dyrket mark.

Tang og taresamfunnene regnes som primærprodusenter og disse samfunnene er svært rike på næring i tillegg til at de skaper godt skjul for både marine organismer og flere fiskearter. På bunnen av tareskogen gjemmer det seg ofte sjøstjerner, snegler, muslinger, børstemark og krepsdyr (M. A. Svenning, 2005).

2.2 Livssyklus og morfologi

(Moy, Frithjof, Tone Kroglund. 2006. *Sukkertare – Saccharina latissima*. NIVA)

Vi vil kjenne igjen sukkertaren ved at stilken er rund og glatt, lengden på stilken varierer fra 5-50 cm lang og 5-8 cm bred.

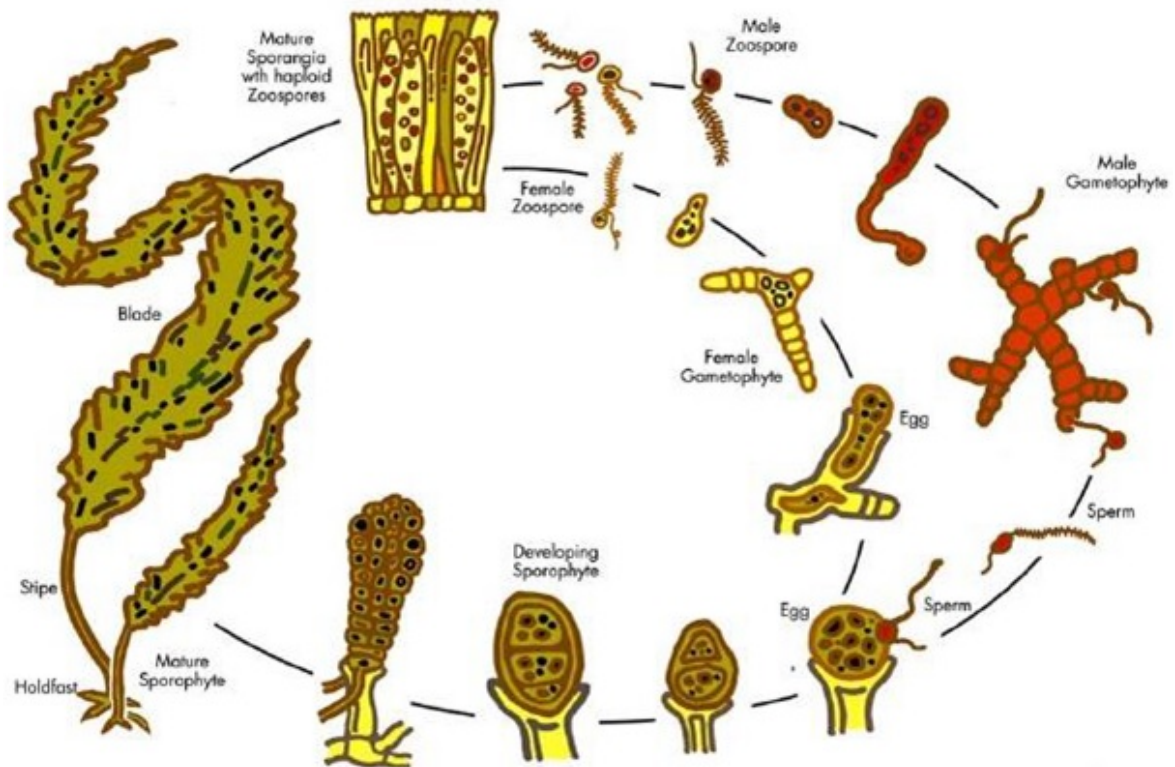
Bladet er langstrakt men udelt med et bulket midtparti og en bølget ytterkant. Bredden på bladet vil normalt variere mellom 10-30 cm og 1-3 meter i lengden.

Bladet på sukkertaren blir skiftet ut hvert år, mens stilken er et resultat av flerårig vekst. Det nye bladet blir dannet mellom stilken og det gamle bladet. I mens dette pågår vil det gamle bladet gå i oppløsning og forsvinne (Frithjof Moy, 2006).

En fullvoksen sukkertare kan nå en lengde på 3-4 meter (Indergaard, 2011).

Reproduksjon foregår ved dannelse av ukjønnete sporer, disse vokser til mikroskopiske gametofytter som igjen produserer sporer som er hannkjønnet og hokjønnet.

Disse møtes og danner en zygote som vokser til en sporofytt som videre vokser og blir en makrotareplante.



Figur 1. Reproduksjonssyklus hos sukkertare

Sukkertaren vokser mest om våren (mars-mai), og kan på det meste vokse inntil 1 cm i døgnet.

Når det går mot sommer og høst, vil planten "forberede" seg i form av reduksjon i vekst. Dette gjør den fordi den går inn i en periode der sollyset avtar i økende grad. På denne tiden av året bruker sukkertaren tiden til å fylle opp karbohydratlagrene via fotosyntese. Dette gir den nok energi til å kunne ta opp næringsalter på høsten og om vinteren. Levetid for sukkertare er antatt å være mellom 2-5år (Frithjof Moy, 2006).

2.3 Utbredelse og artsspesifikke krav

Sukkertaren er utbredd langs hele norskekysten, inkludert Svalbard. Sørover strekker utbredelsesområdet seg så langt som til sør i Portugal.

Den vokser helt fra lavvannssonen og ned til 30 meters dyp på ulike bunnforhold som fjell, stein og skjell. Steder som den trives på vil ansees å være moderat bølgeutsatte områder. Den vil også finnes inn i mellom stortareskog på eksponerte kystområder, samt på litt dypere vann der stortaren ikke vil være fullt så dominerende. Den er mer sårbar for bølger, strøm og vind enn stortaren, og forekommer derfor mer spredt. Sukkertaren er tilpasset

roligere farvann og foretrekker derfor skjermede omgivelser, eksempelvis i fjorder der forholdene er bedre.

Om sukkertaren skal etablere seg i et område, må lokaliteten kunne dekke de krav som sukkertaren stiller når det kommer til temperatur, salinitet, lys og næringssalter.

Sukkertarens idealtemperatur ligger mellom 5-15°C, mens overlevelsestemperaturen vil være 0-20 °C. Sukkertaren er en kaldtvannsart noe som begrenser dens overlevelse ved for lange perioder i for høyt temperert vann (Indergaard, 2011). Sukkertaren er beskrevet som en voksevillig art, derfor vil behovet for næringssalter øke i takt med veksten. Blir derimot tilførsel av næringssalter for stor vil dette føre til *eutrofiering*. *Eutrofiering* er opplagring av næringssalter i bunnsedimentene som senere tilbakeføres i vannet. Dette vil føre til masseoppblomstring av enkeltarter på grunn av økning i planktonalgenes primærproduksjon, og det vil være ugunstig i forhold til svinn av oksygen ved bunnen der biomasse brytes ned (Kjensmo, 2011). Dette vil være en negativ faktor fordi sukkertaren er avhengig av å feste seg til hardbunn. Det vil være flere faktorer som spiller inn her som sollys, temperatur og lignende. Optimale forhold vil være vanskelig å kartlegge.

2.4 Næringsinnhold i sukkertare

Næringsinnholdet i marine alger består av en gitt mengde protein, aske, lipid, karbohydrat, vitaminer og mineraler. Mengden vil derimot variere for sesong og geografisk område (Masakazu Murata, 2001).

Tabell 1. Næringsinnhold i sukkertare (*Saccharina latissima*) oppgitt i prosent av tørrvekt. (Pereira, 2011) (Susan Løvstad Holdt, 2011)

Protein	6 – 26 %
Aske	35 %
Kostfiber	30 %
Karbohydrat	52 – 61 %
Lipid	0,5 – 1,1 %

Tabell 2. Mineralinnhold i sukkertare (*Saccharina latissima*) oppgitt i mg/100g tørrvekt (Pereira, 2011).

Natrium	2620 mg
Potassium	4330 mg
Fosfor	165 mg
Kalsium	810 mg
Magnesium	715 mg
Jod	15,9 mg

Tabell 3. Vitamininnhold i sukkertare (*Saccharina latissima*) oppgitt i mg/100g spiselig porsjon (Pereira, 2011).

A	0,04 mg
B ₁ (Thiamin)	0,05 mg
B ₂ (Riboflavin)	0,21 mg
B ₆ (Cobalamin)	0,0003 mg
C (Ascorbic Acid)	0,35 mg
E	1,6 mg

2.5 Tørking

Makroalger inneholder store mengder vann. Når de er ferske inneholder de 75-85 % vann og 15-25 % organiske komponenter og mineraler. Tang er fordervelig i fersk tilstand og kan forverres i løpet av få dager etter høsting. Tørking vil derfor være en viktig prosess før de kan brukes i industriell prosessering. Tørking vil senke vannaktiviteten og forsinke den mikrobielle veksten. I tillegg bidrar det til å bevare ønskelige egenskaper, og reduserer volumet, noe som er fordelaktig i forhold til transport og lagring.

Tørking av makroalger har blitt utført i hundrevis av år, og der finnes flere metoder. De fire mest brukte tørkemethodene er geotermisk, sol, frys, - og ovnstørking. I følge en komperativ studie på sol, frys, og -ovnstørking, gjort av Jenny C.-C. Chan, Peter C.-K. Cheung, og Put O. Ang, Jr., (Jenny C.-C. Chan, 1997) har de ulike tørkemethodene signifikante effekter på innhold av ernæringsmessig sammensetning.

2.5.1 Andre tørkemeter

Geotermisk tørking

Denne tørkemeteroden utnytter naturlige forhold som varmekilde til tørkingen. Island er blant de som utnytter varme kilder som energi til industriell prosessering av makroalger. I følge Sigurdur V Hallsson blir geotermisk tørking utført ved at ferskt prøvemateriale blir fordelt ut over et tørkeområde. Inn-luften vil være på 29°C og luftgjennomstrømningen vil ligge på 3-3,5 kilo tørr luft/m²/min. Tørketid på 22 timer.

Luften som strømmer igjennom tørkerommet vil være geotermisk oppvarmet. Dette er mulig ved at man borer etter grunnvann for så å utnytte vannets varmekapasitet ved hjelp av et slags varmepumpesystem (Hallsson S. V., 1992).

Soltørking

Soltørking beskrives ved at prøvematerialet tørkes under direkte sollys i fire dager. Det vil si at prøvematerialet prosesseres utendørs, noe som gjør at det er vind og væravhengig. Det vil si at lenger tørketid må påberegnes. Dette fører til at dehydreringsprosessen ekspanderer, med de følger at prøvematerialet eksponeres for luft over lengre tid sammenlignet med andre tørkeprosesser. Begge disse forholdene vil være uheldig i forhold til tap av ernæringsmessig innhold (Jenny C.-C. Chan, 1997).

Frysetørking

Frysetørking beskrives ved at prøvematerialet ble fryst ned til 70°C i 24 timer, og deretter frysetørket i 5 døgn. Frysetørking vil ifølge denne studien bevare mer av den ernæringsmessige sammensetningen i forhold til de komparative tørkemeterodene som var sol og ovnstørking. Derimot vil utstys- og prosesseringskostnad være høyere og tørkekapasitet vil være lavere (Jenny C.-C. Chan, 1997).

Ovnstørking

Ovnstørking beskrives ved at prøvematerialet ble tørket i en ovn i 15 timer ved 60°C. Dette var den testen som var raskest i dette komparative studiet. Den bevarer både askeinnhold og mineralinnhold, men på grunn av høy temperatur under tørking vil den ha det største tapet av ernæringsinnhold (Jenny C.-C. Chan, 1997).

2.6 Rehydrering av tang og tare

Rehydrering av tang og tare er en prosess for å tilføre vann til det tørkede produktet. Vannet blir absorbert slik at produktet sveller opp. Selve rehydreringen av tang og tare skjer ved å senke definerte biter av materialet i små kar fylt av vann (Sabrina Cox, 2012). Det er vanlig å observere høyere rate av vannabsorpsjon de første minuttene i form av eksponentiell vekst. Denne kurven flater ut når likevekt er oppnådd (Sabrina Cox, 2012). Tørketemperatur sammen med temperaturen på vannet i rehydreringen spiller en viktig rolle for å opprettholde det næringsrike innholdet i taren (Sabrina Cox, 2012) (Shilpi Gupta, 2011).

2.7 Mikrobiologisk analyse

2.7.1 Bakterier og tang og tare

Makroalger har en overflate der det finnes en rekke ulike bakterier. Tettheten av bakterier varierer med art, Thallus seksjon (festeanordningen til makroalger) og sesong (Suhelen Egan, 2013). Mikroskopi- og kultiveringsbasert studie tilbake til 1970-årene indikerte tydelige sammenhenger mellom den mikrobielle sammensetningen relatert til makroalger og omkringliggende sjøvann, mellom forskjellige algearter, på tvers av sesong og mellom Thallus (Suhelen Egan, 2013).

Når det gjelder sukkertare (*Saccharina latissima*) har det vært undersøkt ved genteknologiske analyser hvordan sammensetningen av bakterier er på ulike deler av taren (Mia M. Bengtsson, 2010). Det ble identifisert flere ulike bakteriestammer med ulik sammensetning av kolonier på forskjellige morfologiske deler av taren. I den samme undersøkelsen ble det også identifisert variasjon av bakteriekolonier og sammensetning gjennom sesong og geografisk lokasjon.

2.7.2 Analysemetodikk

Bakteriologiske analyser kan utføres med forskjellig hensikt og forskjellig metode. Hensikten kan være å dyrke spesifikke bakterier eller å «lete» etter spesielle bakterier. Utførelsen av testene kan skje ved dyrking, ved mikroskopi eller ved genteknologiske metoder.

Ettersom dyrking av bakterier er det aktuelle for denne oppgaven, vil det være naturlig å se på hvilke dyrkingsmedier som blir brukt til denne typen arbeid. Selve mediet er en gelé som er designet for å gi mikroorganismer eller celler optimal vekst når de dyrkes frem. Når det gjelder dyrking av mikroorganismer som bakterier og gjær, er det mest vanlig å bruke en gelé som kalles et næringsmedium som fordeles på agar-skåler. Næringsmedium inneholder alle elementer de fleste bakterier trenger for å vokse. Derfor brukes dette mediet til generell kultivering av bakterier. PCA (plate count agar) er et næringsmedium som blir mye brukt i laboratorium for å kultivere bakterier. PCA tar for seg total bakterievekst og er derfor egnet for å dyrke frem de fleste bakterier av et prøveeksemplar. Det finnes mange andre vekstmedier som sørger for optimal næring til ulike typer bakteriekulturer (Hollants, 2012)

2.7.3 Inkubering av bakterier

Inkubering av petriskåler med bakterier for å fremheve vekst er en essensiell del av mikrobielle undersøkelser. Selve inkubatoren opprettholder først og fremst angitt temperatur. De fleste inkubatorer har en maksimaltemperatur på ca. 60 °C, men spesielle inkubatorer kan gå høyere. Bakterieprøver fra makroalger blir inkubert ved en temperatur under 37 °C (K. Vallinayagam, 2009). I tillegg kan enkelte inkubatorer styre luftgjennomstrømning og luftfuktighet.

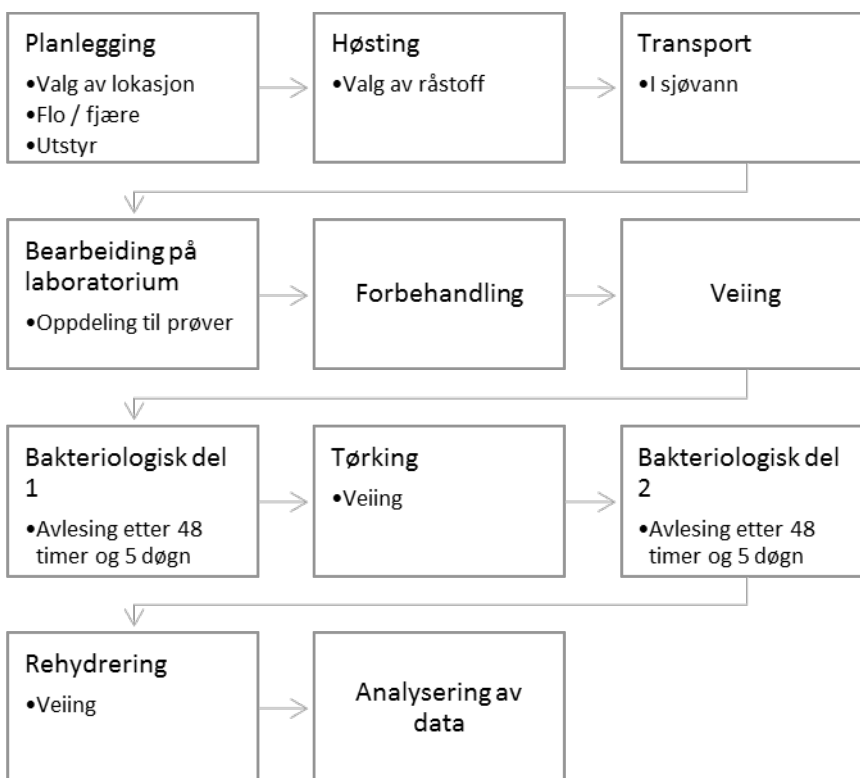
2.7.4 Homogenisering

I enkelte tilfeller vil det være hensiktsmessig å homogenisere prøvematerialet slik at bakterier eller celler som sitter i biofilmen på taren, eller i selve taren, lettere skal kunne fanges opp i en løsning. Selve prosessen skjer ved å blande prøvematerialet sammen med en spesiell væske slik at innholdet enten fullstendig eller delvis blir knust og blandet. Når det gjelder å identifisere bakterier knyttet til makroalger er det vanlig å bruke en eller annen form for homogenisering før blandingen blir overført til vekstmediet (Li Zheng, 2005) (K. Vallinayagam, 2009) (Sabrina Cox N. A.-G., 2010).

3 Material og metode

3.1 Prosess

Det ble gjennomført fire forsøk der hver inneholdt tre delforsøk. De tre delforsøkene bestod av tørking, rehydrering og bakteriologisk. I hvert forsøk ble det gjennomført en forbehandling av prøvene som innebar skylling i henholdsvis ferskvann (drikkevann) og UV-behandlet saltvann, i tillegg til en ubehandlet prøve som vi har valgt å definere som kontroll.



Figur 2. Flytskjema for gjennomføringsprosessen av forsøket

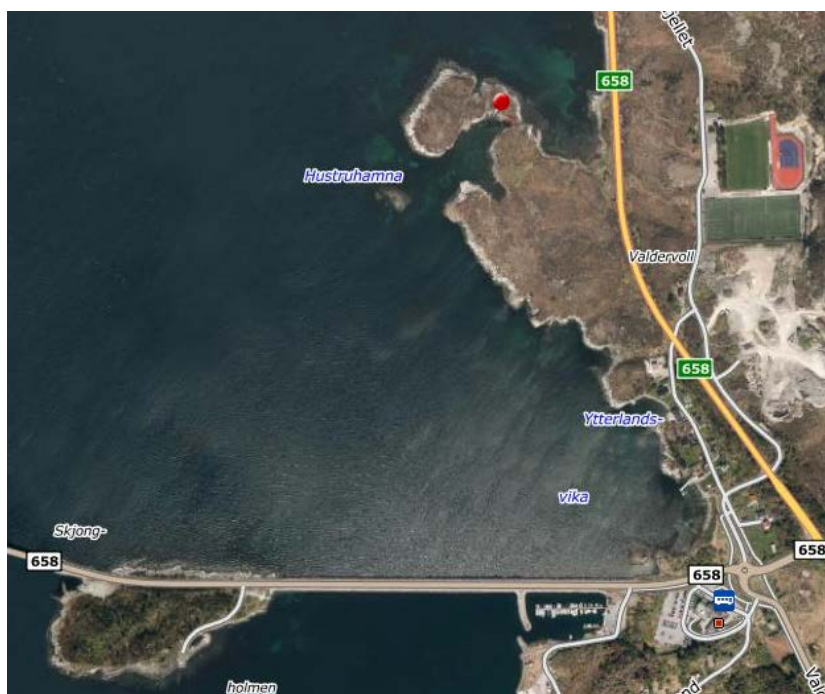
3.2 Høsting av sukkertare

Prøvematerialet fra sukkertaren (*Saccharina latissima*) ble hentet fra tre forskjellige lokasjoner. Før valg av lokalitet ble det innhentet dokumentasjon de respektive kommunene i forhold til utslipp og forurensing. Forsøk 1 og 2 ble høstet på Bjørnøya i Haram kommune 3. februar og 25. februar respektivt. Forsøk 3 ble høstet på Valderøy i Giske kommune 5. mars. Forsøk 4 ble høstet på Ellingsøy i Ålesund kommune 17. mars. Alt prøvemateriale ble høstet i 2015. Hele buketter av taren ble hentet opp og plassert i ren bøtte med sjøvann fra samme lokasjon. Den ble høstet ved bruk av en selvkonstruert

tarehøster. Den besto av to kosteskift festet sammen, med en saks på enden. Dette for å nå sukkertaren i tillegg til å kunne kutte taren helt nede ved stilken under vann. Taren ble hentet opp ved hjelp av en jernrive. Sukkertaren ble så fraktet direkte til laboratoriet på Høgskolen i Ålesund for videre behandling og prøvetaking.



Bilde 1: Høsting av sukkertare for forsøk 1 og 2. Bjørnøya, Haram kommune.



Bilde 2: Høsting av sukkertare for forsøk 3. Hustruhamna, Valderøy, Giske kommune.



Bilde 3: Høsting av sukkertare for forsøk 4. Grimstad, Ellingsøy, Ålesund kommune.

3.3 Prøvematerial

Etter sukkertaren (*Saccharina latissima*) var høstet ble bladet separert fra stilken ved bruk av skalpell. Dette ble gjort for å få jevne analysematerialer. Deretter ble bladet delt inn i 15 biter à ca. 20 gram.

I dette forsøket baserte vi oss på å høste voksne blader ettersom tilgangen på unge blader var begrenset.

3.4 Tørkeprosess

Tørkeprosessen ble utført på Høgskolen i Ålesund. Det ble benyttet lufttørkeskap av typen Termaks type: B8133. Tørkeskapet hadde en temperaturvariasjon på +/- 1°C.

Taren ble lagt på desinfisert arbeidsbenk og deretter inndelt i angitt størrelse med steril skalpell. Taren ble oppdelt i 15 paralleller, fem fordelt på de to behandlingene i tillegg til kontroll (ubehandlet). Forbehandlingen var delt inn to stasjoner. En stasjon var et arbeidsområde bestående av vannbeholder inndelt i fem like deler for rehydrering, og tørkepapir for fjerning av overflatevann. En forbehandling med UV-behandlet sjøvann (stasjon 1) og en forbehandling med ferskvann (stasjon 2). I stasjon 1 ble prøvene i numerisk rekkefølge skyllet i vannet for så å bli overført til tørkepapir, hvor overflatevannet ble fjernet. Deretter ble hver prøve veid enkeltvis og deretter lagt på inndelt Brett med bakepapir. Det ble der utført mikrobiell test som beskrives senere under mikrobiologisk analyse. Mellom hver skylling av paralleller ble karet tømt, rengjort og deretter fylt med nytt vann. Denne prosedyren ble gjentatt for hver parallell for både

stasjon en og to. De fem ubehandlede parallellene (kontrollmaterialet) ble behandlet på samme måte som i stasjon en og to, men uten forbehandling.

UV-behandlet, ferskvannsbehandlede og kontrollprøver ble fordelt på hvert sitt brett. Brettene ble inndelt i soner for å kunne skille hver enkelt parallell. Eksempelvis ble UV-behandlet sukkertare delt i fem soner med inndelingen UV1, UV2, UV3, UV4 og UV5. Dette ble også gjort med den ferskvannsbehandlede sukkertaren og kontrollprøvene. Etter fordeling ble sukkertaren satt i tørkeskap ved 29°C. For å unngå fasttørket tare på brettene ble det brukt bakepapir.

Prøvene ble tatt ut og veid enkeltvis, hvert brett for seg, hver halvtime inntil ca. fire timer. Etter dette ble prøvene stående i tørkeskapet i ytterligere ca. ett døgn. Dette for å være trygg på at prøvematerialet var helt tørt.

Matematisk beregning for tørkeprosessen i prosentvis reduksjon ble regnet ut på følgende måte.

$$RR\% = 100 - \frac{V_{opr} - \Delta V_{int}}{V_{opr}} * 100$$

Forklaring av utregning: RR% angir rehydreringsrate i prosent. V_{opr} angir opprinnelig vekt. ΔV_{int} angir oppnådd endring i vekt mellom hver tidsintervall.

3.5 Rehydreringsprosess

Det ble laget til tre stasjoner av kar med vann, et for hver av forbehandlingene. Stasjon 1 var for UV-behandlet prøvemateriale, stasjon 2 var for ferskvannsbehandlet prøvemateriale og stasjon 3 var for ubehandlet prøvemateriale (definert som kontroll). Karene ble delt inn i fem deler, en for hver av parallellene. Temperaturen på vannet bruk i rehydreringsprosessen ble målt til 23°C. Vekten som ble brukt hadde nøyaktighet på +/- 0,01 gram. Mellom hver intervall ble det bruk tørkepapir for å fjerne overflatevann før veiing.

Det ble lagt opp til å bruke tidsintervaller på 2 minutt i perioden 0-10 minutt, deretter to intervaller på 10 minutt. Etter dette ble det utført en intervall på 30 minutt. Til slutt en siste intervall over 1 time. Rehydreringsforløpet i angitt minutt: 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 60, 120.

Forsøket startet med å hente frem den tørkede sukkertaren, for så å legge de 15 parallellene i de respektive karene. Deretter ble det satt til nedtelling i 2 minutt. Etter de 2 minuttene startet vi med å ta ut prøvematerialene fra stasjon 1. Prøvene ble lagt over på tørkepapir. Det samme ble gjort på stasjon 2 og til slutt stasjon 3. Deretter gikk vi tilbake til stasjon 1, tørket av overflatevannet på alle parallellene, og overførte en og en parallell til veiing i numerisk rekkefølge. Prøvene ble så lagt tilbake til stasjon 1. Denne prosedyren ble utført for stasjon 2 og 3. Til slutt ble alle parallellene lagt tilbake i vannet og ny nedtelling ble startet. Denne prosedyren ble gjennomført ved hver tidsintervall.

Beregning i prosentvis økning ble regnet ut på følgende måte.

$$RR\% = 100 - \frac{V_{opr} - \Delta V_{int}}{V_{opr}} * 100$$

Forklaring av utregning: RR% angir rehydreringsrate i prosent. V_{opr} angir opprinnelig vekt. ΔV_{int} angir oppnådd endring i vekt mellom hver tidsintervall.

3.6 Mikrobiologisk analyse

Prosessen startet med å lage PCA (Plate Count Agar) som er et selektivt medium for generell dyrking og overvåking av "total " eller levedyktig bakterievekst av en prøve. Autoklav er en trykk-koker for sterilisering av utstyr og i vårt tilfelle sterilisering av dyrkingsmedium. Prosessen foregår ved 121°C i 20 minutt ved et trykk på 2 bar.

PCA ble laget ved å blande destillert vann med PCA-pulver. Det ble først målt opp en liter destillert vann i blandingsflaske. Deretter ble 23,5 gram PCA-pulver oppmålt på vekt og tilsatt i blandingsflasken. Blandingen ble mikset til pulveret var fullstendig oppløst i vannet. Dette ble så fordelt på to flasker for å unngå overkoking i autoklaven. Flaskene ble satt til autoklaving med forhåndsprogrammert autoklav i cirka 1,5 time med toppetemperatur på 121 °C i 20 minutt. Etter autoklaving ble mediet satt til avkjøling i ca.

en time. Mediet ble så fordelt på 81 petriskåler der hver skål inneholdt 12,3 ml. Lokket på skålene var bare delvis satt på for å hindre kondens. Etter ca. 10 minutt ble skålene samlet og lagret med bunnen opp og satt til kjøling.

3.7 Bakteriologisk test

Prøvematerialet ble skylt i henholdsvis UV-behandlet saltvann og ferskvann hentet fra springen. I tillegg ble det utført en kontrolltest som bestod av ubehandlet prøvemateriale. Testene ble utført ved bruk av svaberteknikk av overflaten på sukkertaren. Selve svabringen ble utført ved å dra en svaber over et område på 10 cm. * 4 cm. Samtidig som svaber ble strøket over prøvematerialet ble den rotert for å fange opp mest mulig biologisk materiale fra overflaten. Deretter ble det biologiske materialet fra svaberen påført ved utstrykning på PCA i petriskåler. Skålene ble så merket med dato, hvilken behandling og nummeret etter paralleller. Petriskålene ble satt med lokket ned. Grunnen til dette er å unngå kondens i prøvene. De ble så stablet og pakket i lufttett emballasje, og satt til inkubasjon ved 20 grader.

Svabertesten ble utført før og etter tørking.

Sukkertaren ble skilt mellom blad og stilk og deretter delt i biter på rundt 10 gram, bortsett fra prøvene i forsøk to som bestod av biter på rundt ett gram.

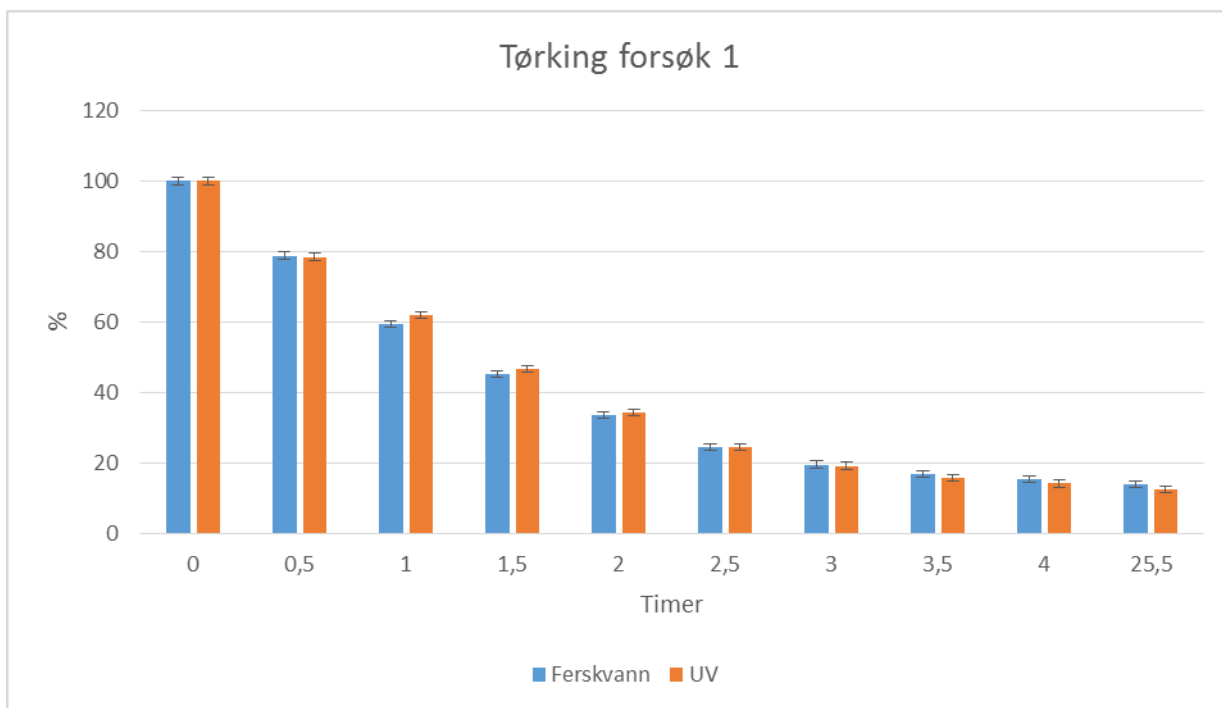
Resultatet av denne testen vil bli angitt i kim pr. cm², det vil si total kim deles på 40 cm².

Kim er et antall bakteriekolonier på et definert område.

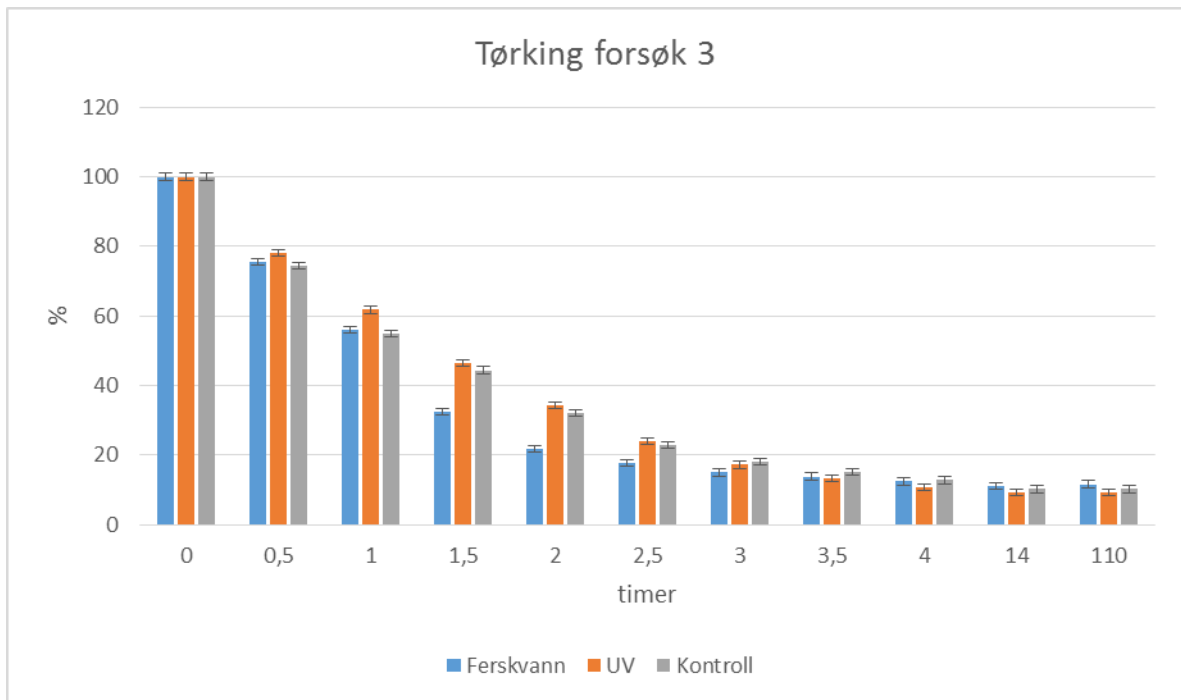
4 Resultat

4.1 Tørking

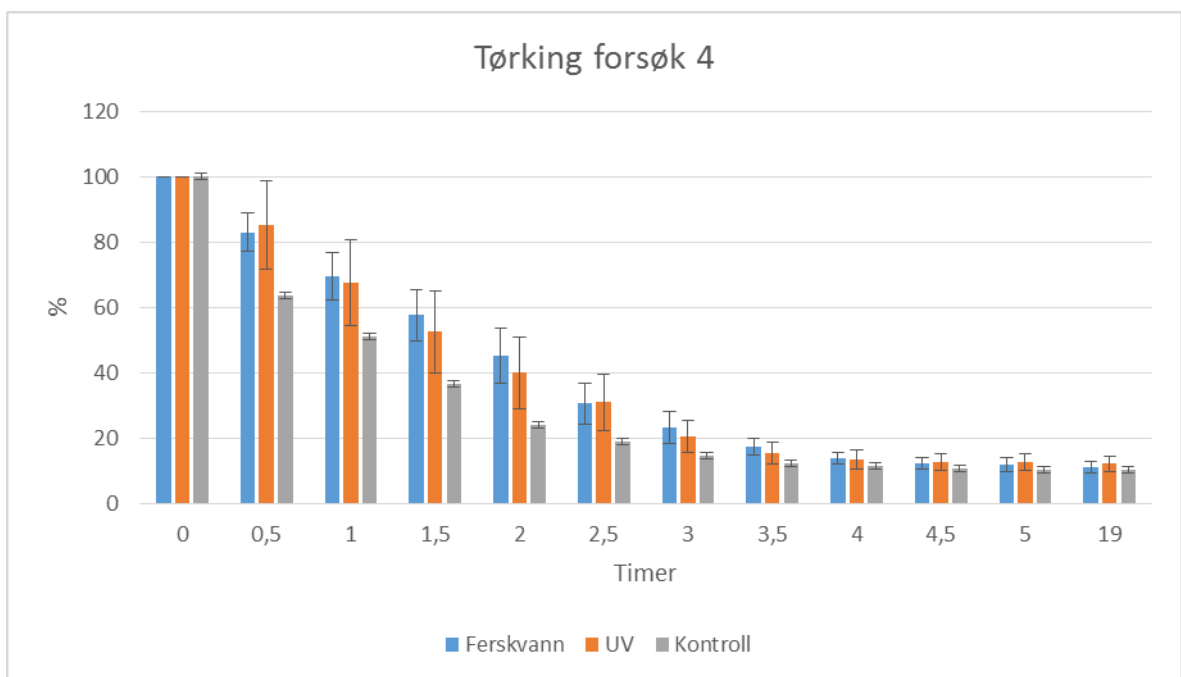
Forsøk 1, 3 og 4 fremstilles i sin helhet nedenfor med utgangspunkt i gjennomsnitt fra hver av de fem paralleller som ble brukt i hvert forsøk. Figurene inkluderer også standardavvik.



Figur 3. Tørking forsøk 1 med angitt gjennomsnittlig \pm standardavvik $n=5$.



Figur 4. Tørking forsøk 3 med angitt gjennomsnittlig \pm standardavvik $n=5$.



Figur 5. Tørking forsøk 4 med angitt gjennomsnittlig \pm standardavvik $n=5$.

Vi ser av *figur 3* at søylene for behandlingene i forsøk en følger hverandre gjennom tørketiden. I tillegg viser figuren lite variasjon mellom parallellene innenfor hver behandling.

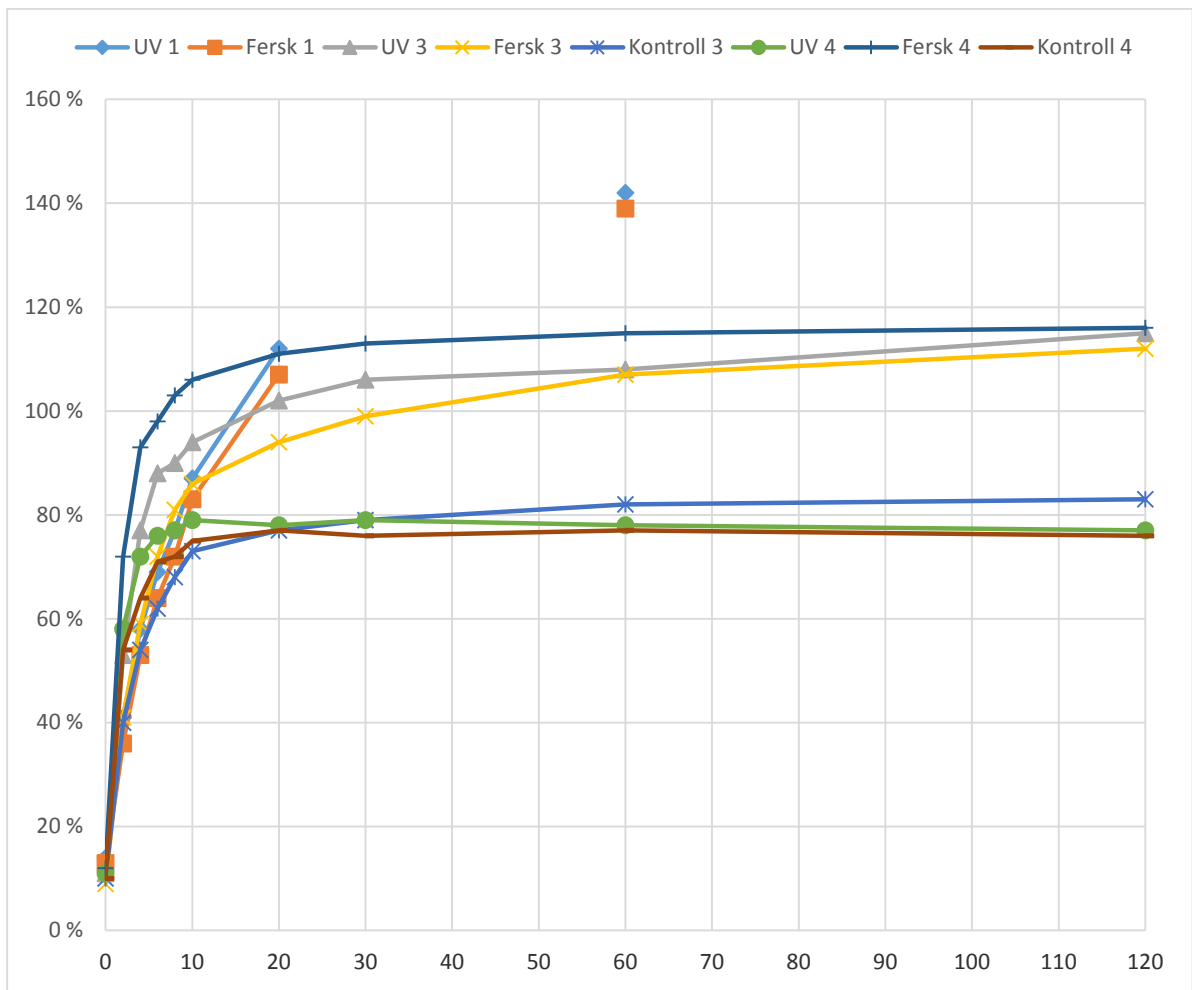
I forsøk 3 (fig. 4) ser vi den samme tendensen til at søylene følger hverandre når det gjelder tørketid. Det observeres noe større variasjon når det gjelder ferskvannsbehandlingen. Der ser vi at tørkingen foregår raskere og flater ut raskere. Fortsatt er det små avvik mellom parallellene i forsøket.

I forsøk 4 (fig. 5) ser vi fortsatt den samme tendensen når det gjelder tørkingen i de forskjellige tidsintervallene. Det observeres større spredning i forbehandling med ferskvann og UV – behandlet sjøvann med tanke på standardavvik. Prøvene skyllet i UV - vann har den største variasjonen i standardavvik. Kontrollen er mer stabil med hensyn til standardavvik, men tørker raskere og flater ut raskere enn de to andre.

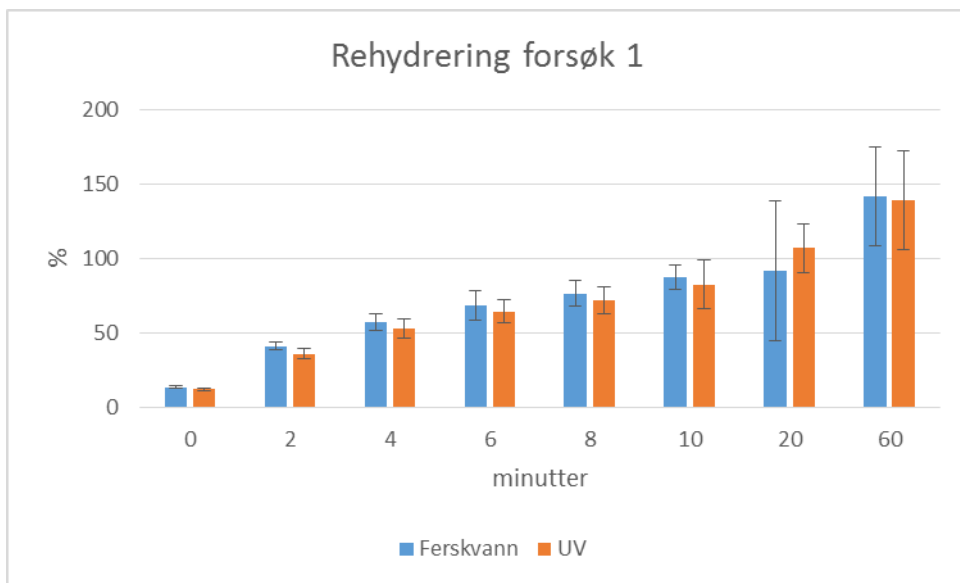
4.2 Rehydrering

Figur 6 viser gjennomsnitt av rehydreringsevne for alle forsøkene. Denne tabellen viser den generelle tendensen for rehydrering. Når det gjelder forsøk en, finnes ikke data for tidsintervallene 30- og 120 minutt.

Det noteres at prøvemateriale fra forsøk to ikke ble tatt med i rehydreringstesten fordi prøvene var for små i tørkeprosessen, noe som ville fått konsekvenser for sammenligningsgrunnlaget i rehydreringen. *Figurene 7, 8 og 9* viser rehydreringsfrekvensen ved de ulike tidsintervallene for hvert forsøk angitt i prosent.

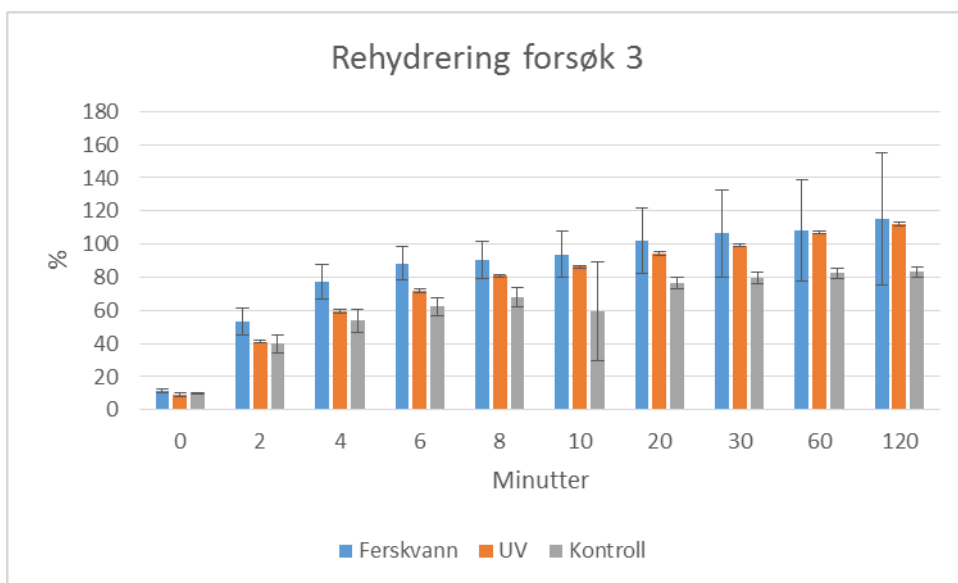


Figur 6. Rehydreringsprosess i tid oppgitt i prosent. Gjennomsnitt av parallellene innenfor hver behandlingsmetode angitt for hvert forsøk. Tallet bak teksten i figuren angir forsøk.



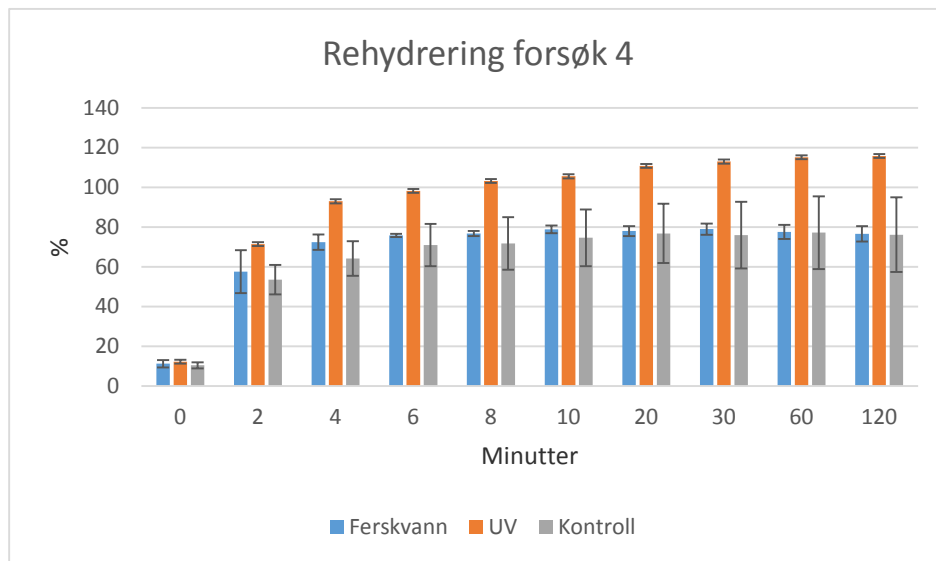
Figur 7. Rehydrering forsøk 1 angitt med gjennomsnittlig \pm standardavvik $n=5$

Rehydrering i forsøk 1 viser en jevn tendens når det gjelder rehydreringsevne ved de ulike tidsintervallene. Rehydreringsevne vil si hvor raskt materialet tar opp vann. Søylene i forsøk 1 følger hverandre fra start til slutt. Vi ser at standardavviket blir større mot slutten av rehydreringsprosessen. Dette gjelder spesielt etter 20 og 60 minutt. Før dette er variasjonen mindre.



Figur 8. Rehydrering forsøk 3 angitt med gjennomsnittlig \pm standardavvik $n=5$.

Rehydreringsforsøk 3 viser samme tendens i rehydreringsevne ved de ulike tidsintervallene med tanke på økning i prosent. Vi observerer lite variasjon i behandling ved UV og kontrollgruppen. Prøvene behandlet med ferskvann varierte noe mer med hensyn på standardavvik.



Figur 9. Rehydrering forsøk 4 angitt med gjennomsnittlig \pm standardavvik $n=5$.

Rehydreringsforsøk 4 viser den samme tendensen som i forsøk 1 og 3 med tanke på rehydreringsevne ved de ulike tidsintervallene. Vi observerer lite variasjon innad i UV- og ferskvannsbehandling, men registrerer noe større standardavvik i kontrollgruppen.

4.3 Mikrobiologisk status før tørking

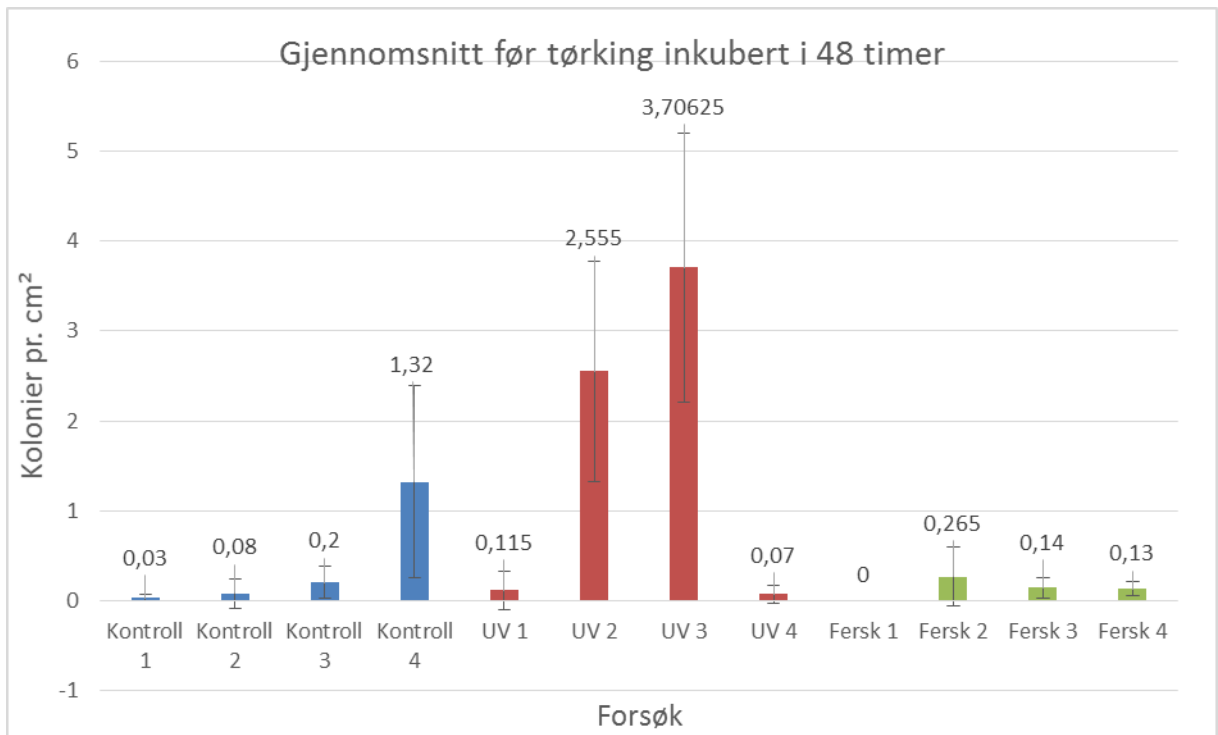
Prøver inkubert i 48 timer

Om vi ser på resultatene som ble observert i forsøk 2 og 3, ser vi at de avviker en del fra de andre resultatene. Dette gjelder spesielt for prøvene som ble skyllet i UV – behandlet sjøvann.

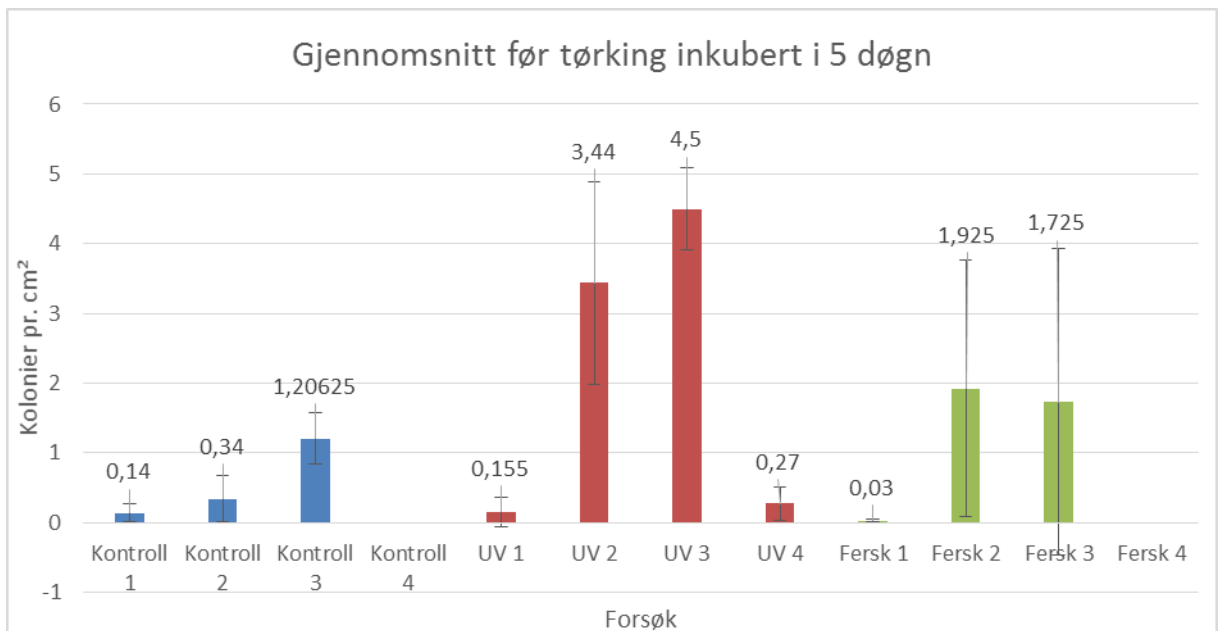
Det ble på disse to forsøkene brukt av samme batch med UV-behandlet saltvann.

Dette vil også kunne registreres i neste punkt for avlesing, som er de samme prøver med inkubasjonstid fem døgn (Fig.11).

Alle resultat i figurene er angitt i antall kolonier pr. kvadratcentimeter.



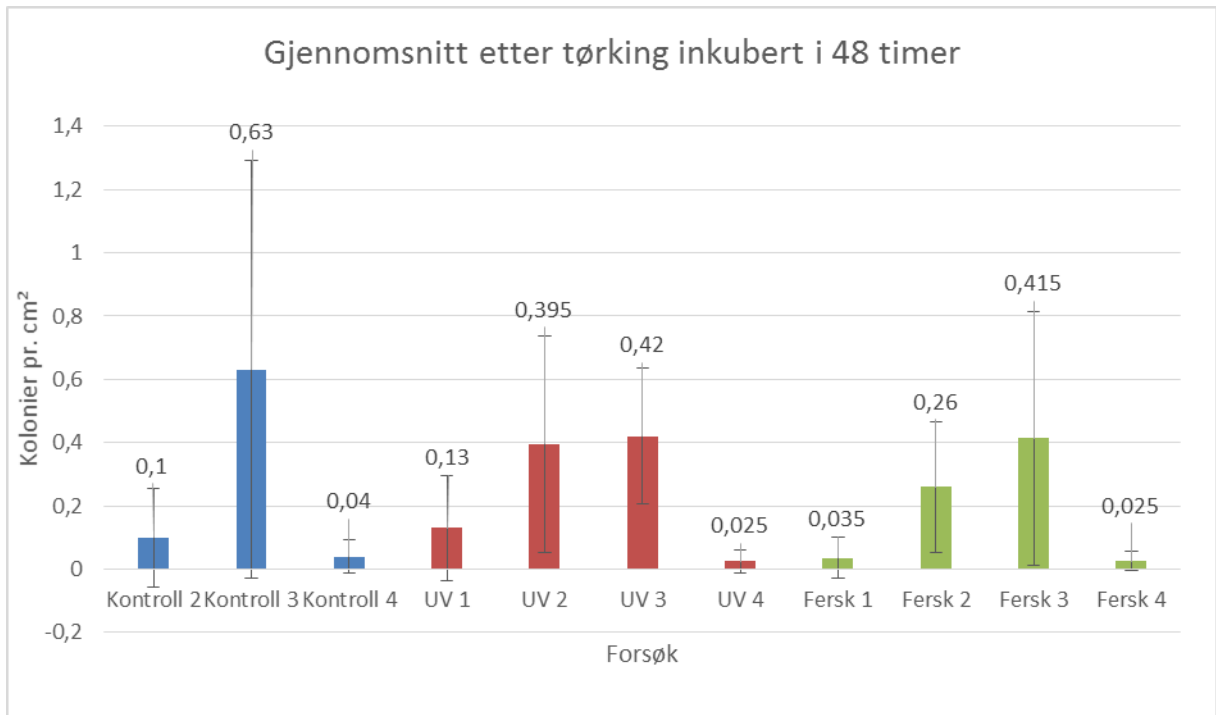
Figur 10. Grafisk fremstilling av mikrobiologisk analyse utført med ulike forbehandling før tørking. Prøvene har her vært inkubert i 48 timer. Tall angitt i kolonier pr. cm².



Figur 11. Grafisk fremstilling av mikrobiologisk analyse utført med ulike forbehandling før tørking. Prøvene har her vært inkubert i fem døgn. Tall angitt i kolonier pr. cm².

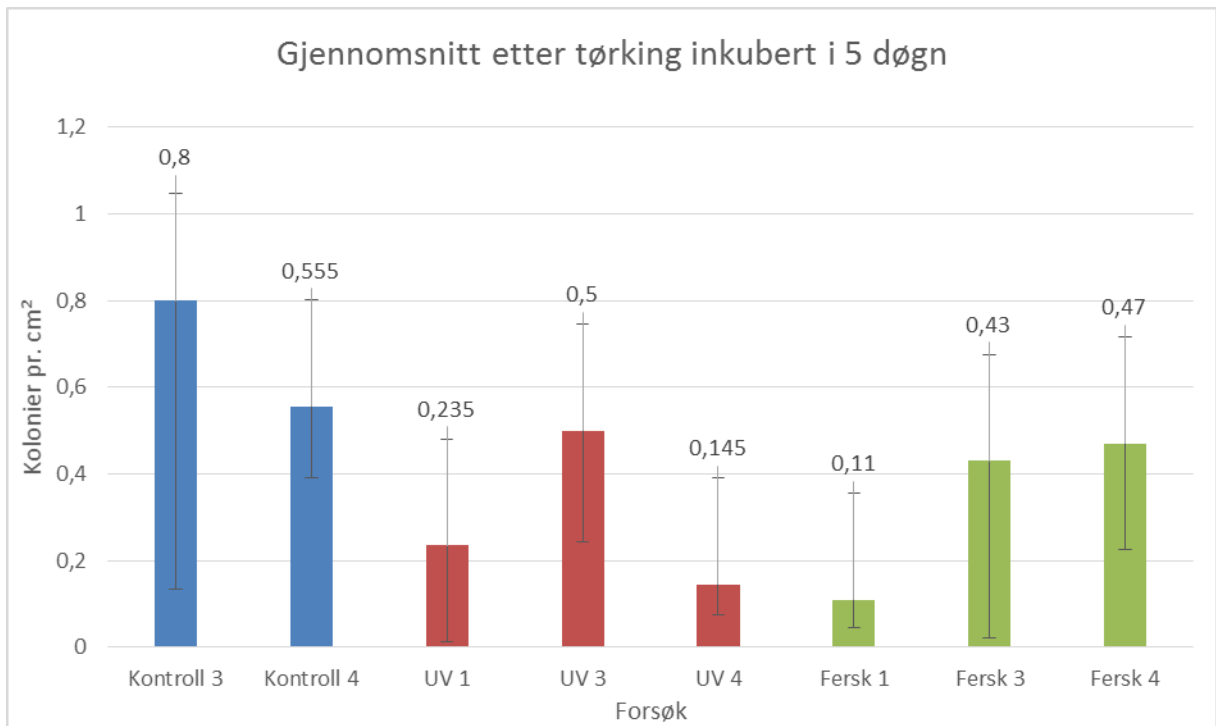
4.4 Mikrobiologisk status etter tørking

Alle resultat i tabellene og figurene er angitt i antall kolonier pr. cm².



Figur 12. Grafisk fremstilling av mikrobiologisk analyse utført med ulik forbehandling etter tørking. Prøvene har her vært inkubert i 48 timer.

Det ble ikke gjennomført bakteriologisk test av kontroll 1 etter tørking fordi det ikke eksisterte kontrollgruppe i forsøk 1.



Figur 13. Grafisk fremstilling av mikrobiologisk analyse utført med ulike forbehandlinger etter tørking. Prøvene har her vært inkubert i fem dager. Tall angitt i kolonier pr. cm².

Kontroll 1 mangler på grunn av kondensering og derav ødelagte prøver. Det ble ikke utført bakteriologisk analyse i forsøk 2 etter tørking i fem dager. Dette på grunn av følgefeil fra valg av størrelse på bladene.

5 Diskusjon

5.1 Forbehandling

I resultatet observeres det en viss nedgang i det bakteriologiske nivået (kim pr. cm²) etter forbehandling ved ferskvann og UV-behandlet sjøvann. Dette gjelder for forsøk 1 og 4. Gupta (Shilpi Gupta, 2011) skyller brunalgen *himanthalia elongata* i ferskvann for å fjerne begroing (epiphytes) og salter. Vallinayagam (K. Vallinayagam, 2009) bruker i motsetning sjøvann for å fjerne overflødig materiale før prosessering. Det antas derfor at ved skylling i ferskvann eller UV-filtrert sjøvann vil noen av overflatens biologiske materiale bli skylt bort. Tolker vi resultatet vil vi se at bakterienivået er noe lavere på de prøver som har vært skylt i enten ferskvann eller UV-behandlet sjøvann. Det antas derfor at det kan ha betydning for det bakteriologiske nivået å forbehandle sukkertare enten med ferskvann eller UV-behandlet sjøvann dersom det skal brukes til matkonsum.

Det er viktig i denne prosessen at prøvemateriale ikke blir liggende for lenge på vent før tørking. Dersom man først deler inn alt av prøvemateriale og deretter begynner veiing, vil det kunne gi variasjon i opprinnelig vekt og på tørkeprosent.

5.2 Tørkeprosessen

De ulike tørkeprosessene som er nevnt under teori vil gi ulike fordeler og ulemper ved gjennomføring. Disse prosessene vil også ha innvirkning på de ulike egenskapene til sluttproduktet. Derfor ser vi det som essensielt å benytte den tørkemethoden som gir oss det sluttproduktet som vi ønsker både med tanke på tørketid, tørrhetsgrad, ernæringsinnhold, lagringsstabilitet og økonomi.

I tørkemethoder som er angitt i litteraturen (Jenny C.-C. Chan, 1997) ser vi at soltørking og ovnstørking vil gi en vesentlig nedgang i det ernæringsmessige innholdet i produktet, mens frysetørking vil øke produksjonskostnader. I tillegg vil alle disse metodene øke prosesseringstiden betydelig. Geotermisk tørking blir utelukket på grunn av mangelfull tilgang til geotermiske kilder.

Det er grunn til å tro at tørkemethoden som er anvendt i dette forsøket er den beste methoden i forhold til metodene nevnt ovenfor, og vil gi det beste sluttproduktet.

Kortere prosesseringstid vil være en økonomisk gevinst i forhold til de nevnte metodene. Det ernæringsmessige innholdet vil også være høyere ifølge tidligere forskning (Jenny C.-C. Chan, 1997).

Dersom man ser på den gjennomsnittlige tørkeprosessen, viser figurene tydelig tendensen. Kurvene følger hverandre i forsøk en, tre og fire. Etter prøvene har blitt tørket i rundt 4 timer, flater de mer ut. Dette viser at tørkeforsøkene som har vært utført i denne oppgaven er stabile i forhold til tørketid. Denne kunnskapen kan ha mye å si for de som har interesser for hvor raskt taren tørker. Dersom det viser seg at taren er tørr nok alle rede etter fire timer, kan dette ha mye å si for hvor raskt en kan starte prosessen med tørking på nytt. Dette vil igjen ha stor betydning for de økonomiske aspektene og kunden. Det er derfor av stor betydning at våre forsøk viser så lik tendens i tørkeprosessen for alle forsøk. Ved å se på tørkeresultatet kan den som prosesserer eller ønsker å tørke makroalger til småskalabruk være rimelig trygg på at dersom metodene som er brukt her blir benyttet, vil tørketiden være kort.

Om man ser på de ulike parallellene ser vi at en jevn størrelse i prøvemateriale vil gi en jevn tørkekurve. Dette vil være en positiv faktor i forhold til senere planlegging av industriell prosessering.

Tørkeskapet som ble anvendt til dette forsøket har justerbar temperatur, men luftgjennomstrømningen var ikke definerbar eller justerbar. Muligheter for å effektivisere denne tørkeprosessen er derfor tilstede. Om man bruker større luftgjennomstrømning vil tørketiden kunne reduseres ytterligere. Dette vil kunne gi ytterligere økonomisk gevinst og en høyere produktivitet.

5.3 Rehydreringsprosessen

I fremstillingen av rehydreringsprosessen vil man kunne se en antydning til sammenheng mellom parallellene i de ulike forsøkene. En kan se at UV- og ferskvannsbehandling og kontrollene følger hverandre tett fra start til slutt innenfor hvert av forsøkene. Ser vi utelukket på forsøk 4 ligger snittet av forbehandlingene rundt 80% rehydrert etter 20 minutt. I forsøk 3 er snittet av forbehandlingene på litt over 100 % etter 20 minutt. I forsøk 1 ligger snittet i denne sammenheng på ca. 110 % ved 20 minutt. Ser en utelukket på forbehandlingene og evnen til opptak av væske etter tørking, vil en se en klar effekt av forbehandling. Skylling i ferskvann og UV – vann viser etter tørking at materiale har større evne til å fange mer vann enn kontrollgruppen. Alle rede etter 10 minutter er sukkertaren rehydrert til rundt 80 %. Dette er også i tråd med Cox's belysning av hvor hurtig taren

rehydrerer (Sabrina Cox S. G.-G., 2012). Dette kan for eksempel ha stor betydning for den som skal bruke råstoffet. Eksempelvis kokker kan ha stor nytte av et råstoff som kan brukes relativt raskt. For husholdningen kan dette også bety at viljen for å bruke makroalger er større med tanke på at det kan brukes relativt raskt til matlaging ettersom det går mer og mer mot mat som kan lages hurtig.

Selv om kurvene innenfor hvert forsøk følger hverandre, varierer dette noe sett i forhold til alle tre forsøkene. Dette kan skyldes flere faktorer. En av de kan være at prøvematerialet varierte i tykkelse for de ulike forsøkene. Det ble observert større rehydreringsevne på de tykkere prøveemnene ettersom det var vanskelig å treffe eksakt på råmaterialet for alle forsøkene. Tykkere prøver kan ha noe å si for hvor mye vann som kan bli lagret. Gupta (Shilpi Gupta, 2011) poengterer at rehydreringsevnen hos tare er sett i sammenheng med graden av cellulær og strukturelle forstyrrelser. Det poengteres også at tørking forandrer strukturen slik at de hydrofile egenskapene blir redusert. Dette kan også variere ettersom det er funnet variasjon i celletetthet ved ulike perioder av året (Mia M. Bengtsson, 2010). Det kan også være mulig at de osmotiske forholdene er ulike ved ulik størrelse på prøvemateriale. Dette vil også være viktig for hvor mye vann som blir tatt opp ved rehydrering.

En tredje mulighet er at det er ulik tid mellom hvor raskt prøvene ble veid i de ulike forsøkene. Dette kan få konsekvenser dersom enkelte prøver blir veid rett etter fjerning av overflatevann, i mens andre prøver ligger på vent for å bli veid. Da kan prøven ha tørket mer enn ønskelig.

Resultatet viser en antydning til at skylling i ferskvann eller UV – filtret sjøvann gir en mulig økning i opptak av væske både for ulike intervaller og total rehydreringsevne. Dette kan være hensiktsmessig tatt i betraktning de økonomiske fordelene ved å selge vann dersom produktet er rehydrert tare.

Sett i forhold til metodikken vi har brukt for rehydreringen er dette helt i tråd med Cox's studie (Sabrina Cox S. G.-G., 2012). Dette gjelder for generell metode om å bruke kar å skylle i og fjerne overflatevann, men også for temperaturen vi har brukt sammenlignet med andre kilder. Det fremheves at ved rehydreringstemperatur på 20 grader vil flere komponenter i taren bli bevart (Sabrina Cox S. G.-G., 2012). Dette gjaldt spesielt for innhold av fenol, ettersom denne komponenten er sensitiv for varme.

I dette forsøket har vi tatt hensyn til hvordan dette skal kunne brukes i en eventuell storskalaproduksjon. Det registreres at det blir brukt destillert vann i forskning på rehydrering og makroalger (Sabrina Cox S. G.-G., 2012), men vi har valgt ferskvann fordi

vi for det første har basert oss på dette som forbehandling. I tillegg vil det være naturlig å bruke ferskvann til rehydrering av makroalger for matkonsum.

5.4 Mikrobiologisk status før tørking

Når det gjelder de mikrobiologiske analysene som ble inkubert i 48 timer ser vi totalt sett at nivåene er forholdsvis like i alle forsøkene dersom en ser vekk fra UV – behandlet sjøvann i forsøk 2 og 3.

Analysene viser en tendens til at bakterienivået er noe lavere ved forbehandling i ferskvann eller UV – behandlet sjøvann. Forsøk 1 og 4 viser denne tendensen. Det kan derfor argumenteres for at det vil være lønnsomt med forbehandling av sukkertare på generelt grunnlag.

Denne tendensen ser vi derimot ikke i forsøk 2 og 3. Dette på grunn av at UV – behandlet sjøvann med stor sannsynlighet har vært kontaminert dersom en ser på den store bakterieveksten i begge forsøkene. Vi antar at kontaminering har oppstått ved overføring av det UV – behandlede sjøvannet til beholder via slangen.

I de mikrobiologiske analysene inkubert i fem døgn ser vi en jevn tendens til økning i antall bakteriekolonier i de prøvene som var lesbare. I forsøk 4 var prøvene for kontroll og ferskvann ødelagt. I forsøk 3 var det tre prøver som var ødelagt. Det noteres at forsøk 2 og 3 hadde unormalt høye verdier for UV. Viser til tidligere forklaring på mulig kontaminasjon av UV – behandlet sjøvann fra kilde.

Det noteres at i forsøk 1 ble kontrollgruppen definert ved å svabre den ene siden av gruppen for UV før forbehandling. Det ble ikke tatt ut fem paralleller av prøvemateriale for kontroll.

5.5 Mikrobiologisk status etter tørking

I forsøk 1 ble ikke den bakteriologiske testen utført for kontrollgruppen etter tørking. Dette fordi vi i metoden ikke hadde tatt ut prøvemateriale for kontrollgruppen. Kontrollgruppe med fem paralleller ble inkludert fra forsøk 2.

Som tidligere nevnt hadde forbehandling med UV i forsøk 2 og 3 unormalt høye verdier. Sett bort i fra det viser de andre parallellene i forsøkene en jevn utvikling i bakterienivå etter 48 timer.

I de mikrobiologiske testene etter tørking viser det en liten antydning til lavere vekst på prøver som er forbehandlet.

Etter fem døgn ser vi litt av den samme tendensen. Dette betyr at det kan være hensiktsmessig å forbehandle for å redusere det mikrobielle nivået.

Generelt for de mikrobiologiske analysene ble det observert kondens spesielt i prøvene som var inkubert i fem døgn. Dette kan ha sin opprinnelse i metoden for produksjon av agar. I tillegg kan feil ha oppstått ved overføring fra svaber til petriskål og hvor hurtig petriskålene ble satt til inkubering.

Man kan i ettertid se at andre metoder kan ha vært hensiktsmessig å bruke i stedet for svabermetoden. I litteraturen brukes det alternative metoder som homogenisering av tørket tare, kvernet tare for videre analysering, bruk av sentrifugering og utstøping/innstøping (K. Vallinayagam, 2009) (Christine Dawczynski, 2007) (Rupérez, 2002).

Valget av agar for dyrking av bakterier ser vi på som hensiktsmessig. Denne agaren ekskluderer ingen bakterier, men favoriserer heller ingen. Det vil si at vi har kartlagt de fleste typer bakterier i disse forsøkene.

5.6 Metodikk

Lokalitet vil være essensielt i forhold til utvelgelse av råstoff. Ser man på de tester som skal gjennomføres i forsøket, kan man se at eventuelle utslipp og ulike forurensinger vil være av stor betydning for resultat på de mikrobielle testene. Det ble valgt å høste sukkertare fra lokasjoner som er antatt å inneholde mest mulig nytt og rent sjøvann med tanke på minst mulig forurensing fra omgivelsene.

Dokumentasjon som avløpskart er av en viktig karakter, noe som har blitt tatt hensyn til ved valg av lokasjoner og anskaffet fra de respektive kommunene. Det har også blitt foretatt innhøsting av prøvemateriale fra tre ulike lokasjoner for å kartlegge om det er differanser i forhold til dette.

Ved høsting av sukkertare vil lokasjon ha stor betydning i forhold til andre taresorter som eksempelvis stortare, da sukkertaren vokser på grunnere og mer kystnære områder.

Dermed er de utsatt for en større risiko med tanke på påvirkning i forhold til forurensing og utslipp.

Spørsmålet er om det er riktig å velge ut tre lokasjoner i stedet for å konsentrere seg om en. Li Zheng (Li Zheng, 2005) poengterer at det kan være stor variasjon i det bakterielle nivået både innenfor et lite geografisk område og også på ulike deler av sukkertaren. Ettersom det ble identifisert avvik i de mikrobiologiske testene, kunne det vært interessant å se på om

årsaken til avvikene skyldes høsting fra ulike lokasjoner, eller om avvikene i de mikrobielle testene kunne vært unngått ved å velge høsting fra én bestemt lokasjon.

Råstoffet ble valgt først og fremst med hensyn på lokalitet. Dette for å anskaffe råstoff mest mulig fritt for forurensing. Etter sondering ble det konkludert med at råstoffet som skulle anvendes i forsøkene måtte være av «voksen» karakter. Dette fordi yngre blader først og fremst var vanskelig å oppdrive tidlig i februar. I tillegg var det viktig at prøvematerialet hadde en råvekt på mellom 10 og 20 gram for å oppnå gunstige prøveresultat med tanke på feilkilder i forhold til veing. Også med tanke på svabertesten var det hensiktsmessig å ha en viss overflate for å kunne inkludere tilstrekkelig biologisk materiale. Dette ville vært utfordrende dersom det ble brukt «unge» blader. Fordelen ved å bruke «voksne» blader er at det potensielt er enklere å definere like paralleller fordi bladet har større areal.

Det ble valgt å definere prøvene i størrelse 10*4 cm (40cm²). Ved å velge «voksne» prøver ga dette muligheten til å selektere ut de områdene på bladet som hadde best sammenligningsgrunnlag.

Det ble valgt å foreta forsøkene med ulike forbehandlingsmetoder innenfor hvert forsøk. Forbehandlingen ble valgt på grunnlag av indikasjoner fra ulike kilder som tilsa at ulike skyllemetoder kunne ha innvirkning på tørkeprosessen, rehydreringsprosessen og det mikrobielle nivået. Skylling med ferskvann og UV-behandlet sjøvann som metode for forbehandlingen ble valgt fordi det ble ansett til å være mest aktuelt med tanke på industriell prosessering. Det betyr god tilgang på ferskvann/sjøvann som igjen er fordelaktig med tanke på bruk av naturressurser i stedet for kjemisk tilsetning. Å utnytte naturlige kilder vil også potensielt påvirke de økonomiske forholdene positivt.

Det ble vurdert å bruke sterilisert vann som en av skyllemetodene i forsøkene, men dette ble valgt bort på grunnlag av at dette ikke ville være representativt dersom industriell vasking av tang og tare skal iverksettes. For forsøket isolert sett kunne det der imot være hensiktsmessig å inkludere sterilt vann som forbehandling for å utelukke feilkilder relatert til selve vannet. En annen fordel i denne sammenheng er den økonomiske siden. Det er lite som skal til for å få ferskvann inn i en produksjon som krever mengder av vann.

UV-filtrert sjøvann er også brukt mye spesielt i sjømatindustrien. Dette er sjøvann som blir hentet fra 30-50 meter dybde for å unngå mest mulig biologisk materiale og fraktet til produksjonslokalene. Vannet går først gjennom et grovfilter for å fjerne større enheter, for

så å gå gjennom et UV – filter som dreper det biologiske materiale. Vannet brukes i store mengder i produksjonen i form av vasking og skylling. Denne prosessen er godt kjent og er derfor en økonomisk gunstig måte å skaffe rent vann til produksjonen. Det negative er at det fortsatt vil være salt i vannet, noe som vil sette spor på det som skal skylles.

Etter rådføring med de ansatte på biologisk avdeling på Høgskolen i Ålesund kom vi frem til at vi ville bruke Plate Count Agar (PCA). Fordelen med PCA er at det inneholder alle elementer de fleste bakterier trenger for å vokse. PCA tar for seg total bakterievekst og er derfor egnet for å dyrke frem de fleste bakterier av et prøveeksemplar. Alternativet ville vært å bruke spesifikke næringsmedium som Marin Agar, Tryptone Soya Agar, Yeast Mannitol Agar (Hollants, 2012) (Li Zheng, 2005). Dette blir mer brukt når spesifikke bakterier skal favoriseres.

Utstyret som ble brukt oppfylte kravene og toleransegrensene som blir diskutert i litteraturen. Dette gjelder spesielt for tørketemperatur, vekt og inkubasjonstemperatur. Det har vært hensiktsmessig å bruke profesjonelt utstyr for å få kunne oppnå best mulig resultat.

5.3 Veien videre

Noe som burde vært tatt hensyn til i planleggingen av forsøkene er å ta høyde for hvilken temperatur som er mest gunstig for det vannet som blir brukt i skyllingen. Det kunne tenkes at forskjellig temperatur i forbehandlingsprosessen kunne gi utslag både for den bakteriologiske testen og for tørkeprosessen.

Etter sukkertaren har blitt skylt i en eller form for forbehandling, kunne det vært interessant å sett nærmere på det vannet som taren blir skylt i. Finnes det eksempelvis noe i vannet som kan være en fordel å ta vare på?

Når det gjelder tørking kan veien videre være å se på muligheter for å effektivisere tørkeprosess med tanke på temperatur, luftgjennomstrømning og luftfuktighet. Det vil også være spennende å vite hvilken holdbarhet tørket tare har. Hvor lenge kan sukkertare lagres, og under hvilke forhold bør den lagres?

Når det gjelder rehydrering kunne det vært interessant å tilsette eksempelvis mineraler og vitaminer i selve vannet der rehydreringen skjer, for å se om næringsinnholdet i taren kan økes ytterligere.

Det kan også være et alternativ å se på hvilke mineraler, vitaminer og lignende som blir igjen i vannet der taren blir rehydrert. Hva er i disse fraksjonene som blir igjen i vannet? Mister, påtar eller beholdes kvaliteter ved prosessering som eksempelvis tap av aminosyre, mineraler vitaminer? Vil man kunne observere om det vil være strukturell celleforandring med tanke på rehydrering over 100%?

Det kan også være interessant å se videre på hvilke bakterier som befinner seg på overflaten. Finnes det et forhold mellom bakterienivå før og etter tørking? Eventuell metode for å fjerne dette. Må det likevel behandles med andre stoff enn ferskvann/UV – behandlet sjøvann? Eller må man bruke kjemiske stoffer?

Til videre forskning anbefales grundigere analyse av det bakterielle nivået. Det anbefales å bruke homogenisering for å få et jevnere analysegrunnlag.

6 Konklusjon

Kartlegging av tørketid, rehydreringstid og analysering av bakteriell vekst vil kunne bidra sterkt når det gjelder muligheten for å kunne bruke sukkertare (*Saccharina latissima*) til matkonsum.

Tørkeprosessen indikerer tilfredsstillende resultat både med tanke på tørketider og produksjonskostnader. Sett i forhold til tidligere utførte studier med alternative tørkemetoder vil akkurat denne prosessen være med på å bevare mye av det ernæringsmessige innholdet i makroalgen. Tørking vil også føre til at lagringsstabilitet og holdbarhetstid økes betraktelig noe som vil gjøre lagring og skipning mye enklere.

Om man ser på rehydreringsprosessen med alle forsøkene i gjennomsnitt, viser den at prøvematerialet oppnår tilnærmet lik opprinnelig vekt. Man vil også se at resultatet viser en antydning til at skylling i ferskvann eller UV – filtret sjøvann gir en mulig økning i opptak av væske i forhold til ubehandlet råstoff. Dette vil man se både ved de ulike intervallene og på total rehydreringsevne.

Ved å bruke metodene for tørking og rehydrering åpner det seg en rekke muligheter for bruk av makroalger. Det vil i hovedsak dreie seg om muligheter som eksport til nye markeder og nye anvendelsesområder.

Selv om resultatet av de bakteriologiske prøvene er noe variert, konkluderes det med at forbehandling vil kunne gi de beste resultatene både med tanke på tørking, rehydrering og måling av bakterielt nivå. Forbehandling vil også fjerne uønskede partikler og organisk materiale fra overflaten.

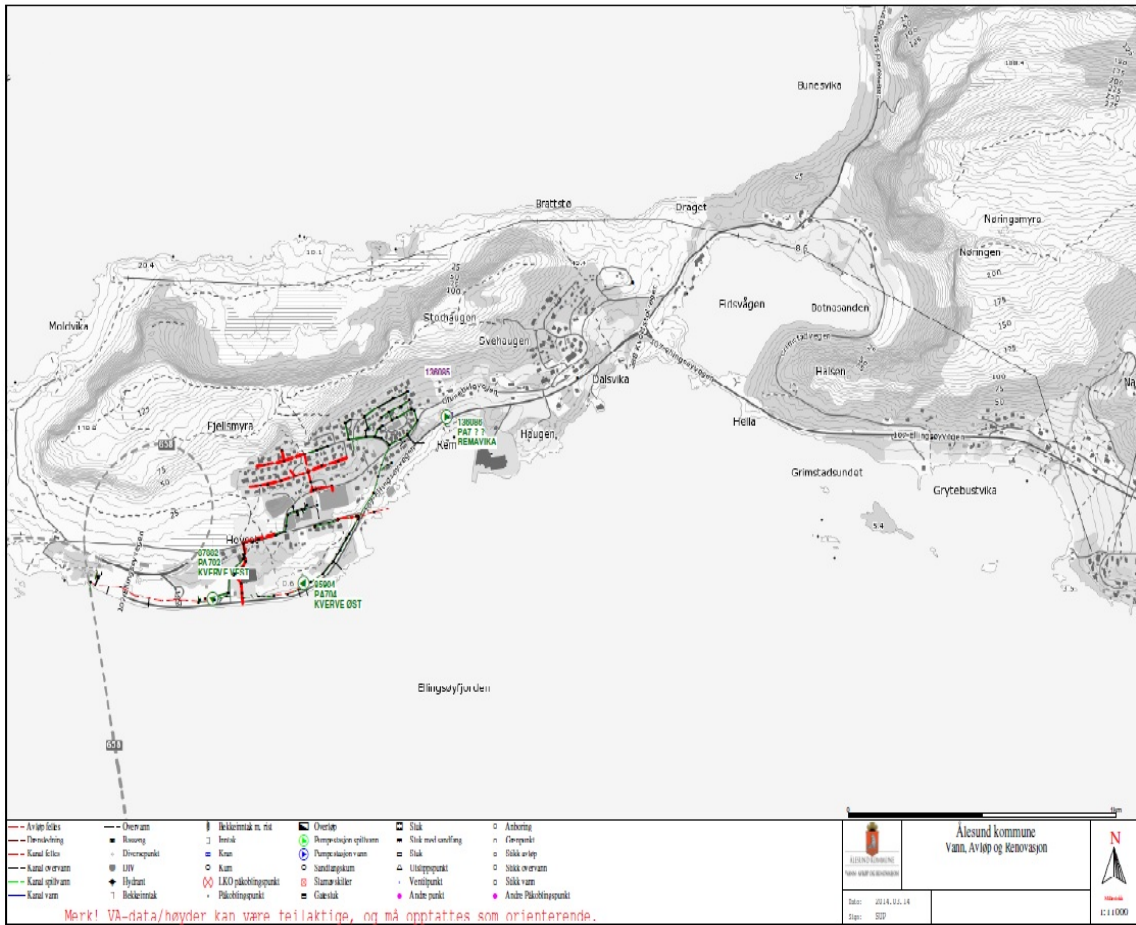
Referanser

- Christine Dawczynski, R. S. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry* 103, 891-899.
- Frithjof Moy, T. K. (2006). *Faktaark nr.5 Artsdatabanken: Sukkertare*. Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Hallsson, S. V. (1961). The Uses of Seaweeds in Iceland. *The State Electricity Authority, Geothermal Department*.
- Hallsson, S. V. (1992). Drying of seaweeds by Geothermal heat in Iceland. *Geothermics, Vol. 21, No. 5/6*, 717-731.
- Hollants, J. (2012). *Endophytic bacteria within the green siphonous seaweed Bryopsis: Exploration of a partnership*. Ghent: Ph.D. thesis, Faculty of Sciences, Ghent University.
- Indergaard, M. (2011). *Tang og tare - i hovedsak norske brunalger: Forekomster, forskning og anvendelse*. Trondheim.
- Jan Rueness, H. S. (2005). Dyrking og utnyttelse av marine makroalger. I H. S. Jan Rueness, *Kyst og havbruk 2008* (ss. 68-71). Bergen: Havforskningsinstituttet i Bergen.
- Jenny C.-C. Chan, P. C.-K. (1997). Comparative Studies on the Effect of Three Drying Methods on the Nutritional Composition of Seaweed *Sargassum hemiphyllum*. *Journal of Agriculture of Food and Chemistry*, 3056-3059.
- Joël Fleurence, M. M. (2012). What are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture? *Elsevier Ltd*.
- Jorunn Skjermo, I. M. (2014). *A new Norwegian bioeconomy based on cultivation and processing of seaweeds: Opportunities and R&D needs*. Trondheim: SINTEF Fisheries and Aquaculture.
- K. Vallinayagam, R. A. (2009). Antibacterial Activity of Some Selected Seaweeds from Pudumadam Coastal Regions. *Global Journal of Pharmacology* 3 (1), 50-52.
- Kjensmo, J. (2011, 10 20). *www.snl.no*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/eutrofiering>
- Li Zheng, X. H. (2005). Marine bacteria associated with marine macroorganisms: the potential antimicrobial resources. *Annals of Microbiology*, 55 (2), 119-124.
- M. A. Svenning, B. J. (2005). *Kystøkologi: Økosystemprosesser og menneskelig aktivitet*. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning.
- Masakazu Murata, J.-i. N. (2001). *Production and Use of marine algae in Japan*. Yokohama: Marine Biochemistry Division, National Research Institute of Fisheries Science.
- Mattilsynet. (2014, 01 13). Rutiner for trygg mat: en innføring i internkontroll og HACCP.

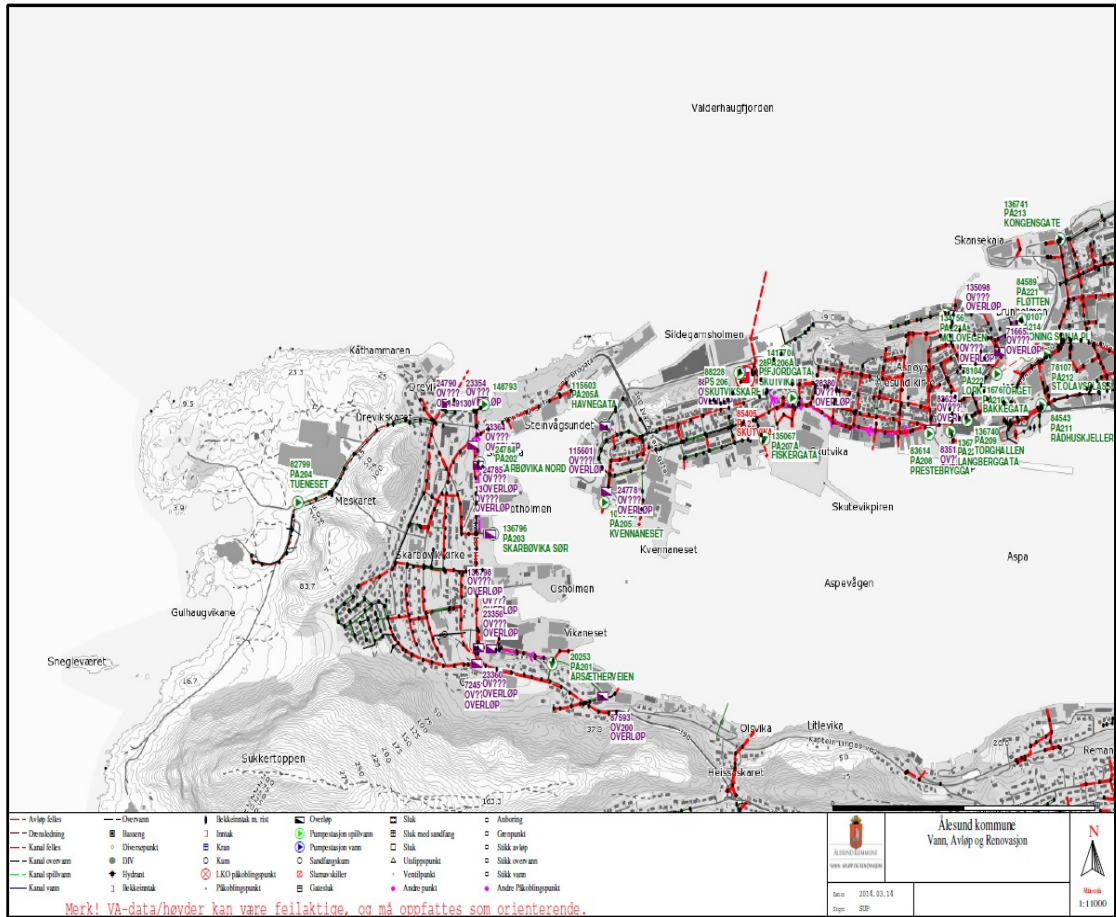
- McHugh, D. J. (2003). A guide to the Seaweed Industry. *Food And Agriculture Organization of The United Nations*.
- Mia M. Bengtsson, K. S. (2010). Seasonal dynamics of bacterial biofilms on the kelp *Laminaria hyperborea*. *AQUATIC MICROBIAL ECOLOGY Vol. 60*, 71-83.
- Ole G. Mauritsen, C. D. (2013). On the consumption of the red Seaweed dulse (*Palmaria palmata* (L.) Weber & Mohr). *Springer Science*.
- Paul MacArtain, C. I. (2007). Nutritional Value of Edible Seaweeds. *International Life Sciences Institute*.
- Pereira, L. (2011). A Review of the Nutrient Composition of Selected Edible Seaweeds. *Nova Science Publishers Inc*.
- Rupérez, P. (2002). Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry 79*, 23–26.
- Sabrina Cox, N. A.-G. (2010). An Assessment of the Antioxidant and Antimicrobial Activity of Six Species of Edible Irish Seaweeds. *International Food Research Journal 17*, 205-220.
- Sabrina Cox, S. G.-G. (2012). Effect of different rehydration temperatures on the moisture, content of phenolic compounds, antioxidant capacity and textural properties of edible Irish brown seaweed. *LWT - Food Science and Technology 47*, 300-307.
- Shilpi Gupta, S. C.-G. (2011). Effect of Different Drying Temperatures on the Moisture and Phytochemical Constituents of Edible Irish Brown Seaweed. *LWT - Food Science and Technology*, 1-7.
- Suhelen Egan, T. H. (2013). The seaweed holobiont: understanding seaweed–bacteria interactions. *FEMS Microbiol Rev 37*, 462-476.
- Susan Løvstad Holdt, S. K. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Springer Science*.
- Trude Olafsen, U. W. (2012). *Verdiskaping basert på produktive hav i 2050*. Trondheim: Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab og Norges Tekniske Vitenskapsakademi.

Vedlegg

Vedlegg 1: Utslippskart Ellingsøy



Vedlegg 2: Utslippskart Hessa



Vedlegg 3: Utslippskart Haram kommune

