

Sagt om tang:

"Der er ikke noget mere ækelt end tang.
(Vergil, 70-19 f.Kr.)"

"Tang er passende for fine gæster, endog for konger.
(Sze Teu, 600 f.Kr.)"

Tang

- i menneskets tjeneste

For de fleste er tang noget, som ligger på stranden og lugter fælt.

Tang er imidlertid en overset ernæringskilde i den vestlige verden og samtidig en vigtig råvare til mange teknologiske produkter.

Af Ole G. Mouritsen

■ Tang er en gammel nordisk fællesbetegnelse for planter, der vokser i havet. I daglig tale betegner tang det organiske opskyl, vi finder langs stranden. Jeg vil her med tang alene mene de store havalger, f.eks. velkendte arter som blæretang, sukkertang, søl eller søsalat. Tang er altså ikke rigtige planter, men flercellede, store alger, såkaldte makroalger.

Det engelske udtryk for tang, *seaweed* ("hav-ukrudt"), fortæller lidt om den generelle holdning i Vesten til de store havalger. Det er i modsætning til holdningen i Østen, hvor havalger gennem tiden er blevet betragtet som værdifulde, og f.eks. i Japan fejrer man Tangens Dag hvert år den 6. februar.

Både det danske og engelske udtryk skjuler desuden et meget centralt biologisk faktum, nemlig at de forskellige makroalger tilhører vidt forskellige biologiske riger, og at f.eks. brunalger og grønalger fylogenetisk set er mindst lige så forskellige som planter og dyr (boks 1).

I Østen indtager tang en særlig status, ikke mindst fordi mange forskellige tangarter indgår i befolkningens daglige føde, og der knytter sig en rig kulturhistorie til tanghøst og dyrkning af tang.

Langt det meste konsumtang i verden produceres i specielle havbrug, og især Kina, Filippinerne, Korea, Indonesien og Japan er førende producenter. Den årlige værdi af denne form for akvakultur overstiger nu 40 mia kroner. Den mest værdifulde enkeltafgrøde er den japanske nori, som kendes fra sushi. Nori fremstilles af rødalgen *Porphyra yezoensis*, på dansk purpurhinde. Verdens nori-industri omsætter årligt for omkring 10 mia kroner.

Det gode fedt

I Danmark spiser vi stort set ikke tang, og det er en skam, da forskellige tangarter indeholder et meget betydeligt sundhedspotentiale som føde. Sammensætningen af de forskellige næringsstoffer, specielt de essentielle



Eksempel på anvendelse af tang i en salat: Avocadosalat med blancheret blæretang.

fler-umættede fedtsyrer er noget nær idealet for menneskeføde.

Det lyder måske ikke af meget, når man siger, at tang indeholder 2-5 % fedtstof tør vægt. Men det interessante er, at der er overvægt af umættede fedtsyrer, typisk 2-3 gange mere umættet end mættet fedt. Endvidere er de umættede fedtsyrer især de fler-umættede, essentielle fedtsyrer, omega-3 og omega-6 fedtsyrerne.

Det er velkendt, at den vestlige kost indeholder for meget mættet fedtstof og for lidt af de essentielle fedtsyrer, som vores organisme ikke eller kun i meget begrænset omfang selv kan producere. Desuden er forholdet mellem de essentielle omega-3 og omega-6 fedtsyrer helt ude af balance. Ubalancen er en medvirkende årsag til mange af de livsstilssygdomme, som vi plages af, især hjerte-karsygdomme,

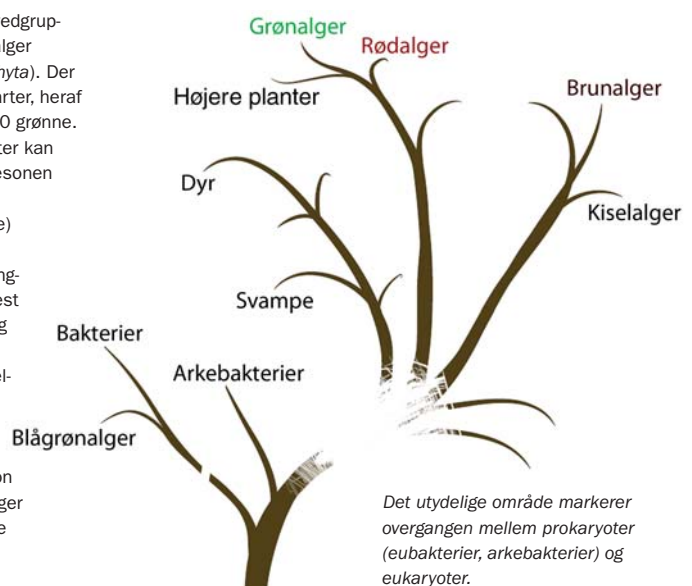
fedme, diabetes-II og cancer, men også de mange psykiske sygdomme, som er i kraftig vækst i Vesten. Vi spiser typisk mindst ti gange for meget omega-6 i forhold til omega-3. Omega-6 får vi især fra planteføde som sojabønner og forskellige planteolier f.eks. fra majs og solsikke. Omega-3 kommer især fra havet – fra fisk, skaldyr og alger.

Det interessante er, at også for fisk er omega-3 fedtstofferne

Tangens stamtræ (boks 1)

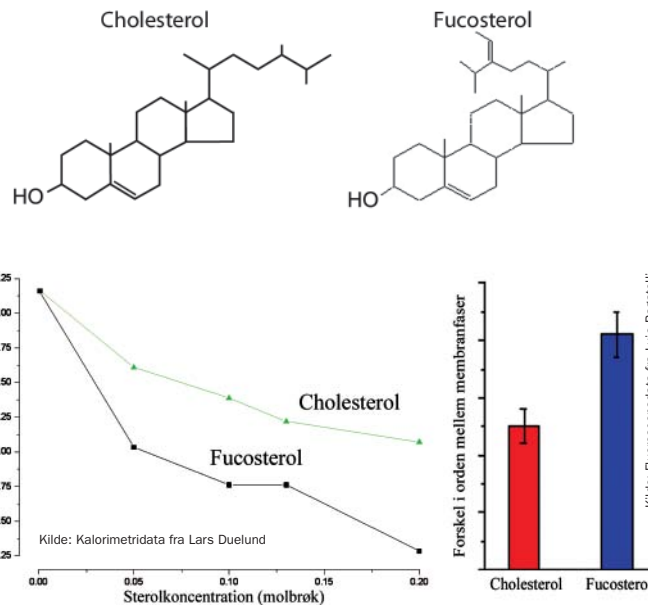
De store havalger inddeles i tre hovedgrupper, brunalger (*Phaeophyceae*), rødalger (*Rhodophyta*) og grønalger (*Chlorophyta*). Der findes omkring 10.000 forskellige arter, heraf ca. 2000 brune, 6000 røde og 2000 grønne. De brune er de største, og visse arter kan blive op til 50m store og i vækstsæsonen vokse 2cm i timen.

Stamtræet (det fylogenetiske træ) viser, at brunalgerne kun er meget fjernt beslægtede med de andre tangarter, og at de grønne arter er tættest i familie med de højere planter. Tang er en mindst 500 mio år gammel livsform. Alle tangarter har det tilfælles med planterne, at de udfører fotosyntese. Sammen med mikroalgerne er tangen ansvarlig for 80 % af den organiske produktion og 90 % af iltten på jorden. Makroalger kan årligt danne op til ti gange mere organisk kulstof pr. kvadratmeter i forhold til landplanter.



Tangens steroler (boks 2)

Tangens cellemembraner indeholder f.eks. fucosterol i stedet for kolesterol som i dyreceller. Disse højere steroler er lipider, som indbygges i cellernes plasmamembraner, hvor de medvirker til at give mekanisk styrke og lav permeabilitet. Sterolerne tjener bl.a. til at sikre, at der er så lille en forskel som mulig mellem ordenen af membranernes faste og flydende faser. På en måde virker de som en slags antifrostagent. Effekten kan studeres ved biofysiske studier af modelmembraner bestående af fosfolipidmembraner, hvori man indbygger sterolerne. Figuren viser, at fucosterol er en bedre antifrostagent end kolesterol, derved at fucosterol medfører større frysepunktssænkning. En mere direkte måling af forskellen af orden mellem de to faser kan opnås ved en særlig slags to-fotonfluorescensmikroskopi/spektroskopi. Figuren viser, at ved en sådan direkte måling af forskellen af orden mellem de to membranfaser, finder man, at kolesterol er bedre end fucoste-



rol til at skabe lighed mellem de to faser. Det er muligt, at denne forskel er nok til at bevirke, at fucosterol ikke er "god nok" til at erstatte kolesterol i vores mem-

braner, og derfor er sundhedsfremmende, hvorimod fucosterol "er god nok" til at understøtte tangmembranernes fysiologiske funktioner.

essentielle fedtsyrer. Fiskene kan heller ikke selv producere dem. De må også tage dem fra deres kost, dvs. længere nede fra i fødenetværket, hvor vi møder algerne. Det er alger og dermed også tang, som er hovedkilden til de essentielle omega-3 fedtsyrer, specielt de langkædede og superumættede fedtsyrer docosahexaensyre (DHA) og eicosapentaensyre (EPA), som vi bedst kender fra fiskeolie som kosttilskud.

Forholdet mellem omega-3 og omega-6 i tang ligger i området 0,7-3,2, hvilket er tæt ved det ideelle forhold på omkring 1. Det er bemærkelsesværdigt, at vores nervesystem og hjerne indeholder 65 % fedtstof, hvoraf mere end halvdelen er de langkædede, superumættede fedtsyrer, og at forholdet mellem omega-3 og omega-6 er tæt ved 1. Det er grunden til, at man omtaler fisk og tang som hjernemad.

Tang og kolesterol

Et helt særligt og meget vigtigt fedtstof for biologisk funktion i relation til cellemembraners mekaniske egenskaber er de såkaldte højere steroler. Forskellige biologiske riger har i evolutionens løb valgt at benytte forskellige højere steroler i deres membraner: kolesterol hos dyr, ergosterol hos svampe, phytosteroler hos planter og f.eks. desmosterol og fucosterol hos alger og dermed tang (boks 2). Som vi ved, er indholdet og transporten af kolesterol i vores blod afgørende for hjerte-karsystemets sundhedstilstand.

Steroler fra animalske produkter kan være belastende for hjerte-karsystemet og foranledige åreforkalkning og hjerteanfald, hvorimod steroler fra planter, svampe og tang har den modsatte virkning hos raske mennesker. F.eks. vides det, at fucosterol fra tang kan medvirke til at sænke indholdet af frit og bundet kolesterol i blodbanen. Tang er derfor af interesse i ernæringsmæssig og sundhedsmæssig henseende.

Nyere forskning har klarlagt tangsterolernes specielle effekt på lipidmembraner, og bl.a. vist, at steroler som desmosterol og fucosterol i mindre grad end

Tang

førte til opdagelsen af iod



Rent krystallinsk iod (tv.) fordamper til en violet gas.

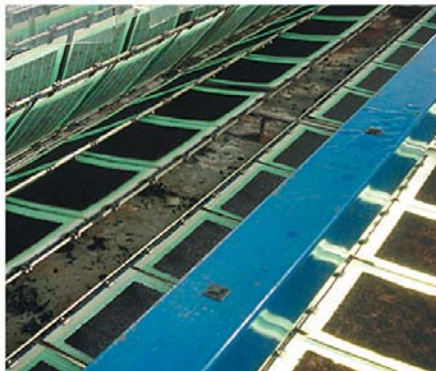


Fotos: <http://imagesofelements.com>

Boks 3. Tang har spillet en vigtig rolle i opdagelsen af grundstoffet iod. Baggrunden var militært arbejde med tangaske som råstof til salpeter, der skulle anvendes i produktionen af sortkrudt. Under sit arbejde med krudtfremstilling i Napoleons laboratorier opda-

gede en fransk kemiker, Bernard Courtois (1777-1838), i 1811 en violet ("iodes" på græsk) røg stige op fra tangasken, når han tilsatte svovlsyre. Han overbeviste først sine franske og senere engelske kolleger om den mulige betydning af sin opdagelse.

Det blev den kendte engelske kemiker Davy, som foretog den endelige identifikation af det nye grundstof, som fik navnet iod. Det skete dog ikke uden ballade med de franske kemikere Guy-Lussac og Lavoisier, som mente, at de var de første.



Venstre foroven: Dyrkningsnet podes med sporer fra rødalgen *Porphyra yezoensis*. Sporerne frigøres fra skaller af østers. Det indsatte billede viser østersskaller med en *Porphyra*-kultur. Højre foroven: Dyrkning af *Porphyra* på net i havet i Tokyobugten. Venstre forned: Tangen høstes ved at en båd sejler under nettet. Midtfor forned: Et indblik i et mindre japansk fabriktionsanlæg til fremstilling af nori. Højre forned: Et færdigt nori-blad, som måler ca. 19cm × 21cm.

“Havets Moder”

(boks 4) Den kommercielt vigtigste tangart i verden er rødalgen *Porphyra*, som bruges til at fremstille nori, som vi kender fra sushi. Nori-industriens succes bygger på en videnskabelig opdagelse, der blev gjort af den britiske algeforsker Kathleen Mary Drew-Baker, som i 1949 – drevet af videnskabelig nysgerrighed – klarlagde livshistorien for *Porphyra*, formodentlig uden at kende til de problemer, som japanske nori-fiskere havde haft i århundreder med at skabe en rationel og stabil akvakultur med *Porphyra*.

Drew-Baker opdagede, at et stadium i livshistorien omfatter en generation, der kaldes *Conchocelis*-stadiet, som er mikroskopisk lille, og som kun kan trives ved at bore sig ned i kalkskallerne fra døde bløddyr, f.eks. muslinger, snegle eller østers. Denne generation producerer så sporer, som spirer og bliver til den storbladede hun- eller han-generation. Rationel dyrkning af *Porphyra* kræver derfor tankanlæg med skaller, som giver de rette

vækstbetingelser for den mikroskopiske generation af tangen.

Drew-Baker publicerede sine resultater i *Nature* i 1949, og kort tid derefter gentog den japanske algeforsker Sokichi Segawa hendes forsøg på de japanske varianter af *Porphyra* og fandt, at de opførte sig på samme måde som de engelske. Mysteriet var løst, og herefter gik det stærkt i Japan. Allerede i 1953 havde den japanske marinbiolog Fusao Ota udviklet en metode, som gjorde det muligt at få *Porphyra*-sporerne til at spire på net, som kunne udspændes i havet.

Vi er ikke vant til, at videnskabelige opdagelser fejres eller påskønnes af den almindelige befolkning, og selv store videnskabsmænd som Darwin eller Einstein fejres normalt kun ved 100-års mærkedage. Men japanerne har ikke glemt betydningen af Drew-Bakers opdagelse. Hun fejres i Japan som “Havets Moder” hvert år den 14. april.

cholesterol er med til at gøre membranerne mekanisk stive, men samtidig bevare membranerne i en flydende tilstand, som er en forudsætning for biologisk aktivitet (boks 2).

En guldgrube af gode stoffer

Indholdet af forskellige stoffer varierer meget fra tangart til tangart, og desuden afhænger

mængden af stofferne af voksested, årstid og opbevaringsforhold efter høst. Det er nok mest velkendt, at tang generelt indeholder meget salt og visse arter meget iod (boks 3). Det store saltindhold gjorde tang gaske til en vigtig saltkilde i Norden gennem hele Middelalderen. Det interessante er, at de fleste arter har overvægt af kaliumsalte i forhold til natri-

umsalte, hvilket gør tang og tangsalt til gode erstatninger for kogsalt i relation til regulering af blodtrykket.

Iodindholdet kan være meget højt i brune tangarter, især bladtang (*Saccharina latissima*, *Saccharina japonica*). Iod er vigtig for skjoldbruskkirtlens hormonale funktion.

Tang har et stort indhold af vigtige mineraler (f.eks. jern,

calcium, fosfor, magnesium), typisk i mængder der er ti gange større end hos planter dyrket på landjorden, f.eks. mere jern end i spinat og mere calcium end i mælk. Desuden indeholder tang mange vigtige sporstoffer (zink, kobber, mangan, selen, molybdæn, chrom). Tang er desuden en fænomenal proteinfabrik, f.eks. kan *Porphyra* årligt producere 84 g protein pr. m²



Dyrkning af sukkertang i et tankanlæg på havnen i Grenaa hos Marifood (ved Rasmus Bjerregaard).

i modsætning til 40 g/m² for sojabønner og sølle 5 g/m² for kødkvæg. *Porphyra* indeholder op til 35 % protein og essentielle aminosyrer, hvorimod andre arter har mindre med ned til omkring 7 %.

Tang er også rig på vigtige vitaminer (A, B [B₁, B₂, B₃, B₆, B₁₂ og folat], C, E). *Porphyra* indeholder f.eks. ti gange så meget A-vitamin som spinat og fire gange så meget C-vitamin.

Desuden indeholder tang en række bioaktive stoffer, som sandsynligvis har et sundheds-

potentiale i relation til hjertekarsygdomme samt en vist antiviral og anti-cancer effekt.

Personer med skjoldbrusk-kirtelsygdomme eller som tager blodfortyndende medicin, bør undgå at spise for meget af de brune tangarter, idet de kan indeholde store mængder af iod og K-vitamin.

Tang indeholder en række komplekse polysaccharider, som er opløselige kostfibre, som vores mave og tarm ikke kan nedbryde. Det er grunden til, at tang kun indeholder få

kalorier, typisk 500-1000kJ pr 100g tør vægt. Fibrenes vandbindingsevne gør dem desuden gode for fordøjelsen. Sammen med mindre mængder af uopløselige fibre, f.eks. cellulose-lignende stoffer, udgør fibrene 45-75 % af tørstovvægten af tangen.

En uudnyttet råvare i det nordiske køkken

Tang er som sagt en vigtig fødevarer i Østen, hvorimod vi stort set intet spiser i Vesten og da slet ikke i Danmark. Der er god

grund til at antage, at tang i tidligere tider i alle kystområder var en del af kosten. Vi ved, at tang førhen var en del af fattigmandskosten i Nordens kystområder, og i Island, på Færøerne og i norske kystegne er der stadig en folkeerindring om tang i kosten.

Der er næppe nogen tvivl om, at tang i fremtiden vil komme til at udgøre en langt større del af vores kost. For det første skal vi skaffe mere mad til en sulten verden, og havet indeholder stadig store, uudnyttede ressourcer, som vi skal lære at bruge bedre og på en bæredygtig måde. Desuden er tang sund mad, ja man kunne måske sige, at det er en idealkost for *Homo sapiens*, hvis gener jo kun har ændret sig lidt siden steanaldren. Vi kan dog ikke leve alene af tang – det indeholder alt for få kalorier! Tang betragtet som “grøntsager fra havet” vil imidlertid betyde en velkommen fornyelse i det vestlige kostmønster, og de kan måske modvirke væksten i kostbetingede livsstilssygdomme.

Næppe nogen anden råvare har en så bred en anvendelse i køkkenet som tang. Tang kan spises rå, kogt, bagt, ristet, pureret, tørret, granuleret eller friturestegt. Den kan spises for sig selv, eller den kan indgå i utallige kombinationer med andre kolde eller varme ingredienser. I næsten alle situationer bevarer tangen de fleste af sine sunde indholdsstoffer i intakt form.

Der er derfor god grund til, at et voksende antal danske kokke helt op til Michelin-stjernestatus har taget tangen til sig som en spændende og udfordrende råvare.

Det er muligt, at vi fremover vil finde tang fra danske og andre nordiske vande som en essentiel ingrediens i Det Nye Nordiske Køkken, som i disse år er i hastig fremmarch. I første omgang vil det fortrinsvis være søl, purpurhinde, vingetang, blæretang, sukkertang, finger-tang, palmetang og søsalat, som vil være de mest oplagte arter at bruge i det nordiske køkken.

Tang til teknologi

Tang har mere at byde på end at være en potentiel ernæringskilde for mennesket. Således har tang gennem tiderne været brugt af mennesker til alverdens formål, f.eks. bygningsmateriale, brændsel og markgødning. Desuden har det i årtusinder været benyttet i mere eller mindre forarbejdet form som lægemiddel, salt og geleringsmiddel samt som kilde til vigtige stoffer som iod, potaske og soda. I nyere tid har tang fundet anvendelse til fremstilling af bioaktive og farmaceutiske produkter og vil måske i fremtiden også kunne udnyttes til at producere biobrændsel som diesel og ethanol.

Uden at vide det kommer de fleste mennesker dagligt i kontakt med produkter udvundet af tang i form af tilsætningsstoffer, som f.eks. bruges til at tykne fødemidler. E-numrene E-400 til E-405, E-406 og E-407 dækker således over stofgrupperne alginat, agar og carrageenan, der udvindes af henholdsvis brunalger (alginat) og rødalger (agar og carrageenan).

Alginat, agar og carrageenan er komplekse polysaccharider, som har en enestående evne til at binde vand. En god agar kan f.eks. binde mere end 99 % vand. Nogle carrageenaner er gode til at binde proteiner, og de benyttes derfor til at tykne mejeriprodukter. Andre carrageenaner har anti-viral effekt, som udnyttes i svangerskabsforebyggende produkter for at mindske risikoen for HIV-infektion..

Norge har en stor produktion af alginat på baggrund af høst af vilde forekomster af palmetang (*Laminaria hyperborea*) og buletang (*Ascophyllum nodosum*). I Danmark hos CPKelco i Lille Skensved fremstilles 20 % af verdensproduktionen af carrageenan på basis af forskellige importerede røde tangarter fra Chile, Filippinerne, Zanzibar og Canada.

Vandbindende polysaccharider fra tang benyttes desuden til en lang række teknologiske produkter inden for papir-, tekstil- og kosmetikindustrien samt til farmaceutiske og biomedicinske anvendelser.



Tørring af bladtang – en stor brunalge, ofte *Laminaria Japonica* (på japansk: konbu). Bruges meget i det japanske køkken.



Dyrkning af tang på Zanzibar.

Dyrkning af tang i Danmark

Der høstes vilde forekomster af tang over det meste af verden, men kun ganske få steder uden for Østen dyrkes der tang. Der gøres i disse år forsøg forskellige steder i Europa med tang både til konsum og til eventuel udnyttelse ved fremstilling af biobrændsel. I Danmark findes der en enkelt tangfarmer, Rasmus Bjerregaard, som i tankanlæg på havnen i Grenaa og på sine blåmuslingeliner et par steder ved de østjyske kyster, i samarbejde med en tysk kollega, har igangsat

en produktion af brunalgen sukertang (*Saccharina latissima*). Tangen afsættes til konsum i Tyskland. Rasmus Bjerregaard har for nylig også udført succesfulde forsøg med dyrkning af rødalgen søl (*Palmaria palmata*) i tankanlæg. Vi arbejder i øjeblikket med at udnytte disse dyrkede danske tangarter inden for gastronomien sammen med Nordic Food Lab, som har som formål at udforske det nordiske råvaregrundlag for anvendelser inden for Det Nye Nordiske Køkken. ■

Om forfatteren



Ole G. Mouritsen er dr.scient. og professor ved Institut for Fysik og Kemi, Syddansk Universitet. Han er leder af MEMPHYS – Danmarks Grundforskningsfonds Center for Biomembranphysik.
Tlf.: 6550 3528
E-mail: ogm@memphys.sdu.dk

Videre læsning

A. T. Critchley, M. Ohno, and D. B. Largo (2006): *World Seaweed Resources. An Authoritative Reference System. Ver. 1.0, DVD ROM, ETI Inf. Services Ltd, Workingham, UK.*

L. Barsanti and P. Gualtieri (2005): *Algae. Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology. CRC Press, Taylor & Francis, New York, 301s.*

O. G. Mouritsen (2009): *Tang. Grøntsager fra havet. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, København, 304s; se også www.tangbog.dk.*

A. C. Simonsen, L. A. Baggatoli, L. Duelund, O. Garvik, J. H. Ipsen, and O. G. Mouritsen (2009): *Effects of seaweed sterols fucosterol and desmosterol on lipid membranes, Biophys. J. 96, 606a.*