

A24186 - Åpen

Rapport

MacroBiomass

En kompetansebase for industriell tare dyrking

Forfatter(e)

Jorunn Skjermo

Silje Forbord, Aleksander Handå, Ole Jacob Broch, Johanne Arff, Stine Wiborg Dahle, Stein Fredriksen, Kjell Inge Reitan, Kristine Bråten Steinhovden, Trond Størseth, Karl Tangen, Klaus Lüning



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Anvendt økologi

2013-01-31

Rapport

MacroBiomass

En kompetansebase for industriell taredyrking

EMNEORD:

Makroalger

Tare

Akvakultur

Marin biomasse

Økologi

Modellering

VERSJON

Sluttrapport

DATO

2013-01-31

FORFATTER(E)

Jorunn Skjermo

Silje Forbord, Aleksander Handå, Ole Jacob Broch, Johanne Arff, Stine Wiborg Dahle, Stein Fredriksen, Kjell Inge Reitan, Kristine Bråten Steinhovden, Trond Størseth, Karl Tangen,

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges Forskningsråd

OPPDRAGSGIVERS REF.

199391/110

PROSJEKTNR

820166

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

7

SAMMENDRAG**MacroBiomass**

Prosjektet MacroBiomass har hatt som mål å bygge en kompetansebase med fokus på biologiske utfordringer i storskala dyrking av makroalger (tare) til bioenergi. Prosjektet har jobbet med hele produksjonssyklusen for tare, fra styrt produksjon og slipp av sporer, etablering av gametofyttkulturer, kimplanteproduksjon og biomasseproduksjon i sjø. Resultatene fra prosjektet er grunnleggende for optimal utnyttelse av tarens gode vekstpotensial og for å utvikle dyrkingsteknologi som sikrer optimal utnyttelse av miljøbetingelsene i sjøen. Prosjektet har gått i 2010-12 og har vært finansiert av Norges Forskningsråd.

Forsidebilde: Fra dyrkingsforsøk ved Ørlandet 2012 (Fotograf: Jon Funderud, Seaweed Energy Solutions).

UTARBEIDET AV

Jorunn Skjermo

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Aleksander Handå

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Gunvor Øie

SIGNATUR**RAPPORTNR**

A24186

ISBN

978-82-14-05574-0

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

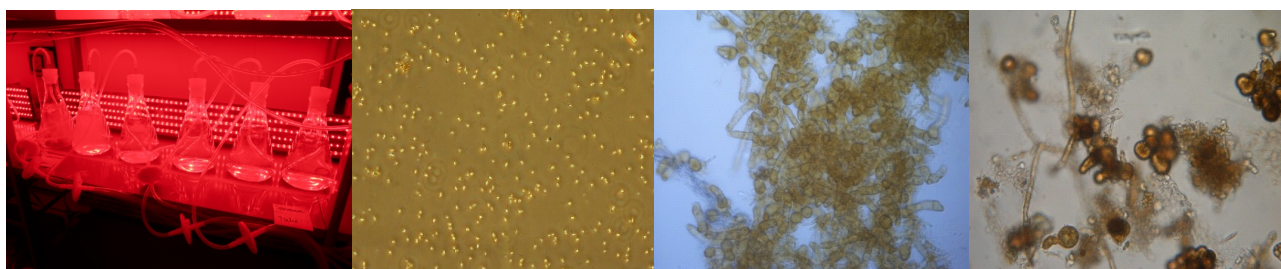
MacroBiomass - A knowledge base for large scale cultivation of macroalgae biomass in Norway

1 Bakgrunn og målsetninger med MacroBiomass

Det er økende interesse for dyrking av tare i Nord-Europa. Tare vokser svært hurtig og produserer stor, høstklar biomasse i løpet av et halvår. På grunn av det høye karbohydratinnholdet egner biomassen seg til produksjon av bioenergi som etanol, butanol og metangass. Slik anvendelse vil kreve tilgang på store volumer, som det kreves store anlegg for å dyrke opp. Dersom en slik industri skal kunne lykkes i Norge er det nødvendig med en solid kompetanse om storskala dyrking av tare under norske forhold. Prosjektet MacroBiomass har hatt som mål å bygge en kompetansebase med fokus på biologiske utfordringer i storskala dyrking av tare til bioenergi og hvilke teknologiske muligheter som må utvikles for muliggjøre taredyrking som industri. Norges Forskningsråd har finansiert prosjektet gjennom programmene "NATUR og NÆRING" og "RENERGI", i 2010-12.

2 Kimplanteproduksjon av sukkertare

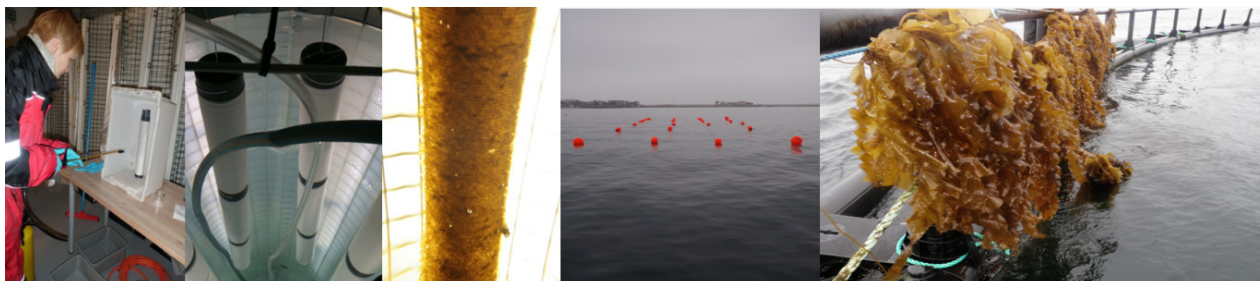
Sikker tilgang på kimplanter til utsetting i sjø gjennom hele året er avgjørende for industriell dyrking av tare, og prosjektet har derfor utviklet nye teknikker for kontrollert og oppskalert kimplanteproduksjon. For å redusere problemer med konkurrerende alger i kulturene er det etablert en ny desinfiseringsmetode der hypokloritt brukes til å desinfisere fertile planter som skal brukes til sporeproduksjon. Sporene brukes videre enten til å så på tau, liner, nett etc. for kimplanteproduksjon, eller til oppstart av kulturer av gametofytter. Gametofytter er et spesielt stadium i livssyklusen til tare, og gametofyttkulturer gjør det mulig å holde lokale "tarestammer" samt hunn- og hannplanter adskilte. Dette er forutsetning for å kunne jobbe med avl av tare, noe som kan bli aktuelt for å avle fram stammer som har rask vekst, høy biomasseproduksjon, høyt sukkerinnhold og sterk resistens mot begroing. Det jobbes også med å utvikle gode kulturbetingelser for gametofytter av sukkertare, som rødt lys og ulike næringsløsninger (Fig.1).



Figur 1. Dyrking av gametofyttkulturer av sukkertare *Saccharina latissima*. Rødt lys kan brukes til å opprettholde en vegetativ vekst av gametofyttene og dermed tilgang på kulturer for kimplanteproduksjon og avlsarbeid hele året (Foto: Silje Forbord og Sanna Matsson).

For storskala oppdyrking av kimplanter sprayes sporer eller gametofytter på tynne liner i inkubatorer med kontrollert lys og døgnrytme, og med kontinuerlig vanngjennomstrømming som sikrer jevn næringstilførsel (Fig.2). Vannet kommer fra 70 m dyp og har en naturlig høy og stabil næringskonsentrasjon. Før bruk blir vannet filtrert og UV-behandlet for å redusere kontaminering med diatomeer og andre mikroalger som kan konkurrere med kimplantene om næring og lys. Etter 4-6 uker er plantene er 3-5 mm lange og klare til

utsetting i sjø. Avhengig av tykkelsen på linene kan det dyrkes opp mer enn 700 meter tareliner pr inkubator, nok til produksjon av 7 tonn tare.



Figur 2. Dyrking av kimplanter på tynne tau for utsetting i sjø og videre oppdyrking av tare-biomasse (Foto: SINTEF).

Forskningsarbeidet på kimplanteproduksjon er utført i samarbeid med Dr Klaus Lüning fra Sylter Algenfarm, Rasmus Bjerregaard fra Marifood/BlueFood i Danmark og Professor Stein Fredriksen fra Universitetet i Oslo.

3 Dyrkingsstrategier for tare

3.1 Modellering

Taren behøver tilførsel av lys og næringssalter for å vokse optimalt og vi har undersøkt hvordan disse innsatsfaktorene kan utnyttes på best mulig måte. Mengde næringssalter i sjøvann varierer sterkt mellom lokaliteter og i løpet av året, men ved å tilpasse matematiske modeller kan vi forutsi hvor stor biomasseproduksjon en lokalitet vil ha. I MacroBiomass har 3D hydrodynamiske modellen SINMOD blitt videreutviklet og styrket ved hjelp av data fra dyrkingsforsøk. Dette er et svært viktig verktøy for valg av lokaliteter for tare dyrking.

3.2 IMTA

I fiskeoppdrett skjer det utslipp av næringssalter som kan tas opp av alger, både planktonalger, tang og tare. Disse utslippene representerer egentlig en mulighet for gjødsling og er dermed en ressurs som kan utnyttes til dyrking av tarebiomasse. Vi har undersøkt effekten av å plassere toreanlegg i nærheten av lakseoppdrettsanlegg, og resultatene viste at taren ved lakseanlegget vokste bedre enn kontroll-lokaliteten. Plassering av toreanlegg i nærheten av lakseanlegg vil derfor være gunstig, både for å forbruke utslipp og for å øke biomasseproduksjonen.

3.3 Strøm- og bølgeeksponering

Dersom tare skal brukes til biodrivstoffproduksjon vil det bli behov for svært store volumer og dertil store sjøanlegg. Disse må trolig ligge i relativt utsatte områder på kysten, og det er derfor viktig å evaluere effekten av sterk strøm på biomasseproduksjonen av tare. Vi satte derfor ut toreanlegg med kimplanter på to lokaliteter i samme farvann, der vannkvaliteten skal være relativt lik men strømhastigheten er forskjellig. Resultatene viste at sterk strøm gav færre men større planter og nesten 4 ganger så høy biomasse som på den mer beskyttede lokaliteten. Dette viser at sukkertare kan dyrkes i områder med sterk strømeksponering.

3.4 Årstid og alder

Ved bruk av tarebiomasse til produksjon av biodrivstoff vil det trolig være ønskelig for drivstoffprodusentene å ha tilgang til biomasse gjennom større deler av året. For å undersøke om det er mulig å dyrke sukkertare hele året satte vi ut kimplanter 4 ganger i løpet av ett år og registrerte vekst og sukkerinnhold. Planter satt ut i august, november og februar kunne høstes i juni, mens planter satt ut i juni ikke vokste. Den største biomassen var hos plantene satt ut i august, selv om disse vokst svært lite i den mørke årstiden. Videre nådde planter satt ut i november og februar samme størrelse i juni. I løpet av sommeren tapte plantene mye av biomassen på grunn av begroing. Dette viser at kimplanter kan dyrkes opp og settes ut f.o.m. august til februar, og at innhøsting i juni er det sikreste for å unngå tap av biomasse. Det antydes også at utsetting av større kimplanter, for eksempel på 10 cm, kan gi plantene en fordel. Hvorvidt dette er en gunstig strategi kommer an på hva som er mest økonomisk av å sette ut 3-5 mm store småplanter ut i sjø eller oppbevare dem i landbaserte anlegg over en noe lengre periode før de settes ut.

3.5 Geografi

Norge har en lang kyst og det finnes mange næringsrike områder som egner seg godt til kommersiell dyrking av tare. Lys og døgnlengde er viktige biologiske faktorer for tarenes vekst, og det er derfor av interesse å vite hvorvidt breddegrad kan ha noe å si for veksthastighet og biomasseproduksjon, og dermed for valg av lokalitet. For å belyse dette utførte vi et innledende studium der vi sammenlignet veksten på sukkertare dyrket i Trøndelag og i Lysefjorden i Rogaland. Foreløpige resultater tyder på at taren vokste raskere i Trøndelag, både for kimplanter satt ut i november og i februar. Dette kan imidlertid like gjerne skyldes forskjeller i næringskonsentrasjon og strømforhold som ulike lysforhold, samt genetiske forskjeller og ulik størrelse og tetthet på kimplantene ved utsetting.

4 Bioenergi

MacroBiomass har ikke konvertering til biodrivstoff som en arbeidsoppgave men et samarbeid med biogassprodusenten Frevar KF gjorde at vi kunne utføre et fermenteringsforsøk og sammenligne metanproduksjonen fra dyrket sukkertare med forbehandlet husholdningsavfall. Metanutbyttet fra sukkertare var nesten identisk med utbyttet fra husholdningsavfallet. Beregninger viser at fôring av reaktorene med 10 000 m³ pr år teoretisk kan gi en energimengde som tilsvarer 4,73 GWh.



Figur 3. Registrering av vekst i et dyrkingsforsøk med sukkertare på Trøndelagskysten (Foto: Mentz Indergaard).

5 Gjennomføring og nytteverdi av MacroBiomass

MacroBiomass var et treårig prosjekt og det ble oppnådd svært mye resultater. Det er skrevet 4 vitenskapelige artikler hvorav den første nå er publisert og de andre er sendt inn til anerkjente tidsskrifter. Etter prosjektets slutt kommer det til å bli skrevet ytterligere en artikkel. Ved hjelp av prosjektet er det bygd opp forsknings-infrastruktur som er helt unik i Norge, og som vil bli benyttet i nye forskningsprosjekter om dyrking av tang og tare. Vi har dermed bygd en solid kompetanseplattform for forskning og teknologiutvikling innen dyrking av tare til industriell anvendelse. Den vil være til stor nytte for alle industriaktører innen denne raskt voksende næringen og for forvaltningsaktører som trenger fakta om potensialer i og konsekvenser av industriell tare dyrking.

Gjennom MacroBiomass har vi også etablert et nettverk med verdens fremste FoU-aktørene innen dyrking og anvendelse av tang og tare, bl.a. i Kina, Irland, Skottland, Frankrike, Nederland, Danmark og Island, og som vil være nyttige samarbeidspartnere i nye FoU-prosjekter. MacroBiomass har også vært grunnleggende for at SINTEF har etablert Norsk senter for tang- og tareteknologi, i samarbeid med NTNU. Dette senteret arrangerte høsten 2012 seminaret "Seaweed for biofuel" i samarbeid med Innovasjon Norge og SAMS, med foredragsholdere fra bl.a. Crown Estate, ECN, SES og Statoil og rundt 60 deltagere.



Figur 4. Fra dyrkingsforsøk med sukkertare på Trøndelagskysten (Foto: SINTEF).

Kontaktinformasjon: Jorunn Skjeremo, SINTEF Fiskeri og havbruk AS, Jorunn.skjeremo@sintef.no



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no