

## Årsrapport "Hållbar storskalig odling av makroalger i Sverige" (AquaAgri Kelp)

### Organisation

Projektet drivs som ett konsortium med följande partner:

Göteborgs universitet, Marina vetenskaper (GU): Henrik Pavia (projektledare), Gunilla Toth, Göran Nylund, Gunnar Cervin, Wouter Visch (doktorand), Ylva Fredricsson (projektassistent)

Kungl. Tekniska högskolan, Industriell Ekologi (KTH): Fredrik Gröndahl, Maria Malmström, Linus Hasselström (post dok sedan 2016-03-21).

Scottish Association for Marine Science (SAMS): Michele Stanley

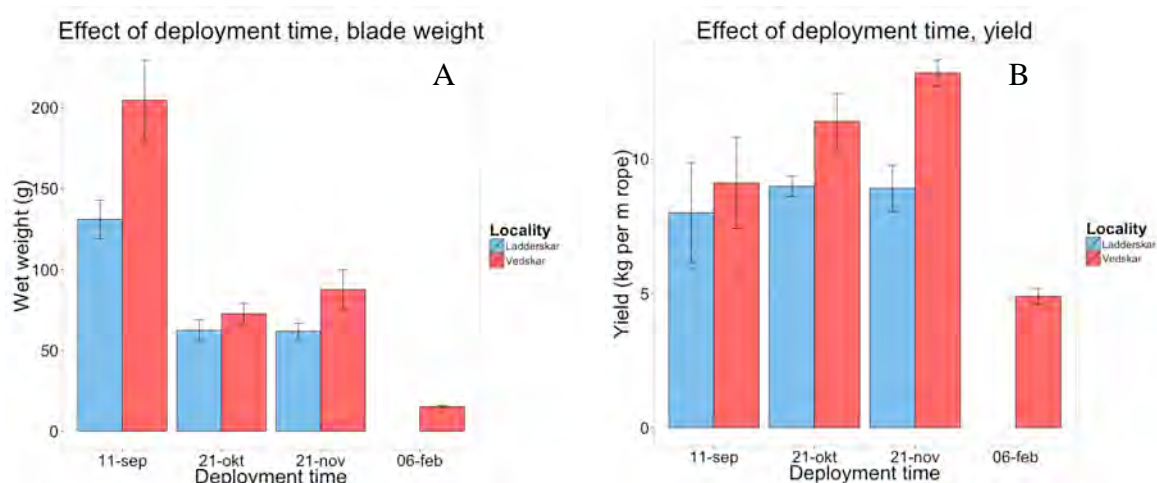
Projektet administreras av en verkställande styrgrupp bestående av Henrik Pavia (GU, ordförande), Gunilla Toth (GU), Göran Nylund (GU), Fredrik Gröndahl (KTH), Maria Malmström (KTH) och Michele Stanley (SAMS) (för vidare detaljer se inskickat konsortiumavtal).

### Forskningsverksamhet

Verksamheten under 2015 kan delas in fyra huvudområden: (1) avslut och analys av odlingsförsök som startades sommar/höst 2014, (2) förberedelser för havsbaserad algodling omfattande 2 ha för att möjliggöra en riktig och omfattande bedömning av miljömässiga och ekonomiska kostnader/fördelar med algodling, (3) gametofytodling för kontinuerlig tillgång till groddplantor för vidare odling och selektionsförsök, och (4) avel.

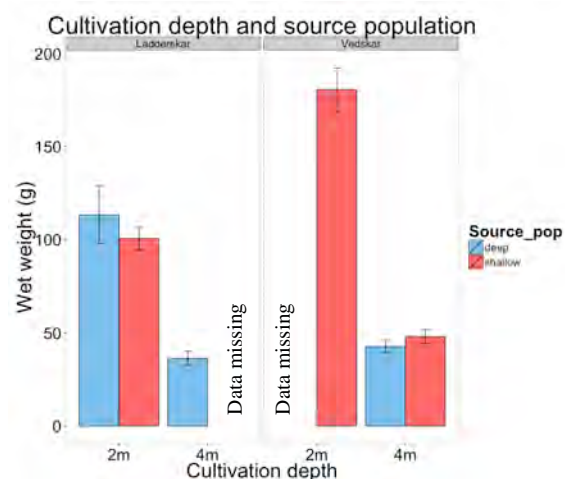
### Testodling i havet

Under 2014 startades en mängd mindre odlingar för att bland annat undersöka (1) lämplig tidpunkt att starta odling i havet, (2) lämpligt odlingsdjup och eventuell påverkan av moderplantors ursprungliga djuputbredning (lokal adaptation) på tillväxt vid olika odlingsdjup, (3) betydelsen av odlingsstid inomhus för tillväxt i havet (odling av sockertare kräver en inomhus del och en havsbaserad del), och (4) effekter av vågexponering. Under våren 2015 togs prover regelbundet för analys av tillväxt och kemisk sammansättning. Vi slutet av försöken (maj) mättes även biomassaproduktion. Sammanfattningsvis visade resultaten att störst alger erhöles när den havsbaserade odlingen startades i september (försök att odla tidigare under säsongen misslyckades på grund av påväxt av musslor och hydroider) (Fig. 1A).

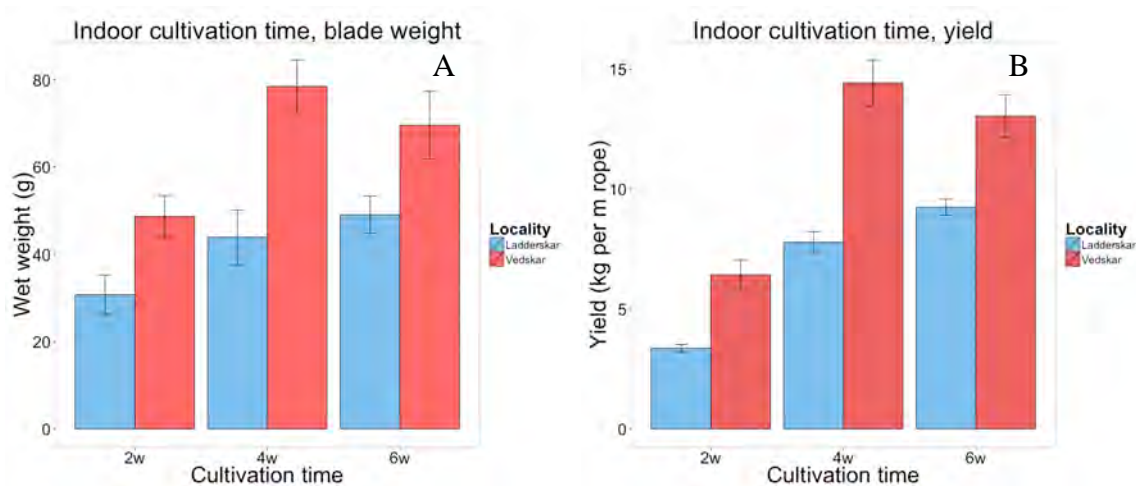


**Fig. 1** Odling av sockertare med olika utsättningstider i havet. A: Våtvikt, individuella blad, B: avkastning (kg per m horisontellt rep). Data är medelvärde  $\pm$  SE.

När det gäller avkastning var den dock lika stor eller till och med större för alger som odlats senare under året (Fig. 1B), vilket kan bero på större konkurrens mellan stora individer alternativt att större individer lossnar lättare från odlingsrepet. Ett annat tydligt resultat från odlingsförsöken var att sockertare växte bättre på 2 m än på 4 m djup, oberoende av moderplantornas ursprungliga djuputbredning (Fig. 2). Vidare kunde vi se en tydlig effekt av odlingstiden inomhus, med bättre resultat när groddplantor odlades i 4 och 6 veckor jämfört med 2 veckor (Fig. 3). Flera av behandlingarna gav en avkastning på över 10 kg biomassa per m odlingslina (max avkastning var 14.4 kg/m; Fig. 1B, 3B och 4), vilket är jämförbart eller betydligt högre än vad som visats för andra odlingar av sockertare i Europa. Avslutningsvis så kunde vi inte se några tydliga effekter av vågexponering på biomassaproduktion, men däremot såg vi signifikant minde påväxt av andra organismer på alger odlade i vågexponerade områden. Dessa testodlingar har gett oss nödvändig kunskap för att kunna optimera odling av sockertare när det gäller biomassaproduktion. En annan viktig aspekt av algodling är den kemiska sammansättningen i algerna och hur den påverkas av olika odlingsfaktorer. Kemiska analyser av alger provtagna från de olika odlingsförsöken pågår och kommer att avslutas innan sommaren 2016.



**Fig. 2** Odling av sockertare vid 2 och 4 m. Moderplantorna kom från 2 (shallow) respektive 4 m djup (deep). Data är medelvärde  $\pm$  SE.



**Fig. 3** Odling av sockertare i havet som först odlats inomhus i 2, 4, och 6 veckor. A: Våtvikt, individuella blad, B: avkastning (kg per m horisontellt rep). Data är medelvärde  $\pm$  SE.

### Uppskalning av odling till 2 ha

Under hösten 2015 anlade vi riggar för en algodling omfattande 2 ha vid Vedskär söder om Kosteröarna (Fig. 5). Odlingen består av 26 st. 200 m långlinor med kapacitet för en årlig produktion av upp till 75 ton sockertare, baserat på tidigare odlingsförsök i samma område. Samtliga långlinor är i dagsläget insådda med alger, men på grund av en utdragen tillståndprocess var tiden för sådd av juvenila alger suboptimal och vi beräknar få en skörd på mellan 40 och 60 ton i maj 2016. Ett av huvudsyftena med att skala upp odlingen till 2 ha



**Fig. 4** Skörd av Sockertare maj 2015. Vid utsättning i havet hösten 2014 var plantorna ca 1 mm.

är att kunna genomföra en omfattande analys av miljömässiga och ekonomiska kostnader/fördelar med algodling. Eventuella miljöeffekter av odlingen kommer att analyseras med hjälp av en så kallad "beyond BACI approach", där miljömätningar görs under olika tidpunkter i odlingslokalen och jämförs med flera referenslokaler. En första mätning i odlingslokalen och fyra referenslokaler har redan gjorts för följande miljöparametrar: närhalts-, syre- och klorofyllhalt i vattnet, siktdjup, djur- och växtplankton, bottenfauna, syreförbrukning i sediment, mobil fauna på botten samt pelagisk och bottenlevande fisk. Nästa mätning, omfattande samtliga nämnda miljöparametrar, kommer att genomföras under april/maj 2016.

### **Gametofytodling och avel**

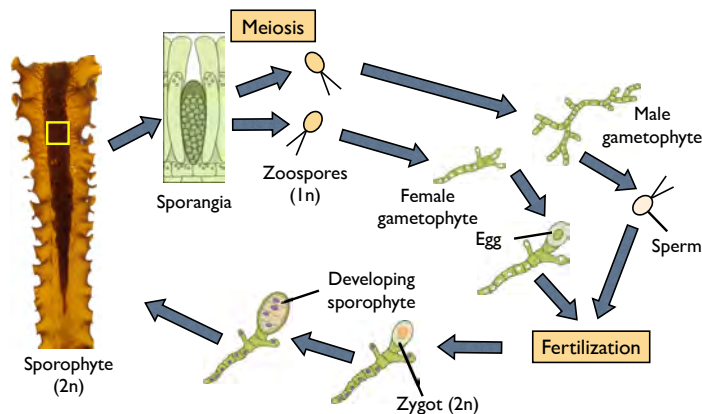
För att kunna kontrollera när på året algodling ska initieras krävs tillgång till sporer/groddplantor under tider då alger inte är naturligt fertila. Metoder för artificiell



**Fig. 5** Algodling omfattande 2 ha i Kosterhavet. Odlingen består av 26 st. 200 m långlinor på 2 m djup med kapacitet för en årlig produktion av upp till 75 ton sockertare.

induktion av spor-produktion i sockertare har tidigare vidareutvecklats av AquaAgri Kelp och vi har idag god kunskap och kompetens för att kunna producera sporer/groddplantor året runt. Ett alternativt sätt till inducerad spor-produktion är att etablera mass-kultivering av klonala, mikroskopiska han- och hongametofyter (Fig. 6). Från gametofytkloner kan man generera groddplantor utan att först behöva producera sporer, vilket minskar behovet av landbaserad infrastruktur och minimerar degradering av varieteter framtagna för odlingsändamål. Etablering av gametofytkulturer möjliggör också förhållandevis snabba selektionsförsök för att ta fram nya odlingsvarieteter. Under verksamhetsåret 2015 har vi arbetat med metoder för att skapa gametofytkloner och ungefär 35 %

av algerna i nuvarande 2 ha odling kommer från gametofytkloner. Med hjälp av dessa tekniker kommer vi under 2016 att påbörja selektion av linjer som fungerar bättre vid höga temperaturer och låga salthalter, vilket ofta kan förekomma på grunt vatten längs den svenska västkusten. Ytterligare forskning kring selektion/avel under 2015 har innefattat att ta fram metoder för att förkorta livscykeln för sockertare, vilket skulle påskynda möjligheten att skapa odlingsvarieteter med hjälp av avel. Preliminära resultat från detta arbete (pågående) antyder att livscykeln för sockertare kan fullbordas på ett halvår istället för ett år.



**Fig. 6** Livscykel för sockertare (*Saccharina latissima*). Under naturliga förhållanden börjar sockertare producera sporangier i slutet av oktober i svenska vatten.

### Övrig verksamhet

Under verksamhetsåret 2015 har vi också arbetat med tillståndsansökningar för algodling, en nödvändighet för att kunna bedriva testodlingar. På grund av otydligheter i Miljöbalken gällande algodling har detta arbete blivit omfattande och tidskrävande. Många diskussioner har förts med Länsstyrelsen, Havs- och vattenmyndigheten och Jordbruksverket angående tillstånd för algodling inom både AquaAgri Kelp och andra framtida algodlingsverksamheter. Som en del i tillståndsprcessen har vi anordnat ett samrådsmöte där Strömstad kommun, myndigheter, yrkesfiskeorganisationer, omkringliggande samhällsföreningar, privatpersoner samt företag som bedömdes vara berörda eller ha intresse av algodling fick möjlighet att delta. Arbetet kring algodlingstillstånd har inte bara gett AquaAgri Kelp möjlighet att starta upp en storskalig algodling utan även resulterat i att Jordbruksverket just nu arbetar med en förändring i Miljöbalken och fiskerilagstiftningen så att algodling kan omfattas av samma regelverk som t.ex. musselodling i framtiden.

Den direkta forskningen kring själva algodlingen har utförts av GU, i konsultation med SAMS. Under 2015 har KTH tillsammans med GU fortsatt arbetet med tillståndsprcessen kring algodling samt att planera och genomföra hållbarhetsstudier. Detta arbete syftar till att förstå de olika skedena i processcykeln från odling av alger till skörd, samt att definiera systemgränserna. Arbetet kommer att underlätta de undersökningar som senare kommer att utföras på de storskaliga algodlingarna. En energianalys har utförts för de olika stegen i algodlingen och resultaten har sammanställts i en vetenskaplig artikel, som är inskickad till en välrenommerad vetenskaplig tidskrift. En postdok (Linus Hasselström) har rekryterats till projektet av KTH och hans specialitet är värdering av ekosystemtjänster och socio-ekonomisk analys, vilket kommer att utgöra en viktig del av projektet framöver. De kommande två åren kommer att ägnas mycket åt att analysera den samhälliga nyttan av storskalig algodling och möjligheten för en ny näring att växa sig stark vid svenska västkusten.