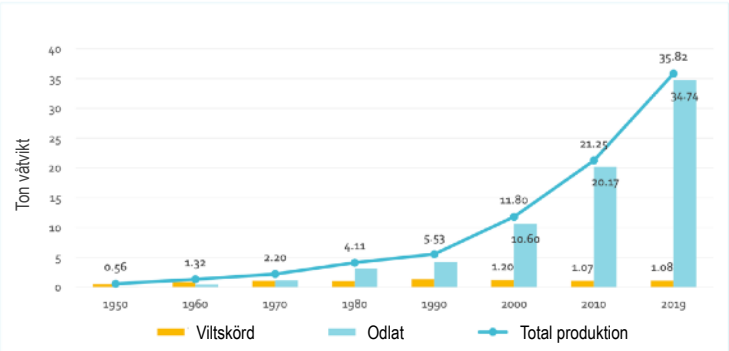
POLICY BRIEF

# MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR EN SVENSK ALGINDUSTRI

Foto: Sophie Steinhagen

**Intresset för alger och tång växer i Europa, och odling av makroalger pekas ofta ut som ett miljövänligt sätt att öka produktionen av livsmedel. I Sverige pågår olika initiativ för att få igång en svensk algindustri. Det finns algföretag som odlar alger, främst för livsmedelskonsumtion, och forskning pågår för att utveckla olika produkter. Men utvecklingen riskerar att hämmas av en rad utmaningar. Snårig lagstiftning och tidsödande tillståndsprocesser är exempel på prövningar som svensk algindustri står inför. För att lösa detta behövs insatser från både samhället och branschen. Denna policy brief sammanställer möjligheter och hinder för industrin, och ger ett antal rekommendationer för att komma vidare.**

Europas ökade efterfrågan på makroalger täcks idag främst med import från Asien, framför allt från Kina och Indonesien som tillsammans står för nära 90 procent av världsproduktionen. Europas bidrag till den globala produktionen är mindre än en procent. Värt att notera är, att den asiatiska produktionen till 99 procent utgörs av odlade alger, till skillnad från Europa där odlingen utgör bara fyra procent av produktionen.




Produktion av alger i världen 1950-2019. Från att bestå nästan enbart av vildplockade alger baseras produktionen idag huvudsakligen på odling.
Källa: https://www.fao.org/3/cb4579en/cb4579en.pdf

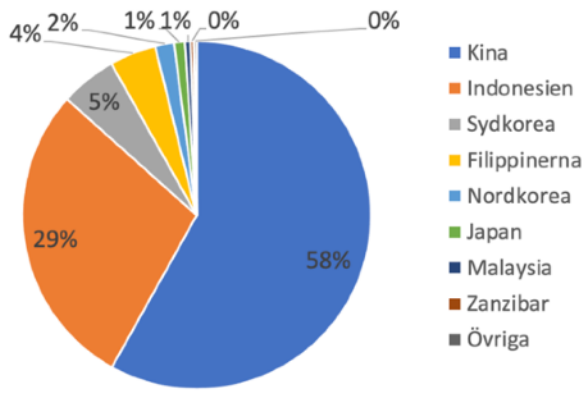
## Lovande framtidsutsikter

EU har identifierat algodling som en betydelsefull näring som kan bidra till grön omställning. I den nya EU-strategin "Farm to fork" pekas alger ut som en viktig alternativ källa till protein i en uthållig livsmedelsproduktion, och EU-kommissionen har lyft fram algodlingens betydelse för att binda koldioxid.

I en rapport från den europeiska koalitionen ”Seaweed for Europe" bedöms att med utökad odlingsverksamhet skulle den europeiska produktionen av makroalger kunna växa från nuvarande knappt 300 000 ton per år till 8 miljoner ton per år, under de närmaste åren. En uppskalning som värderas till 2,7 miljarder euro och spås kunna skapa upp till 115 000 nya arbetstillfällen.

| Kilo våtvikt | Globalt | Europa |
|---|---|---|
| Total produktion | 35 762 504 | 287 033 |
| Odling | 34 679 134 | 11 125 |
| Vildskörd | 1 083 370 | 275 908 |

Produktion av makroalger 2019, globalt och i Europa.
Källa: FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1229, Rome 2021




Världens produktion av makroalger fördelat på olika länder år 2019. Asien är den stora producenten, där Kina och Indonesien tillsammans står för nära 90 procent av den totala produktionen.
Källa: Källa: FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1229, Rome 2021

## Algernas tid är nu

Aktuella trender som kan gynna utvecklingen av en svensk algindustri:

- Stor efterfrågan på produkter med positiva effekter för klimat och miljö.
- En växtbaserad revolution inom livsmedels–branschen.
- Konsumenterna vill ha säkra, närodlade, miljövänliga och certifierade produkter.
- Ett intresse för nya smaker och recept.
- En teknisk utveckling för att producera och processa växtbaserade ingredienser.

## Algodling i Sverige

Det växande intresset för asiatisk mat har öppnat upp svenskarnas ögon för att äta alger. Den svenska konsumtionen är fortfarande liten, cirka 100 ton per år, och täcks främst med import. Men under senare år har något hänt. Idag finns en handfull svenska algföretag som tillsammans skördade drygt 80 ton makroalger 2022. Mest odlas den stora brunalgen sockertare, *Saccharina latissima*. I pipeline för odling finns bland annat grönalgen havssallat, *Ulva fenestrata,* och andra arter inom *Ulva*-släktet, samt rödalgen söl, *Palmaria palmata*.

Sockertare, *Sacharina latissima* är den makroalg som odlas mest i Sverige. Foto: Maria Tjernström

Att utveckla tekniker för att odla i svensk havsmiljö har varit avgörande för att sjösätta svensk algodling. Här har forskning vid Tjärnö marina laboratorium, Göteborgs universitet, spelat stor roll. Foto: Johan Wingborg

## Goda förutsättningar

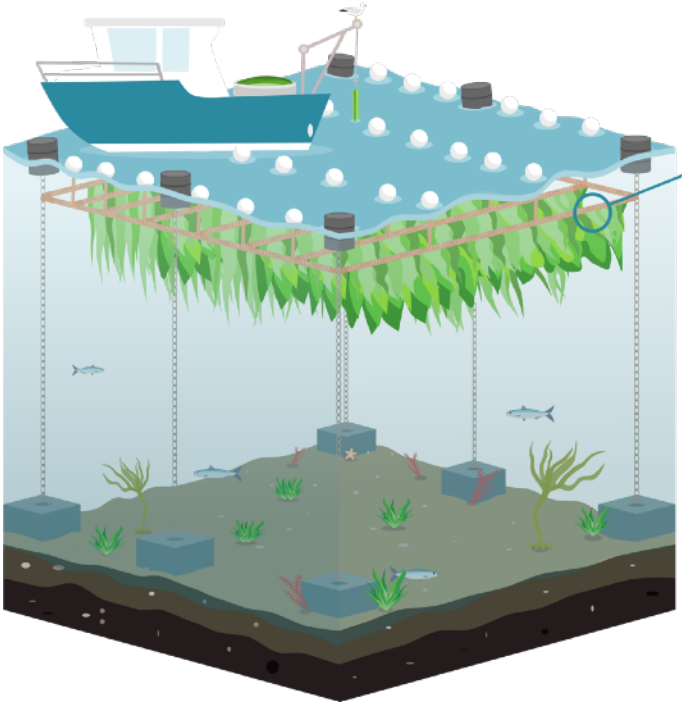
Förutsättningarna för att odla makroalger i Sverige är mycket goda. Vi har en lång kust med stora tillgängliga havsområden och god vattenkvalitet. I Bohuslän är vattnet tillräckligt salt för att marina arter som sockertare och söl ska trivas, medan *Ulva*-arter som till exempel havssallat ofta kan växa i mer utsötade vatten, och till och med kan bli aktuella för odling i Östersjön.

## Många användningsområden

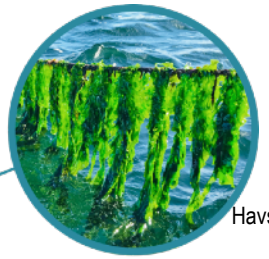
Olika algarter har olika egenskaper och därmed olika användningsområden. Biogas, gödsel och djurfoder är vanliga applikationer men det ekonomiska värdet i dessa produkter är dock relativt lågt. Betydligt högre värden finns i livsmedel (inklusive livsmedelstillsatser) och biobaserade material (t.ex. bioplast), liksom i medicinska applikationer. Till exempel har forskning visat på intressanta molekyler i havssallat som har blodförtunnande effekt.

### Makroalger som odlas i Sverige idag

| Art | Odlingsmetod | Användning |
|---|---|---|
| **Sockertare,** *Saccharina latissima* | Repodling | Livsmedel, djurfoder, biobaserade material |
| **Havssallat,** *Ulva fenestrata* | Repodling, tankodling | Livsmedel, biobaserade material, medicinska applikationer |
| **Söl,** *Palmaria palmata* | Tankodling (testodling) | Livsmedel |



En algodling liknar en musselodling men med den skillnaden att algerna måste förkultiveras på odlingsbanden inomhus. I en musselodling förlitar man sig på mussellarver som finns naturligt i havet under våren.
Illustration: Samanta Hoffman



Havssallat odlad på rep i havet.
Foto: Sophie Steinhagen

## Princip för odling av makroalger på rep i havet

- Makroalger hämtas i havet nära odlingsplatsen.
- Algerna stimuleras (t ex genom ljusbehandling eller uttorkning) att bilda sporer/groddplantor som sedan inkuberas på linor, ofta inomhus.
- Groddplantorna växer på linorna och utvecklas till små alger.
- När algerna är ca 5 mm sätts de ut i odlingen.
- Från oktober till april växer algerna i odlingen.
- Efter ca sex månader är algerna färdiga att skördas.

## Nya arter med potential

Forskning pågår för att utveckla odlingstekniker för nya arter, liksom möjligheterna till att odla flera olika algarter tillsammans. Det kan finnas fördelar med samodling istället för monokultur, till exempel högre produktivitet och mindre risk för parasitangrepp och sjukdomar.

Rödalgen *Gracilaria* odlas på flera håll i världen för framställning av agar (konsistensgivare), men kan även ätas direkt. På västkusten finns den inhemska arten späd agaralg, *Gracilaria gracilis*, som kanske kan bli aktuell i framtiden för odling.

En annan rödalg med högt kommersiellt värde är *Pyropia* (tidigare *Porphyra*), även kallad "nori". *Pyropia* odlas i främst Japan, Korea och Kina, och är en viktig ingrediens i sushi. På västkusten finns släktingarna purpursloke, *Porphyra purpurea,* och navelsloke, *Porphyra umbilicalis*. Nori har en komplicerad livscykel som bland annat kräver regelbunden uttorkning och tillgång till ostronskal.

### Mikro, makro eller tång?

**Stora alger som sockertare och havssallat är makroalger. De kallas även för tång. Mikroalger är små alger som består av en enda cell. De kan dela sig och tillväxa mycket snabbt, och ibland bilda stora algblomningar.**

## En miljöinsats

Ur miljösynpunkt finns många fördelar med att odla alger. De kräver ingen bevattning, gödning eller kemisk bekämpning. Odlingen binder koldioxid, kväve och fosfor som tas upp ur havet vid skörd, och bidrar på så vis till att lindra klimat- och övergödnings-effekter. Odlingen kan även skapa skydd och livsmiljö för fiskar och andra marina djur.

I en forskningsstudie undersöktes hur mycket näring en algodling på svenska västkusten tar upp ur vattnet. Enligt studien använder sockertare 16 gram kväve och 2,4 gram fosfor per kilo torrvikt, vilket motsvarar 79–97 kg kväve och 12–14,5 kg fosfor per år i en odling på en hektar och med normal avkastning. Det innebär att en hektar algodling tar upp kväve motsvarande läckaget från en genomsnittlig åkermark på 3 hektar.

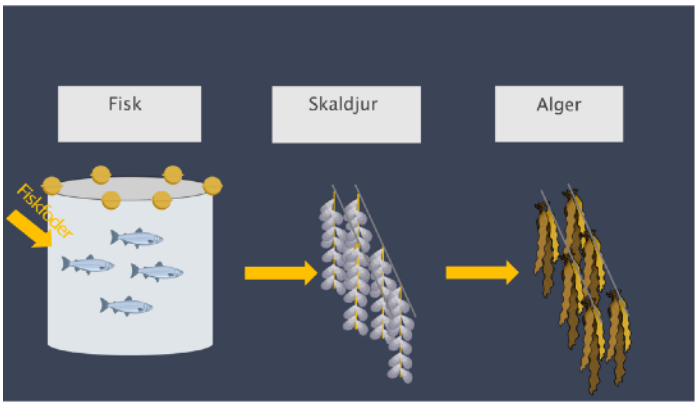
### ALGER ÄR INTE SJÖGRÄS

På engelska används ofta ordet "seaweed" när man talar om makroalger. Kanske kan det förklara varför alger ibland felaktigt benämns "sjögräs", framför allt i matsammanhang. Men till skillnad från sjögräs, som är blomväxter med frön och rötter, har alger skiftande livscykler och sprider sig främst via olika typer av sporer. Dessutom kommer makroalger i alla möjliga storlekar och former; från tunna blad och trådar, som till exempel havssallad, till stora bladskivor med stam och fästorgan, som till exempel sockertare.

## Samodling för minskad miljöpåverkan

Integrerad multi-trofisk akvakultur - IMTA – innebär att man samodlar flera arter i samma eller anslutande vattensystem. Ett system som kan innebära vinster på flera plan. Principen är att restprodukter som en art lämnar kan nyttjas som näring av en annan. En IMTA-odling kan till exempel bestå av fisk, musslor och alger. Fisken matas med fiskfoder, medan musslor och alger inte behöver något tillsatt foder för att växa. De använder istället näring som finns i havet, bland annat i form av foderrester, urin och exkrementer från fiskodlingen. Musslorna tar upp näringämnen som är bundna till partiklar och algerna använder näringsämnen som finns lösta i vattnet. På så vis ökar den ekologiska hållbarheten i odlingen.

Ytterligare en fördel med att odla musslor och alger tillsammans är att musslorna filtrerar bort larver och sporer av organismer som skulle kunna sätta sig fast och växa på algerna (påväxt). Detta gör att alger som växer i närheten av musslor blir renare och får mindre påväxt av andra organismer.




En IMTA-odling fungerar som en enkel näringskedja där restprodukter från en art blir näring till nästa i kedjan. Illustration: Kristoffer Stedt

## Säsongsvariation

När på säsongen algerna skördas påverkar deras näringsinnehåll. Mest protein och nyttiga fettsyror finns i algerna tidigt på våren; i likhet med landväxterna är "primörerna" särskilt näringsrika. Kolhydratinnehållet är som högst senare på säsongen, men då finns risk att algerna blivit överväxta med fintrådiga alger, havstulpaner och andra smådjur. Ska algerna användas till exempel för biobaserade material eller biogas spelar påväxten mindre roll, men om de odlas för livsmedel kan en tidig skörd hålla högre kvalitet om än vara något mindre.

## Alger som livsmedel

I Sverige är konsumtionen av alger än så länge liten men den ökar. En vetenskaplig studie visar på en positiv inställning till att äta alger bland konsumenter, framför allt i chips och andra snacks, men även i bröd och i maträtter av olika slag. Under senare år har allt fler kockar och restauranger visat stort intresse för att använda alger i sin matlagning. Media har också hakat på den positiva trenden.

Ur livsmedelssynpunkt har makroalger ett intressant näringsinnehåll. De innehåller högkvalitativt protein, fleromättade fettsyror som till exempel Omega-3, kolhydrater, fibrer och mineraler. Vissa arter är relativt vitaminrika, främst på vitamin C. Alger innehåller även biologiskt aktivt vitamin B12, något som saknas i de flesta vegetariska produkter. Ett naturligt högt innehåll av glutaminsyra bidrar till umami-smak som förstärks av sältan i mineralerna, och kan lyfta smaken hos andra ingredienser i en maträtt.

Nationella riktlinjer för alger som livsmedel är under framtagning, och förväntas bli klara under året (2023).

### Näringsinnehåll några olika livsmedel

| | Proteinhalt % torrvikt | Kolhydrater % torrvikt | Fett % torrvikt |
|---|---|---|---|
| **Sockertare** | < 10 | 34–76 | ca 1 |
| **Havsallat** | 8–17 | 26–38 | ca 3 |
| **Söl** | 17–28 | 43–66 | ca 2 |
| **Sojaböna** | 35 | 20 | 20 |
| **Quorn** | 50 | 8 | 7 |
| **Nötkött** | 65 | 0 | 23 |
| **Torskfilé** | 95 | 0 | 3 |

OBS att värdena ovan kan variera beroende på säsong och geografisk plats.

Den klargröna havssallaten, *Ulva fenestrata*, växer grunt på klippor och stenar. Numera repodlas den på svenska västkusten, med möjliga applikationer som bland annat livsmedel och biobaserade material. Foto: Kristian Peters, Wikimedia Commons

## Proteinhöjande forskning

Röda och gröna alger innehåller mer protein än bruna, se tabell. Men för att bli ett ännu intressantare vegetariskt alternativ behöver man antingen höja proteinhalten i algerna eller koncentrera isolerat algprotein till en algproteiningrediens.

På Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet pågår forskning för att få ut mer protein ur algerna, till exempel:

- Spillvatten från sillindustri och skaldjursberedning är mycket näringsrikt, och har visat sig kunna fungera som gödning för odlade makroalger. Havssallat, *Ulva fenestrata,* som odlas med tillsatt processvatten växer snabbare, och proteinhalten i algerna kan öka till drygt 30 procent. Algernas smak påverkas inte av processvattnet.
- Med den så kallade pH-skiftprocessen koncentreras utvunnet algprotein till en proteinrik ingrediens. Koncentrat från grönalger kan med denna metod nå upp till en proteinhalt på drygt 50 procent torrvikt och rödalger till drygt 70 procent torrvikt. Därmed närmar man sig de halter som finns i till exempel sojaproteinkoncentrat.

Färskpotatis med havssallat. Det finns många sätt att förhöja matupplevelsen med lite tång.
Foto: Susanne Liljenström

## Alger är en bra kombo

Algernas mångsidighet öppnar för en slags "multitillsats" där flera värdefulla egenskaper kan kombineras i en och samma ingrediens. Tillsätter man en algingrediens exempelvis till en vegetarisk burgare, kan man på så vis erhålla såväl textur och viktiga näringsämnen, som sälta och umamismak. Vissa alger har också många antioxidanter i sig och kan därmed förhindra att övriga ingredienser härsknar.

## Hanteringen viktig

Nyskördade alger är en känslig råvara. Så snart de kommit upp i luften inleds en rad processer som riskerar att försämra kvaliteter som smak, lukt, färg och näringsinnehåll. Liksom andra livsmedel behöver algerna hanteras så att bakterietillväxt förhindras, till exempel genom att torka eller frysa in dem. Dock stoppar inte sådan behandling kemisk nedbrytning vilken ofta stimuleras av syre och ljus. För att maximera hållbarhet och näringsinnehåll bör därför såväl torkade som frysta alger vacuumpackas och förvaras mörkt.

## Nya livsmedel måste godkännas

Begreppet "nya livsmedel" eller "novel foods" är ytterligare en utmaning för makroalger på livsmedelsmarknaden. Enligt en EU-förordning måste livsmedel som inte ätits i någon större utsträckning inom EU före den 15 maj 1997 säkerhetstestas och godkännas innan de får börja säljas. Motivet är att konsumenter inte ska bli sjuka. Makroalger som till exempel sockertare och havssallat har ätits under lång tid i EU och räknas därför inte som nya livsmedel. Däremot behöver en ny livsmedelsprodukt från en tidigare godkänd art i de flesta fall en egen prövning. Att få ett nytt livsmedel godkänt kan vara en både lång och kostsam process.

Rödalgen söl, *Palmaria palmata*, har länge skördats runt nordatlantiska öar som Irland och Island. På Tjärnö marina laboratorium pågår forskning för att kunna odla söl storskaligt i havet. Som ett första steg odlas algen inomhus i tankar med genomströmmande havsvatten.
Foto: Gunnar Cervin

## Jod och tungmetaller

Det är väl känt att makroalger kan innehålla jod och vissa tungmetaller som till exempel kadmium. Halterna varierar mellan olika arter och i olika delar av algen, samt även beroende på geografisk växtplats. Äldre individer innehåller ofta högre halter.

Generellt innehåller gröna makroalger mindre jod och tungmetaller än bruna. Till exempel finns det forskning som visar att man kan äta relativt stora mängder havssallat (100 g torrvikt motsvarande cirka 1 kilo färska alger) utan att få i sig några skadliga mängder.

Genom att förvälla algerna i kokande vatten ett par minuter kan jodhalten i sockertare sänkas med cirka 50 procent. Mer kunskap behövs om förekomsten av jod och tungmetaller, och hur mycket som tas upp av människor och djur (biotillgänglighet). Forskning pågår också för att identifiera nya arter eller bestånd att odla som i mindre utsträckning tar upp dessa ämnen.

Sockertare skördas tidigt på våren för att minimera påväxt av andra alger, havsborstmaskar och andra organismer. Risken för höga halter tungmetaller och jod minskar också.
Foto: Nordic Seafarm.

### ALGER ÄR OLIKA

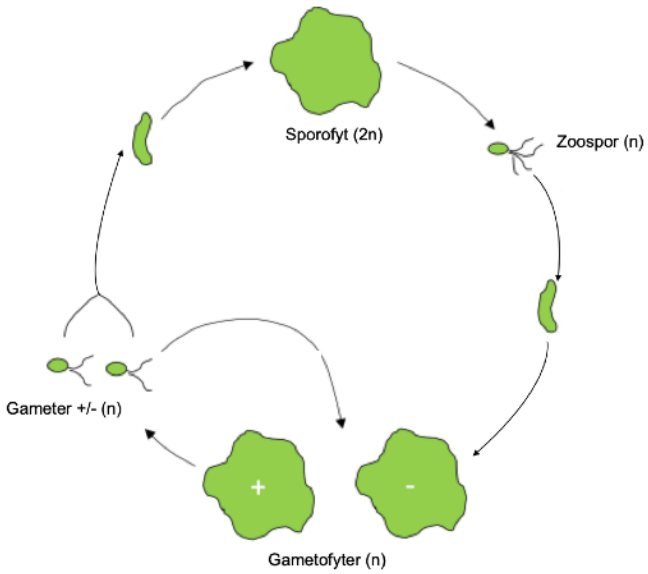
Vi talar gärna om alger som ett gemensamt begrepp. I själva verket är alger en stor grupp med många arter som skiljer sig från varandra på olika sätt. Precis som växter. Vi kan jämföra med morot och äpple. Bägge är växter men med stora skillnader i livscykel, utseende, växtsätt, krav på livsmiljön, näringsinnehåll och användningsområden. På samma sätt behöver vi förstå att det är skillnad på alger av olika slag.

## Utmaningar för branschen

I *Strategi för svenskt fiske och vattenbruk 2021–2026,* utgiven av Jordbruksverket och Hav- och vattenmyndigheten på uppdrag av Sveriges regering, konstateras att "Det svenska vattenbruket har inte utvecklats på önskvärt sätt, men det finns en tydlig ambition i såväl Sverige som internationellt att göra hållbart vattenbruk till en viktig pelare i den blå ekonomin."

Även om utsikterna ser lovande ut för en svensk algindustri kan vi slå fast att det finns en hel del utmaningar:

- Befintliga tekniker för att odla och skörda alger kräver stora manuella insatser. Det gör produktionen kostsam.
- Det saknas en infrastruktur med grossister, distributörer etc så att skördade alger enkelt kan säljas till restauranger och butiker.
- Vissa arter och geografiska bestånd kan innehålla för höga halter av jod och tungmetaller.
- Nuvarande lagstiftning leder till komplexa tillståndsprocesser och långa handläggningstider med flera olika myndigheter inblandade för den som vill starta en algodling.
- Att etablera nya livsmedel tar tid på grund av konsumentvanor och skepticism.




Makroalger kan förökar sig sexuellt med gameter (ägg och spermier), och asexuellt med sporer. Gameterna är haploida, dvs de har bara en kromosomuppsättning (n). Vid befruktningen smälter de samman till en diploid sporofyt med dubbla kromosomuppsättningar (2n). Sporofyten producerar frisimmande haploida sporer (n), som gror till haploida gametofyter (n). Gameterna kan också utvecklas direkt till haploida gametofyter. Hos havssallat är sporofyt och gametofyt identiska till utseendet. Hos andra arter, till exempel sockertare, är gametofyterna mikroskopiska.

## REKOMMENDATIONER

*För att främja utvecklingen av en hållbar svensk algodlingsindustri lämnar vi följande rekommendationer:*

### 1. Satsa på att utveckla en svensk algindustri

Tekniker för att storskaligt odla och skörda olika arter av makroalger behöver utvecklas och förbättras. Godkända och vedertagna metoder för att konservera och processa algerna till en användbar råvara behövs. Här kan branschen själv naturligtvis satsa, men ibland behöver även samhället bidra för att utvecklingen ska ta fart, till exempel genom att bidra med forskningsmedel.

### 2. Produktutveckla

Hur ska algerna användas? Mycket pekar på att det finns en stor potential för makroalger inom livsmedelsbranschen. Men i vilken form och hur önskar konsumenter äta makroalger? Produkter behöver utvecklas som konsumenter förstår hur de kan använda och som är goda och näringsrika. Det behövs "försäljningssucceer". Här kan samarbete med kockar och influensers vara en väg att gå.

### 3. Gör lätt för företag att göra rätt

I "Strategi för svenskt fiske och vattenbruk 2021–2026" (utgiven av Jordbruksverket och Hav- och vattenmyndigheten) konstateras att Sverige sedan länge haft som ambition att öka produktionen av vattenbruksprodukter. Men att utvecklingen under senare år har gått i motsatt riktning, vilket delvis beror på krav i lagstiftningen som leder till komplexa tillståndsprocesser och långa handläggningstider. Därför är det angeläget att hitta vägar som förenklar tillämpningen av olika regelverk utan att ge avkall på lagstadgade krav och villkor.

### 4. Förkorta tillståndsprocessen

Odling av alger omfattas inte av samma undantag som uppfödning av fisk, musslor eller kräftor, och är därför tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalken. Det innebär bland annat att en ansökan om att odla alger på ytor större än 0,3 hektar ska innehålla en miljökonsekvensbeskrivning. Ansökan prövas av mark- och miljödomstolen, kan ta flera år, och måste avsevärt förkortas.

### 5. Samordna och utbilda

Med många inblandade i kontroll och tillsyn av en algodling, från kommuner och länsstyrelser till olika statliga myndigheter, är det önskvärt att de olika instanserna koordinerar sitt arbete för att bli effektivare och minska kostnaderna för alla inblandade. Det är också viktigt att alla berörda har goda kunskaper om branschen. Mycket kan vinnas genom ökat samarbete mellan olika myndigheter inom Sverige, men också med andra länder som har erfarenhet, till exempel Norge. Här kan också universitet och forskningsinstitut bidra med kompetens för kunskapshöjande åtgärder.

### 6. Starkare tillsammans

Algföretagare kan samarbeta för att utveckla tekniker för odling, skörd, hantering etc. Viss utrustning kan kanske köpas in och ägas tillsammans. Man kan hjälpas åt för att skapa distributionskedjor från hav till fat, ta fram nya marknadsprodukter och satsa på gemensam marknadsföring. Tillsammans kan branschen också påverka berörda myndigheter i önskvärd riktning.

Sockertare. Foto: Per Westergård

## MER INFORMATION

- A Nordic approach to food safety risk management of seaweed for use as food – Current status and basis for future work. TemaNord 2022:564.
- ALGET 2. Norskt nätverk för algodling med mycket information.
- Checklista för dig som vill starta vattenbruks-verksamhet. verksamt.se
- CirkAlg. Forskningsprojekt, Chalmers m.fl.
- EU4Algae: Nytt EU-initiativ för att promota produktion och användning av alger i Europa.
- Flerårig nationell strategisk plan för vattenbruket i Sverige 2021–2030. Jordbruksverket 2022.
- Handlingsplan för utveckling av svenskt vattenbruk 2021–2026. Jordbruksverket & HaV-myndigheten.
- Hidden champion of the ocean. Rapport från Seaweed for Europe Coalition, 2020.
- Kartläggning och upprättande av en branschgemensam plan för marknadsföring av svenskt vattenbruk och sjömat (förstudie). Jordbruksverket 2022.
- Nya livsmedel - att tänka på för företag. Livsmedelsverket.
- Mot en stark och hållbar algindustri i EU. Meddelande från EU-kommissionen, nov. 2022.
- Seaweed for Europe Coalition.
- Strategiska riktlinjer för ett mer hållbart och konkurrenskraftigt vattenbruk i EU för perioden 2021-2030
- Svenskt vattenbruk och sjömat. Branschförening för företag som odlar eller skördar vilda musslor, ostron, alger och andra marina råvaror i havet eller på land.
- Tang og Tare. Norska Mattilsynet om alger och tång som livsmedel.
- Tångbloggen – allt du inte visste att du ville veta om blåstång och lite till.

## FÖRFATTARE

**Gunilla Toth**, kontaktperson.
Forskare vid Institutionen för marina vetenskaper, Göteborgs universitet.
gunilla.toth@marine.gu.se

**Susanne Liljenström**, kommunikatör vid Institutionen för marina vetenskaper, Göteborgs universitet.

Denna policy brief har tagits fram inom nationellt centrum för marin vattenbruksforskning, SWEMARC vid Göteborgs universitet. Arbetet har finansierats av Formas genom forskningsprojektet Odling av makroalger i Sverige - en kunskapsöversikt, projektnummer: 2020-03119.

Tjärnö Marina Laboratorium, juni 2023.

## REFERENSER

Innehållet i denna sammanställning bygger på presentationer och diskussioner under en konferens "Möjligheter och hinder för en svensk algindustri" som arrangerades på Tjärnö marina laboratorium i juni 2022.

**Övriga referenser:**

Cai J (2021) Global status of seaweed production, trade and utilization, Presentation at FAO Seaweed Innovation Forum Belize 28 May 2021.

Cai J mfl (2021) Seaweeds and microalgae: An overview for unlockning their potential in global aquaculture development. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1229.

Hargrave MS mfl (2022) Co-cultivation with blue mussels increases yield and biomass quality of kelp. Aquaculture 550:737832.

Henriksson P mfl (2021) Hållbar sjömat. Seawin policy brief nr 1.

Pechsiri JS mfl (2016) Energy performance and greenhouse gas emissions of kelp cultivation for biogas and fertilizer recovery in Sweden. Science of The Total Environment, 573:347-355.

Stedt K (2022) Cultivation of Ulva fenestrata using herring production process waters increases biomass yield and protein content. Frontiers in Marine Science 9:988523.

Stedt K (2022) Post-harvest cultivation with seafood process waters improves protein levels of Ulva fenestrata while retaining important food sensory attributes. Frontiers in Marine Science 9:991359.

Thomas JB mfl (2022) The effects of cultivation deployment- and harvest-timing, location and depth on growth and composition of Saccharina latissima at the Swedish west coast. Aquaculture 559:738443.

Trigo JP mfl (2023) Mild blanching prior to pH-shift processing of Saccharina latissima retains protein extraction yields and amino acid levels of extracts while minimizing iodine content. Food Chemistry 404:134576.

Visch W mfl (2020) Environmental impact of kelp (Saccharina latissima) aquaculture. Marine Pollution Bulletin 155:110962.

Weddin K, Undeland I (2020) Seaweed as food – Attitudes and preferences among Swedish consumers. A pilot study. International Journal of Gastronomy and Food Science 22:100265.

GÖTEBORGS UNIVERSITET