

# Bæredygtige fødevarer fra havet



## Indhold

Fødevarer fra havet .....	3
Mad fra havet indeholder sunde fedtstoffer.....	3
Essentielle fedtsyrer fås gennem maden .....	4
Gå efter MSC-mærket .....	5
Fisk kan også indeholde giftstoffer.....	5
Tang - en overset fødevarer.....	6
Tangens farver.....	6
Risici ved at spise tang.....	7
Tang i dyrefoder .....	7
Produktion af fødevarer i havet - akvakultur .....	8
Havbrug i Danmark.....	9
Kviksølv .....	10
Kviksølv ophobes i fødekæden.....	11
Kviksølvs skadevirkninger .....	12
Litteratur.....	14
Bilag 1 - indhold af DHA og EPA i fisk .....	15
Bilag 2 - næringsstoffer i tang.....	16
Bilag 3 - Høst og spis tang – friluftsjov for hele familien.....	17

## Fødevarer fra havet

Et af de 17 verdensmål er 'Livet i havet', der skal sikre og bevare bæredygtigt brug af verdens have og deres ressourcer. Over tre milliarder menneskers levebrød er afhængig af biodiversiteten i hav- og kystområder, men i dag bliver der overfisket med omkring 30 procent, hvilket er langt over det niveau, hvor fiskebestandene kan reproducere sig bæredygtigt. Derfor er det vigtigt at fiskeriet reguleres, og at der sættes en stopper for overfiskeri, ulovligt urapporteret fiskeri og ødelæggende fiskemetoder. Et af FN's delmål er også at Inden 2025, skal alle former for havforurening forhindres og væsentligt reduceres, især forurening forårsaget af landbaserede aktiviteter, herunder forurening med næringsstoffer. Så hvordan kan vi fortsat nyde godt af havets ressourcer på bæredygtig vis?



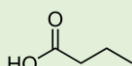
## Mad fra havet indeholder sunde fedtstoffer

Fødevarer fra havet er en af vores vigtigste kilder til mange vigtige næringsstoffer og vitaminer, herunder både mikronæringsstoffer som mineraler og sporstoffer og makronæringsstoffer såsom proteiner og flerumættede fedtstoffer. Særligt de flerumættede fedtstoffer spiller en vigtig rolle for nervesystemets funktion og har udover det mange andre veldokumenterede gavnlige effekter for vores helbred. De flerumættede fedtstoffer har været afgørende for evolution af vores nervesystem og hjerne.

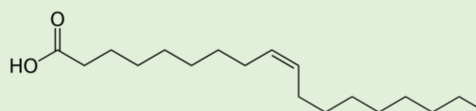
### Faktaboks: Mættet og umættet fedt

Fedtstoffer er opbygget af fedtsyrer. Disse inddeles i mættede fedtsyrer og umættede fedtsyrer, afhængig af, om der findes dobbeltbindinger eller ej mellem kulstofatomerne i molekylet. I mættet fedt er der ingen dobbeltbindinger, mens der i enkeltumættede fedtsyrer findes én dobbeltbinding og i flerumættede flere dobbeltbindinger.

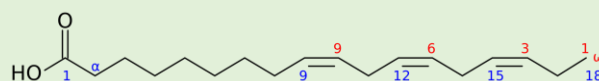
Mættede fedtsyrer (smørsyre):



Enkeltumættede fedtsyre (oliesyre):



Flerumættede fedtsyre (omega-3):



De mættede fedtsyrer findes især i animalske produkter som kød, mælk og æg samt i kokos- og palmeolie.

Enkeltumættede fedtsyrer findes især i avokado, nødder og mange planteolier, som oliven-, raps- og solsikkeolie.

Flerumættede fedtsyrer findes især i fed fisk, østers, nødder og frø.

Ca. 60 % af vores hjerne består af fedtstoffer hvoraf ca. halvdelen er omega-3 og 6. I den vestlige verden er forholdet i kosten mellem omega-3 og 6 ca. 1:10 mens det i USA er ca. 1:20, hvilke er forhold, der ikke harmonerer med kroppens behov. Omega-3 får vi primært fra tang, fisk, skaldyr, hørfrøolie, rapsolie og

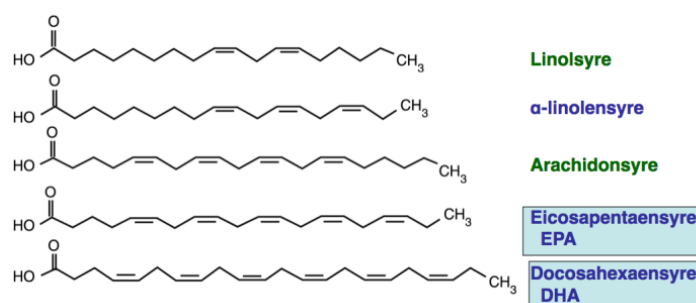
valnøddeolie. Omega-6 findes primært i planteolier såsom majs- solsikke- og vindrukerneolie. De vigtigste omega-3 fedtsyrer i sundhedsmæssig sammenhæng er ALA (alfalinolensyre), EPA (icosapentaensyre) og DHA (docosahexaensyre).

## Essentielle fedtsyrer fås gennem maden

*Linolsyre* med to dobbeltbindinger, og *alfa-linolensyre*, som har tre dobbeltbindinger, er essentielle fedtsyrer, hvilket betyder, at kroppen ikke selv kan danne dem. Disse to fedtsyrer danner udgangspunkt for syntese af to forskellige familier af vigtige fedtstoffer: *omega-3* og *omega-6* fedtsyrer. Vores krop kan ikke omsætte fedtstoffer fra den ene familie til den anden, og det er derfor vigtigt at få begge fra kosten. Det er ikke helt korrekt at kalde EPA og DHA for essentielle fedtsyrer, idet kroppen i nogen grad kan danne dem ud fra  $\alpha$ -linolensyre også kaldet ALA. Kroppen kan imidlertid kun omdanne ca. 5 % af  $\alpha$ -linolensyre til de vigtige superumættede

omega-3 fedtsyrer DHA og EPA, som findes i fødevarer fra havet. Når vi taler om mættede (uden dobbeltbindinger) og umættede fedtstoffer, er der ofte tale om forskel i smeltepunkt. Mættede fedtstoffer smelter ved højere temperaturer end umættede fedtstoffer.

## Essentielle fedtsyrer: $\omega$ -6 og $\omega$ -3



Figur 1: Essentielle fedtsyrer



Hvorfor er det hensigtsmæssigt for fisk, at de primært indeholder umættede frem for mættede fedtstoffer?

Der er mange gode grunde til at spise mere føde fra havet. På verdensplan bliver 70 % af alt konsumfisk spist i Asien, størstedelen i Kina og Japan. Danskerne spiser generelt for lidt fisk i forhold til Sundhedsstyrelsens anbefalinger, mens vi til gengæld er en af de mest kødspisende befolkninger i verden. Hvis vi skal følge Fødevarestyrelsen anbefaling, skal vi:

- Spise fisk som hovedmåltid to gange om ugen og fiskepålæg flere gange om ugen,
- Anbefalet indtag er 350 g/ugen heraf ca. 200 g fed fisk (laks/ørred/makrel/sild)
- Vælge nøglehulsmærkede fiskeprodukter

På bilag 1 kan du se indholdet af EPA og DHA i forskellige fisk.

## Gå efter MSC-mærket

En FDB Analyse har undersøgt danskernes spisevaner i forhold til fisk. De fleste overvejer ikke, hvor fisken kommer fra, når de handler ind. 8 ud af 10 danskere overvejede ikke, om den fisk de sidst købte med hjem til middagsbordet, var fra bæredygtigt fiskeri, eller fra havbrug. 2 ud af 3 kender slet ikke til MSC-mærket, som bl.a. er en garanti for, at fisken er fanget under bæredygtige forhold. En undersøgelse af danskernes kostvaner viser, at indholdet af fisk i kosten er meget skævt fordelt blandt befolkningen. I gennemsnit spiser drenge fra 10-17 år 13 g/dag, mænd 18-75 år 23 g/dag, piger 10-17 år 11



Figur 2: Det er en god idé at kigge efter MSC-mærket, når du køber fisk.

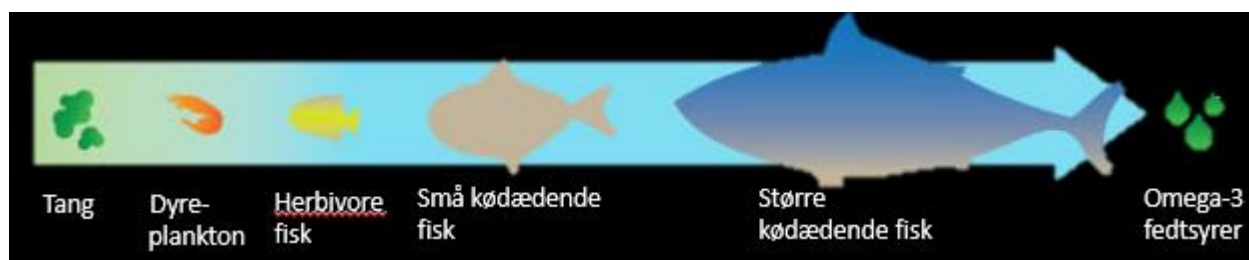
g/dag og kvinder 18-75 år 20 g/dag. 16 g/dag svarer til en fiskefilet om ugen. (1)

MSC-mærket garanterer at fiskeriet er på et bæredygtigt niveau. Det vil sige, at fiskeriet skal stoppes før alle fisk er fanget, og skal kunne fortsætte i det uendelige, fordi ressourcerne ikke overudnyttes. Desuden skal miljøpåvirkningen være minimal, og fiskeriet skal reguleres på en måde, så havets økosystemer bevares. Fiskeri skal opfylde alle lokale, nationale og internationale love og have

et ledelsessystem, der kan reagere på skiftende omstændigheder og fastholde bæredygtighed.

## Fisk kan også indeholde giftstoffer

Vi skal altså spise mere føde fra havet, men nogle fisk kan også være sundhedsfarlige og belastet af forurening som fx kviksølv. Især fisk højt oppe i fødekæden (se Figur 3) kan indeholde miljøgifte, og ofte frarådes især gravide kvinder og børn at undgå store mængder rovfisk som bl.a. tun, laks, aborre, og torsk. De store rovfisk kan gennem deres forholdsvis lange liv, ophobe store koncentrationer af dioxiner, pesticider, PCB 'er og kviksølv— et af verdens giftigste tungmetaller. Så spørgsmålet opstår: hvor er balancen? Vi kan dårligt undvære føde fra havet, men hvor meget skal vi spise, og hvad skal vi vælge? Desuden produceres flere arter i havbrug, fx laks; og de opdrættede indeholder ganske vist færre miljøgifte, men har på den anden side ofte en anden fedtsyresammensætning pga. foderet, der anvendes. Det vender vi tilbage til.



Figur 3: Eksempel på en fødekæde i havet. Nogle stoffer, som fx kviksølv, kan ophobes gennem fødekæden.

## Tang - en overset fødevarer

Vores krop kan som tidligere nævnt ikke selv danne de lange superumættede fedtstoffer DHA, og EPA. Vi mangler de enzymer, som gør det muligt at forlænge kortere fedtsyrer og tilføje flere dobbeltbindinger. De fleste tror at fisk og skaldyr, som indeholder masser af omega-3 og omega-6 fedtstoffer, selv kan producere dem. Men det kan de heller ikke. De får disse essentielle fedtsyrer gennem deres føde, dvs. vi skal længere ned i fødekæden for at finde kilderne. De dannes i første led i fødekæden – mikro- og makroalger. Mikroalger er encellede mikroskopiske organismer som også kaldes planteplankton. Disse kan være ned til en tusindedel af 1 mm. Makroalger er større flercellede organismer, - der i daglig tale kaldes tang. Disse kan blive op til 60 meter lange (Kæmpekelp ved Californien). Til forskel fra mikroalger, findes tang kun i saltvand.



Figur 4: Sargassotang.

Så hvorfor ikke få den direkte kilde til *omega-3* gennem tang? I Asien spises tang som grøntsager fra havet, det har man gjort i tusindvis af år. Vi kender nok mest tang fra sushi eller tangsalat, men vi burde måske se dansk tang som en fødevareressource også?

Tang indeholder vigtige mineraler, proteiner, vitaminer og sunde kostfibre og fedtstoffer (se bilag 2). Tang indeholder næsten ingen kalorier, kan høstes vildt og dyrkes på bæredygtig vis i havet. Selvom tang er fedtfattigt, udgør de flerumættede fedtstoffer mellem 30-70% af det totale fedtstofindhold. Der er stor variation af fedtstofindholdet afhængigt af artens voksested og årstid.

I Danmark findes mere end 400 forskellige tangarter, der alle kan spises, med undtagelse af Sargassotang (Figur 4) (invasiv art der indeholder arsen) og kællingehår, der indeholder svovlsyre. Bilag 3 indeholder en lille guide til selv at høste tang langs stranden og forslag til opskrifter. Tang indeholder en grundsmag kaldet umami, der også virker smagsforstærkende, så andre smagslementer i retten fremstår tydeligere. Umami-smagen skyldes tilstedeværelsen af et bestemt kemisk stof: glutamat. Hvis du vil vide hvordan umami smager, kan du tygge en solmoden cherrytomat grundigt og synke den. Smagen, der bliver tilbage efter du har sunket, er umami. Du kan læse mere her: [https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel\\_Naturvidenskab/nr-4/an4-2012velsmag.pdf](https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-4/an4-2012velsmag.pdf) Det nordiske køkken er blevet populært, og kendetegnes ved at lave mad med råvarer der naturligt findes i Norden. Det er muligt, at vi fremover vil finde tang som en essentiel ingrediens i det nordiske køkken. I Danmark er et bud på tangarter, der er kommercielt interessante: sukkertang, fingertang, blæretang, savtang, klørtang, søsalat, søl, carrageentang, purpurhinde og gaffeltang. Flere af disse kan man let selv høste.

## Tangens farver

Tang kan inddeles i tre hovedgrupper: brunalger, rødalger og grønalger. Man kan dog ikke altid regne med, at tangens farve fortæller hvilken gruppe den tilhører. Molekyler der kan opfange solens stråler og omdanne den til kemisk energi kaldes pigmenter. Det er pigmenterne der giver tangen farve. Alle tangarter har grønkorn, der indeholder klorofyl, som vi kender fra planter. Klorofyl har en grøn farve og absorberer rødt og blå lys, som bruges i fotosyntesen. Den karakteristiske brune farve skyldes, at klorofyl er dækket af

### Faktaboks: Du spiser sikkert tang uden at vide det

Oftentimes finder vi tang i vores fødevarer uden at vide det, hvor det fx 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).

gulbrune karotenoider, bl.a. fucoxanthin. Overhædes brunalger med kogende vand bliver de grønne, da klorofyl er mere stabilt end fucoxanthin under opvarmning.



Figur 5: Klørtang overhædt med kogende vand.

På Figur 5 er brunalgen "lav klørtang" overhædt med kogende vand, så den grønne farve træder frem. Grønalgerne indeholder ligesom grønne planter hovedsageligt klorofyl, og de fleste arter vokser i ferskvand. Sølalat er en meget almindelig grønalge på lavt vand.

Rødalger indeholder foruden klorofyl og karotenoider også to andre farvestoffer: Phycoeruthrin og phycocyanin. De kan bl.a. opfange det blå lys, der kan trænge langt ned i vandsøjlen. Derfor dominerer de også på dybt vand. *Porphyra yezoensis* (på dansk purpurhinde) er en spiselig rødalge, som er en af de alger, der benævnes nori på japansk. Verdens nori-industri omsætter årligt for ca. 10 mia. kr. Den forarbejdes til papirlignende ark, der især bruges i det japanske køkken som tangplader til bl.a. sushi. Langt det meste konsumtang i verden produceres i specielle havbrug, og Kina, Filippinerne, Korea, Indonesien og Japan er førende producenter.

## Risici ved at spise tang

Selvom de danske tangarter generelt ikke regnes for giftige, kan forekomsten af giftstoffer i tang ikke afvises. Tang kan optage giftige stoffer fra vandet, og få arter kan selv producere dem. Man kan groft sagt sige, at tang ikke er sundere end det vand det gror i! Følg Fødevarerstyrelsens råd når du plukker tang til at spise:

<https://www.foedevarestyrelsen.dk/Selvbetjening/Guides/Sider/Naar-du-plukker-tang-til-at-spise.aspx>.

Hæfte om kort introduktion til danske tangarter:

[https://www.kattegatcentret.dk/files/Pdf\\_til\\_download/tang\\_bestemmelse\\_h%C3%83%C2%A6fte\\_print.pdf](https://www.kattegatcentret.dk/files/Pdf_til_download/tang_bestemmelse_h%C3%83%C2%A6fte_print.pdf).

Nogle forskere mener, at der mangler undersøgelser på området, men der er hidtil ikke registreret tilfælde af akutte forgiftninger efter indtagelse af dansk tang.

Generelt mangler vi jod i vores kost, men i tang er der rigtig meget. Indtag af store mængder jod er dog også usundt, så hvis man spiser for meget tang kan det være et problem. Men hvad med de asiatiske lande, hvor de dagligt spiser meget tang? Det virker ikke til at være et problem. De fleste japanere spiser dagligt tang og Japan er det land med den højeste levealder i gennemsnit.

## Tang i dyrefoder

Forsøg har vist, at tilsætning af tang i foderet har gavnlige effekter for bl.a. tarmflora hos både svin og køer, og reducerer brug af antibiotika. Derudover sænker det metanproduktionen hos kvæg. Forskning har vist, at fisk der har fået foder tilsat tang indeholder mere omega-3 end ellers. Der er også en række miljøfordele ved at tilsætte tang til dyrefoder, i stedet for soja som primært anvendes i dag.



Sojaproduktionen foregår primært i Sydamerika på enorme landbrugsarealer, hvor der tidligere stod regnskov, og med miljøbelastende – og sommetider også sundhedsbelastende – metoder. En af udfordringerne er prisen, for som tingene er

nu er tang betydeligt over prisniveauet på almindelig anvendte fodermidler. Heldigvis arbejdes der på smartere måder at producere tang og andre proteinholdige fodermidler i Norden.

## Produktion af fødevarer i havet - akvakultur

Stadig flere af de fødevarer fra havet vi spiser i dag, kommer fra havbrug, hvor man producerer fisk, tang og skaldyr i havet i. Det giver os billige fisk på bordet, og vi mindsker overfiskning. Akvakultur er defineret ved produktion af dyr eller alger i vand, og når vi snakker havbrug, foregår produktionen i havvand.



Figur 6: *Pangasius* og en *pangasius*-fileteringsfabrik i Vietnam.

Akvakultur er på globalt plan et erhverv i stor udvikling, og mange kalder det ”den nye fødevarerevolution”, og ser det som en mulig løsning på at brødføde den stigende verdensbefolkning. Flere steder i verden er havbrugene ikke underlagt ret meget kontrol, og det kan være problematisk. Blandt de mest populære spisefisk i øjeblikket, kan nævnes mallearten *Pangasius*, der også kaldes hajmalle. Det er godt nok en ferskvandsart, men den illustrerer problematikken meget godt. *Pangasius* kræver tropisk klima, er planteædende og er hurtigt voksende. Den opdrættes især i ferskvand i Vietnam, hvor der også udledes spildevand, som kan indeholde medicinrester, tungmetaller, dioxin eller PCB. Fiskene har været stærkt omdiskuteret, pga. de forurenede forhold den mange steder lever under. Fødevarestyrelsens har dog undersøgt kødet, og ikke fundet for højt indhold af giftige kemiske stoffer. En af forklaringerne på dette kan være fiskenes hurtige vækst, og dermed korte liv og det magre kød. Fiskene fodres typisk med majs og soja, og har derfor et lavt indhold af omega-3 fedtsyrer.

Opdrættede fisk fodres ofte med kraftfoder og indeholder mindre omega-3 end vildtlevende fisk. Ofte tilsætter man planteolie til foderet idet det er en billigere løsning end fiskeolie, og det afspejler sig i kødet.



## Havbrug i Danmark

Danmark dyrker vi primært ørreder, idet ørredrogn er en god eksportvare. De opdrættes i store netbure i havet og fodres med foderpiller der pumpes ud over anlægget (Figur 7).



Figur 7 netbure med ørreder fra Musholm Lax, og af linemuslinger

Desværre er der også nogle udfordringer forbundet med at dyrke fisk i havet, og de danske havbrug er under skarp kontrol i henhold til fiskeriloven og miljøbeskyttelsesloven. Et af problemerne ved at dyrke fisk i havet, er tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk materiale primært fra foderspild og ekskrementer, som kan påvirke det omkringliggende dyre- og planteliv. For at beskytte havmiljøet er det vanskeligt at få lov at udvide og åbne flere havbrug i Danmark, idet udledning af næringsstoffer skal mindskes. I nogle tilfælde har man tilladt en udvidelse hvis man er i stand til at kompensere for denne udledning ved kompensationsopdræt med muslinger eller tang. Hvis man samtidig dyrker tang, vil det optage næringsstoffer, og når det høstes, vil man på den måde fjerne næring fra havmiljøet.



Hvordan kan muslinger kompensere for fiskeopdræt?

Når man dyrker muslinger, udnytter man deres naturlige livscyklus. Om foråret dannes muslingelarver der kan svømme omkring i vandet indtil de finder et egnet sted at slå sig ned. Hvis der hænger tov i vandet, sætter de sig fast der og udvikles til en musling, som lever af at filtrere vandet for alger indtil de høstes. Muslinger skal altså ikke fodres, men lever af alger i havvandet.

I Danmark dyrker vi også tang men ikke i store mængder (Figur 8). Snorene hænger typisk i havet 8-20 mdr. hvorefter man høster tangen. Dyrkning af tang er en gevinst for havmiljøet, idet det optager næringsstoffer og samtidig fungerer som et levested for forskellige dyr. Mange steder i Danmark er vandkvaliteten glimrende til at dyrke tang, og man er uafhængig af bundforholdene, men det kræver at der aftages. Den årlige globale tangproduktion er ca. 15,5 mio. tons, hvoraf mere end 99% foregår i Asien.



Figur 8: Sukkertang på liner.

## Kviksølv

Kviksølv (Hg), grundstof nummer 80, er et tungmetal, der som det eneste metal er flydende ved stuetemperatur. Tungmetaller er ofte defineret som de metaller der har større massefylde end jern.

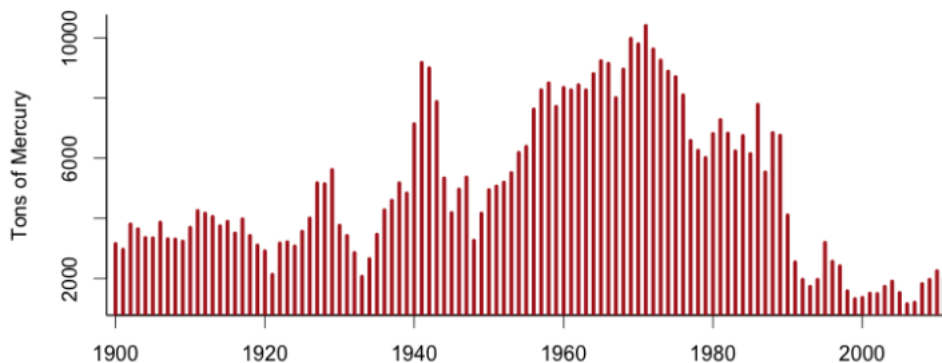
Jordskorpen har et gennemsnitligt indhold på 80 µg kviksølv pr. kg. Kviksølv findes primært som cinnober i naturen (HgS). Metallet kan udvindes ved at opvarme cinnober (HgS) i en luftstrøm, og kondensere de kviksølvdampe der dannes. Man kan dog finde kviksølvmalme med højt indhold af kviksølv. De bedste kviksølvmalme indeholder op til 2,5 masseprocent, og selv de "magreste" malme der udnyttes, indeholder mindst 0,1 %; eller 12.000 gange så meget som jordskorpens gennemsnitsindhold (2). Man har udvundet kviksølv i et stort antal miner i bl.a. Spanien, Slovenien, Peru, USA og Italien.

Kviksølvforbindelser har været anvendt i mere end 3000 år bl.a. i medicin, kosmetik og farvestoffer. I nyere tid har man anvendt kviksølv til mange formål bl.a. i maling, i landbrug mod svamp i såsæd, i papirproduktion mod mikroorganismer, metaludsmeltning, i katalysatorer, klor-alkaliindustri, i batterier og laboratorier. Kviksølv danner legeringer og amalgamer med mange metaller. Med sølv dannes forbindelsen  $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$ , der er en bestanddel af det af tandlæger brugte [amalgam](#).

### Faktaboks: Ikke alle tungmetaller er farlige

Det er en udbredt misforståelse at alle tungmetaller er giftige. Fx er guld og platin begge tungmetaller, men gør overhovedet ingen skade på levende organismer. Andre tungmetaller, som fx kobolt, kobber, jern og zink, er i små mængder essentielle for levende organismer, mens de er skadelige i høje koncentrationer. Nogle tungmetaller bl.a. kviksølv og bly har så vidt man ved, ingen afgørende eller gavnlige virkning på levende organismer.

Global Mercury Production



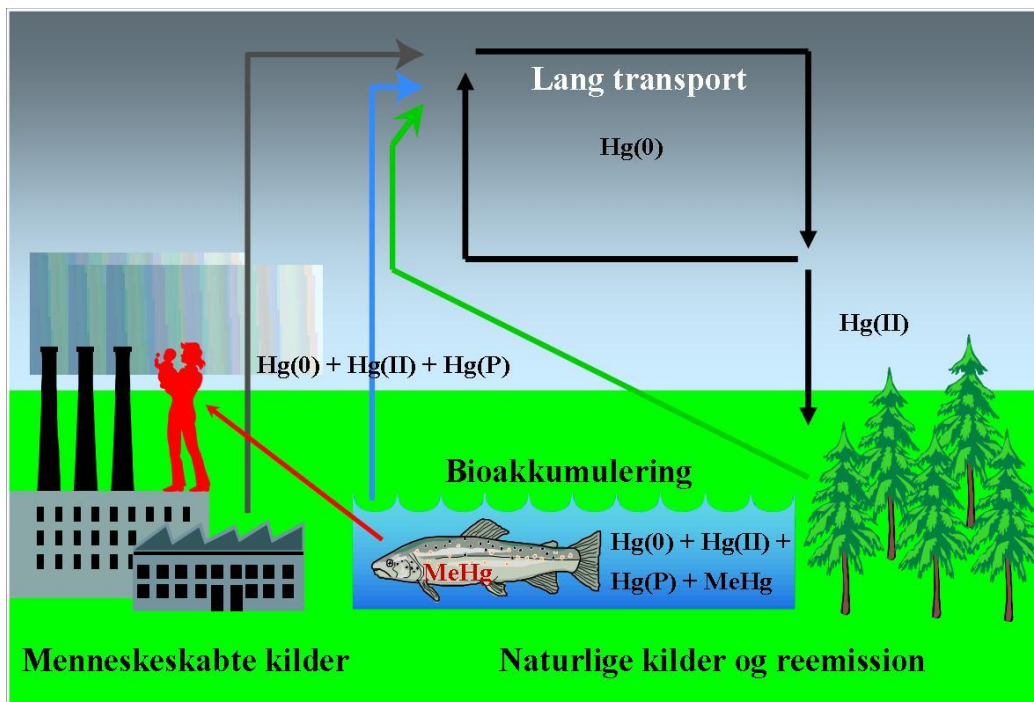
Figur 9 Den globale produktion af kviksølv siden år 1900 (4) I dag er Kina er verdens største kviksølvproducent. Som det ses, er produktionen faldende, og således også det samlede forbrug og udslip til naturen. I krigsårene brugte man bl.a. kviksølv til fremstilling af våben. Som det ses, faldt produktionen først nogle år efter det tidspunkt man blev bekendt med de skadelige virkninger efter forureningskatastrofen Minamata i 1956 <https://ing.dk/artikel/minamata-40-ar-efter-15407>.

1969 var det samlede verdensforbrug ca. 10.000 tons, hvoraf ca. ¼ blev frigivet til naturen (3).

Kviksølv bliver både udledt til atmosfæren fra naturlige kilder (fx fra vulkaner, geysere og varme kilder) og fra menneskeskabt forurening (fx affaldsforbrænding, kulkraftværker, guldudvinding og cementproduktion). Guldminedrift er den næststørste kilde til kviksølvforurening efter kulafbrænding, og ofte er det mindre illegale operatører der anvender kviksølv til ekstrahering af guld. Man udnytter at kviksølv danner amalgam med guld udvundet fra guldmalm. Når man efterfølgende varmer det op, fordampes kviksølvet ud i naturen mens guldet bliver tilbage. Man forsker i dag i at udvikle billige og mere miljørigtige måder at udvinde guld på.

I naturen eksisterer kviksølv på flere forskellige former (se også Figur 10):

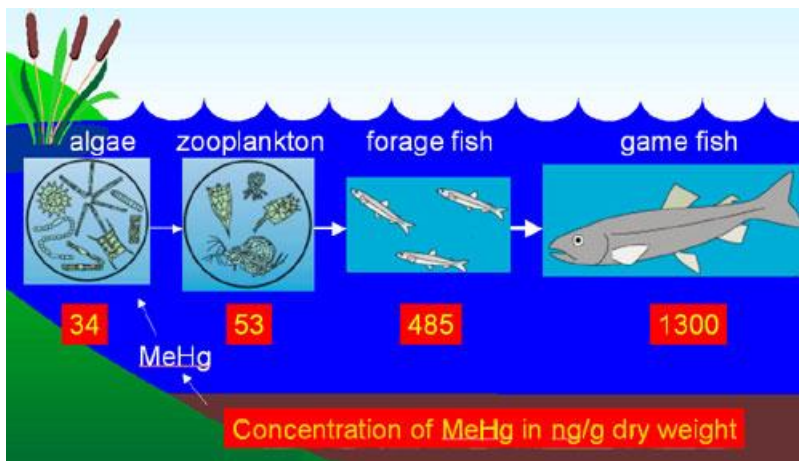
- elementær Hg (0). Kan spredes langt i naturen.
- Hg(II) og Hg(I) er oxideret kviksølv, som typisk er bundet til et andet stof. Dette er den mest vandopløselige form.
- organisk Hg findes primært som methylkviksølv  $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ . I naturen udgør methylkviksølv sjældent mere end 1-1,5 %, men det er hovedsageligt denne form for kviksølv, der let kan trænge ind i celler og udgøre en sundhedsfare for mennesker og dyr.



Figur 10: Cirkulation af kviksølv i naturen. Kviksølv nedbrydes ikke i naturen når det først er frigivet, men cirkulerer i miljøet. Elementært kviksølv kan spredes langt på gasform i atmosfæren, da denne form ikke er særlig reaktiv eller vandopløselig. Der kan gå lang tid inden elementært kviksølv oxideres i atmosfæren (typisk måneder). Flere stoffer kan oxidere elementært kviksølv, fx  $\text{Br}$ ,  $\text{O}_3$ , og  $\text{OH}$ . Oxideret kviksølv er langt mere vandopløseligt, og kan forsvinde fra atmosfæren via nedbør, eller afsættes direkte når det rammer overfladen. Forskning viser, at den mængde kviksølv der cirkulerer i naturen vokser (6) Hg(p) er oxideret kviksølv bundet til en partikel. MeHg er methylkviksølv.

### Kviksølv ophobes i fødekæden

Fisk og pattedyr kan først optage kviksølv, når det er omdannet fra Hg (II) til methylkviksølv. Denne omdannelse foregår primært via bakterier under iltfrie forhold, fx ved bunden af havet, søer eller i moser.



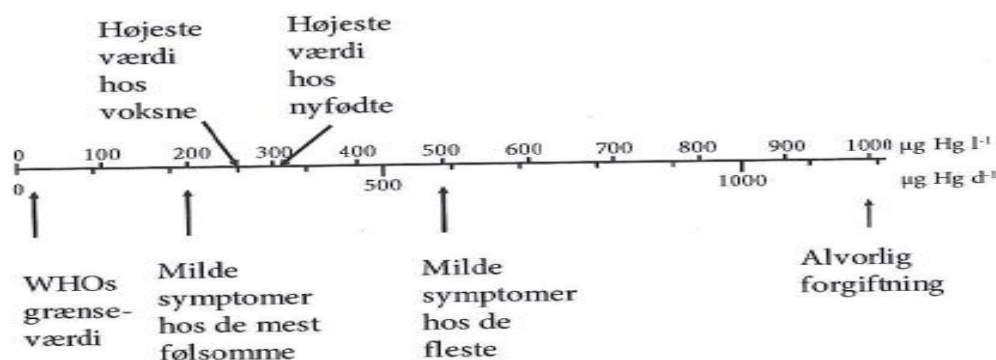
Figur 11: Bioakkumulering i en akvatisk fødekæde (en sø i Canada). (7)

Som det ses af Figur 11, stiger indholdet af kviksølv gennem fødekæden, idet det effektivt optages og tilbageholdes - dette kaldes bioakkumulering. En rovfisks indhold af kviksølv vil også stige med fiskens alder og størrelse, dels som et resultat af methylkviksølvs effektive optagelse og tilbageholdelse, og også fordi fisken foretrækker andre fødeemner (derved ændres dens trofiske niveau i fødekæden) i takt med at den vokser. Generelt vil kviksølv påvirke de akvatiske fødekæder mest, fordi der findes mere methylkviksølv i vandmiljø end på land. Landlevende dyr og mennesker, der spiser fra de øverste led i den akvatiske fødekæde, vil også blive påvirket af kviksølv. Grænseværdien i konsumfisk blev oprindeligt sat til 0,5 mg/kg fisk. Enkelte steder i verden er denne grænseværdi blevet hævet til 1 mg/kg fisk for visse rovfisk som bl.a. tun, gedde, sværdfisk og ål.

Pattedyr optager kviksølv forskelligt, alt efter hvilken kviksølvforbindelse der er tale om. Methylkviksølv er generelt giftigere end uorganisk kviksølv, fordi det lettere optages og ophobes i nervesystemet. Elementært kviksølv optages primært via indånding, og op til 10 % af det indåndede kviksølv kan ende i hjernen. For oxideret kviksølv optages 10-20 % i mavetarmkanalen, mens methylkviksølv optages næsten fuldstændigt (4).

### Kviksølvs skadevirkninger

Høje koncentrationer kviksølv er dødelige for mennesker, mens mindre koncentrationer kan have andre skadelige virkninger. Ved kviksølvforgiftninger ses ofte skader på nervesystemet (mentale forstyrrelser, ukoordinerede bevægelser, tale- og hørebæsvær, ændret syn, kramper og øget spyt- og slimsekretion). WHO har fastsat en "tolerabel daglig indtagelse" af totalt kviksølv på 43 µg. Man ved fra tidligere forgiftningstilfælde, at en daglig indtagelse på 100 µg methylkviksølv pr. dag ikke giver symptomer hos voksne, men indtagelse af mere end 10 mg pr. dag kan være dødeligt (4). Dette niveau gælder sandsynligvis ikke for gravide kvinder og deres fostre.



Figur 12: kviksølvindhold i blodet og skadetærskler. De to pile over akse angiver de højeste koncentrationer man har fundet i blodet hos voksne og nyfødte i Thuleområdet (4).

Uorganisk kviksølv transporteres fra blodbanen til andre organer, og de højeste koncentrationer finder man i nyre og lever. Methylkviksølv fordeles mere jævnt i forskelligt væv, og centralnervesystemet vil optage langt mere methylkviksølv end uorganisk kviksølv. Mere end 99 % af den optagne oxiderede kviksølv og methylkviksølv bindes til proteiner og lipider, og er således utilgængeligt for udskillelse via nyrerne. Uorganisk kviksølv udskilles via fækalier og urin med en halveringstid på 30-60 dage, mens methylkviksølv udskilles via galden og har en halveringstid på 70-90 dage, dog længere i hjernen. Kviksølv kan have mange skadelige virkninger på kroppen fx nedsat forplantningsevne, skader på centralnervesystemet, ændret adfærd mm. Ufødte børn er særligt sårbare, da kviksølv overføres via moderkagen og dermed kan påvirke fosterets udvikling. Derfor anbefaler Fødevarestyrelsen, at gravide minimerer indtaget af de store rovfisk.

#### Faktaboks: Hvorfor er kviksølv giftigt?

Kviksølvs giftighed skyldes bl.a. dets evne til at binde sig til svovlholdige aminosyrer, som ofte er vigtige bestanddele i enzymer. Oxideret kviksølv danner meget stærke bindinger til svovlgrupper, og inaktiverer derved enzymet. Udover det kan kviksølv også reagere med DNA, og give anledning til brud på kromosomer (et mutagen stof).

Det meste af menneskers kviksølvoptagelse stammer fra fisk og havpattedyr. Derfor er bestemte befolkningsgrupper særligt udsatte for forgiftning. Nogle af disse befolkningsgrupper lever i de arktiske områder, og deres øgede eksponering for kviksølv skyldes dels at de har en traditionel levevis, hvor de primært lever af føde fra havet, bl.a. sælkød, men også fordi atmosfærisk kviksølv særligt deponeres i disse områder (pga. en kombination af lave temperaturer, UV-lys og ozon). Også andre befolkningsgrupper med et højt indtag af fisk er udsatte.

Overordnet vurderes danskernes forurening med kviksølv ikke som farlig, og lovgivning og ny teknologi er med til at sikre lave niveauer. Man har dog i tidens løb flere forskellige steder i landet fundet kviksølvindhold i fisk der overskred grænseværdien. Andre steder i verden truer store forureninger, fx i de ulovlige guldminer i tredje verdenslandene, hvor man stadig bruger kviksølv uden nogen form for regulering. Mennesker over hele verden kan dog få problemer med høje kviksølvkoncentrationer, hvis de har et højt indtag af fisk fra de øverste led i fødekæden. Gennem de sidste 100 år er indholdet af kviksølv i havet fordoblet. Dette skyldes bl.a. kviksølvs lange transport gennem atmosfæren, der på længere sigt kan give forureningsproblemet en mere global karakter.

## Litteratur

1. [http://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/25\\_PDF\\_word\\_filer%20til%20download/07\\_kontor/DanskernesKostvaner2010.pdf](http://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/25_PDF_word_filer%20til%20download/07_kontor/DanskernesKostvaner2010.pdf)
2. <http://da.wikipedia.org/wiki/Kviks%C3%B8lv>
- 3 . Poul Bjerregaard, Økotoksikologi, 2010, Gyldendals.
4. <https://geovisualist.com/2014/02/23/from-miracle-metal-to-global-health-risk-a-100-year-history-of-mercury-prices-and-production/>6. <http://virtuelgalathea3.dk/artikel/kviks-lvs-kredsl-b-i-naturen>
7. <http://www.ualberta.ca/~ersc/water/industrial/mercury.htm>
8. [http://www.icoeph.com/presse/Kviksolvartikel\\_jan2012.pdf](http://www.icoeph.com/presse/Kviksolvartikel_jan2012.pdf)

## Bilag 1 - indhold af DHA og EPA i fisk

### Indhold af DHA og EPA i forskellige fisk og fiskeprodukter

Fisk og fiskeprodukter	Indhold af EPA+DHA (omega-3) pr. 100 g*
Makrel, rå	2,3
Sild, rå	1,9
Sild, marineret	1,8
Makrel i tomat, dåse	1,8
Sildepostej	1,3
Ørred, regnbue, rå	1,3
Laks, atlantisk, vild, rå	1,3
Laks, atlantisk, opdræt, rå	1,1
Rødspætte, rå	0,6
Torskerogn, dåse	0,4
Skrubbe, rå	0,4
Reje, kogt, dybfrost	0,3
Tun i olie, dåse	0,3
Torsk, filet, rå	0,2

\*Det samlede indhold af EPA+DHA er baseret på tal fra [Fødevoresdata](#), version 4, 2019, Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet

## Bilag 2 - næringsstoffer i tang

**Table 1 Important nutritional elements in seaweeds<sup>a</sup>**

Nutrients in seaweeds	Composition
Proteins, essential amino acids	7% to 35%
Dietary fibres (soluble, insoluble)	45% to 75%
Vitamins	A, B (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>6</sub> and B <sub>12</sub> of folate), C, E
Iodine	Variable large amounts in some brown species
More K <sup>+</sup> salts than Na <sup>+</sup> salts	
Minerals	Fe, Ca, P, Mg, Cl
Trace compounds	Zn, Cu, Mn, Se, Mb, Cr
Essential fatty acids	(2% to 5%), ω-3 (EPA, no DHA), ω-6 (AA)

<sup>a</sup>AA, arachidonic acid; DHA, docosahexaenoic acid; EPA: eicosapentaenoic acid. The actual composition depends very much on the species, its age, the location of growth and the time of harvesting [35,37-46]. Percentages refer to dry weight.

Kilde: O. G. Mouritsen, Umami flavour as a means to regulate food intake and to improve nutrition and health. *Nutr. Health* **21**, 56-75 (2012).



## Bilag 3 - Høst og spis tang – friluftsjov for hele familien

Tang er en overset ressource i havet omkring os, og der er god mulighed for at høste. Om foråret er der lækre nye skud fuld af gode vitaminer og mineraler og ikke mindst omega-3, som vi danskere godt kunne bruge mere af. I Danmark er der mange spiselige tangarter.

Blæretang, savtang og lav klørtang er nemme af høste, da de vokser på lavt vand. Tanghøst er en god anledning til at tage familien en tur med til stranden, på med gummistøvlerne og medbring saks og beholder til tang - tjek evt. tidevandstabel.

- Pluk kun tang hvor du selv ville bade
- Høst kun de nye fine skud og lad resten af tangen vokse videre -høst ikke mere end du skal bruge
- Brug kun tang der dufter af friskt havvand



På billederne ses blæretang og savtang

Når I kommer hjem med jeres høst, skal tangen bruges samme dag eller fryses. Man kan tørre tangen i ovnen ved 150 ° i 20-30 minutter, på den måde kan den holde sig længe bagefter i en lufttæt beholder. Prøv at blanchere tangen, så kommer den flotte grønne farve frem som vist på billedet (lav klørtang). Skyl først i ferskvand umiddelbart før brug, da tangen da udskiller stivelse som slim.



Her er tre gode og nemme opskrifter:

**Chips:** skudspidser fra fx blæretang eller savtang duppes tørre og vendes i lidt olie + krydderi efter ønske. Tørres i ovnen ved ca. 140° til de er sprøde

**Tangsalat:** Skudspidser fra blæretang eller savtang overhældes med kogende vand. Mariner derefter i sesamolje, citronsaft og sesamfrø (og chili for de modige)

**Pandebrød med tang:** 2 håndfulde finthakket blancheret tang, 20 g gær, 1 dl vand, 1 dl mælk, 1 dl yoghurt, 1 tsk. salt, 400-500 g hvedemel eller fuldkornsmel. Ælt det hele sammen lad dejen hæve 1 time. Del dejen i ca. 10 lige store dele og form til små fladbrød. Bag brødene i olie på en pande.



