



Helhedssyn på fisk og fiskevarer

Andersen, Jens Kirk; Andersen, Niels Lyhne; Bertelsen, Ulla; Bjergskov, Thyra; Brandt, Anne-Merete; Brix, Rikke; Büchert, Arne; Cederberg, Tommy Licht; Christensen, Tue; Dalgaard, Maiken

Total number of authors:

34

Publication date:

2003

Document Version

Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Andersen, J. K., Andersen, N. L., Bertelsen, U., Bjergskov, T., Brandt, A-M., Brix, R., Büchert, A., Cederberg, T. L., Christensen, T., Dalgaard, M., Duedahl-Olesen, L., Fabech, B., Fromberg, A., Hansen, H. K., Hansen, M. B., Hartkopp, H. B., Hass, U., Bilstoft-Jensen, A. P., Jørgensen, K., ... Vedsted, N. (2003). *Helhedssyn på fisk og fiskevarer*. Fødevarerdirektoratet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Helhedssyn på fisk og fiskevarer

Redaktionsgruppe:

Jens Kirk Andersen

Arne Büchert

Bente Koch

Ole Ladefoged

Torben Leth

Dorthe Licht

Lars Ovesen

Fødevarerdirektoratet

2003

Helhedssyn på fisk og fiskevarer

FødevarerRapport 2003:17
1. udgave, 1. oplag oktober 2003
Copyright: Fødevaredirektoratet
Oplag: 400 eksemplarer
Tryk: Schultz
ISBN: 87-91399-31-9
ISSN: 1399-0829
Forsidefoto: Lars Wittrock
Pris: Kr. 175,00
Id-nummer 2003017

Prissatte publikationer kan købes i boghandelen eller hos:
Danmark.dk's netboghandel
Tlf. 1881 (Danmark)
Tel. +45 70 10 18 81 (International calls)
E-post: sp@itst.dk
www.danmark.dk/netboghandel

Rapporten findes i elektronisk form på adressen:
www.fdir.dk

Fødevaredirektoratet
Mørkhøj Bygade 19, DK-2860 Søborg
Tlf. +45 33 95 60 00, fax +45 33 95 60 01

Fødevaredirektoratet er en del af Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Direktoratet står for administration, forskning og kontrol på veterinær- og fødevarerområdet.

Kontrollen med fødevarer og tilsyn med veterinære forhold varetages af 11 fødevareregioner fordelt over hele landet, mens regeldannelse, koordination af kontrollen og forskning foregår i Mørkhøj ved København.

Fødevaredirektoratet har ca. 1.600 årsværk i regionerne og ca. 550 i Mørkhøj.

Forord

Fødevaredirektoratet udarbejdede i 1987 rapporten ”Fisk som levnedsmiddel vurderet ud fra et helhedssyn”. Rapporten var en helhedsvurdering af de toksikologiske og ernæringsmæssige aspekter ved indtagelse af fisk. Øget viden og fokus på forekomsten af kemiske forureninger i fisk samt øget viden omkring ernæringsmæssige aspekter ved indtagelse af fisk betød, at Fødevaredirektoratet i 2002 fandt det vigtigt at opdatere og revurdere helhedssynet på fisk.

Følgende personer fra Fødevaredirektoratet har bidraget med tekster til rapporten:

Jens Kirk Andersen, Niels Lyhne Andersen, Ulla Bertelsen, Thyra Bjergskov, Anne-Merete Brandt, Rikke Brix, Arne Büchert, Tommy Cederberg, Tue Christensen, Maiken Dalgaard, Lene Duedahl-Olesen, Bente Fabech, Arvid Fromberg, Hanne Kyhnau Hansen, Mette B. Hansen, Henrik Bach Hartkopp, Ulla Hass, Anja Bilstoft Jensen, Kevin Jørgensen, Bente Koch, Ole Ladefoged, Henrik Rye Lam, John Christian Larsen, Torben Leth, Dorte Licht, Lars Ovesen, Agnes N. Pedersen, Lone Banke Rasmussen, Esben Egede Rasmussen, Anette Schnipper, Charlotte Sporon-Fiedler, Camilla Bjerre Søndergaard, Ellen Trolle og Nicolai Vedsted.

Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afdelingen for Fiskeindustriell Forskning, Danmarks Tekniske Universitet, har leveret bidrag til det mikrobiologiske afsnit.

Forkortelser

Følgende forkortelser er anvendt i rapporten:

AA	Arachidonsyre
ADI	Acceptabelt dagligt indtag
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ARfD	Akut reference dosis
ASP	Amnesic Shellfish Poisoning (hukommelsestab fremkaldende skaldyrsforgiftning)
ATSDR	Agency for Toxic substances and Disease Registry i USA
CNS	Centralnervesystemet
DBT	Dibutyltin
DDE	1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorphenyl)ethylen
DDT	1,1'-(2,2,2-trichlorethyliden)bis[4-chlorobenzen]
DHA	Dokosahexaensyre
DPT	Diphenyltin
DSP	Diarrhetic shellfish poisoning
EFSA	European Food Safety Authority - Den Europæiske Fødevarer-sikkerhedsautoritet (tidligere SCF)
EPA	Eikosapentaensyre
EPA	Environmental Protection Agency i USA (svarende til Miljøstyrelsen)
GRAS	Generally Recognized As Safe
HBCD	Hexabrom cyclododecan
HCB	Hexachlorbenzen
HCH	Hexachlorcyclohexan
HDL-kolesterol	High density lipoprotein kolesterol (det Herlige kolesterol)
IPCS	The International programme on Chemical Safety. Hører under WHO
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
LDL-kolesterol	Low density lipoprotein kolesterol (det Lede kolesterol)
LOAEL	Lowest observed adverse effect level
MBT	Monobutyltin
MPT	Monophenyltin
µg	Mikrogram (10^{-6} gram, dvs. 0,001 mg)
ng	Nanogram (10^{-9} gram, dvs. 0,000001 mg)
n-3 LCPUFA	Long chain polyunsaturated fatty acids (langkædede n-3 fedtsyrer)
n-3 PUFA	n-3 polyunsaturated fatty acids (polyumættede fedtsyrer)
n-6 PUFA	n-6 polyunsaturated fatty acids (polyumættede fedtsyrer)

NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
NOEL	No Observed Effect Level
NOVA	Det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet
PAH	Polycykliske aromatiske hydrocarboner
PBB	Polybromerede biphenyler
PBDE	Polybromerede diphenyl etherer
PCB	Polychlorerede biphenyler
PCDD	Polychlorerede dibenzo- <i>p</i> -dioxiner
PCDF	Polychlorerede dibenzofuraner
PGE2	Prostaglandin E2
PGF2-alfa	Prostaglandin F2-alfa
ppb	Parts per billion, dvs. 10^{-9}
ppm	Parts per million, dvs. 10^{-6}
ppt	Parts per trillion, dvs. 10^{-12}
PSP	Paralytic Shellfish poisoning
PTWI	Provisorisk tolerabelt ugentligt indtag
RfD	Referencedosis – svarer til TDI
SCF	Scientific Committee on Food - EU's videnskabelige komite for fødevarer (nuværende EFSA)
SCOOP	EU's Scientific Co-operation
Sum-PCB	Summen af udvalgte PCB-congenerer
TBT	Tributyltin
TBBPA	Tetrabrombisphenol A
TCDD	2,3,7,8 tetrachlordibenzo- <i>p</i> -dioxin (den mest toksiske dioxin-congener, også kaldet Seveso-dioxin)
TDI	Tolerabelt dagligt indtag
TEF	Dioxin toksicitets-ækvivalent faktor
TMA	Trimethylamin
TPT	Triphenyltin
TWI	Tolerabelt ugentligt indtag (tolerable Weekly intake)
TEQ	Toxic equivalency: Den estimerede samlede toksicitet af blandinger af dioxin og/eller dioxinlignende PCB
VSD	Virtually safe doses
WHO	World Health Organization (Verdenssundheds organisationen)

Indhold

Forord.....	3
Forkortelser	4
1. Sammenfatning	8
Summary	14
2. Indledning	21
3. Regler.....	23
3.1 Regler om mærkning af fisk om oprindelse.....	23
3.2 Regler om økologisk akvakulturbrug	23
3.3 Regler for kemiske forureninger i fisk	24
3.4 Regler for mikrobiologiske forureninger.....	25
3.5 Regelfastsat overvågning.....	25
4. Danskernes indtag af fisk.....	27
4.1 Kostundersøgelser	27
4.2 Indtag af fisk	27
4.3 Fiskefavoritter.....	30
4.4 Indtag af fiskeolie og levertran	33
5. Næringsstofindhold.....	35
5.1 Næringsværdi.....	35
5.2 Fisk og sygdomsforebyggelse	41
5.3 Funktionen af n-3 fedtsyrerne	46
5.4 Indtag af fisk og kræft	48
5.5 Fisk og fiskeolier og graviditet.....	49
5.6 Udvikling af nervesystemet.....	51
5.7 Inflammatoriske sygdomme.....	51
5.8 Andre sygdomme	54
5.9 Bivirkninger ved indtag af fiskeolie	55
6. Kemiske forureninger i fisk og fiskevarer	56
6.1 Metaller.....	56
6.2 Organiske tinforbindelser	66
6.3 Dioxiner og dioxinlignende PCB	68
6.4 Polychlorerede biphenyler (PCB)	75
6.5 Persistente chlorpesticider	78
6.6 Bromerede flammehæmmere.....	81
6.7 Phenoler og chlorphenoler.....	85
6.8 Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH).....	87
6.9 Moskusstoffer	91
6.10 Sennepsgas og andre kemiske kampstoffer	93
6.11 Algetoksiner.....	95
6.12 Veterinære lægemiddelrester	97
6.13 Rengørings- og desinfektionsmidler	99
6.14 Andre kemiske forureninger	100
7. Voksarter (voksestre, non-triglycerid lipider).....	101
8. Mikrobiologiske aspekter og holdbarhed.....	102
8.1 Regler	102

8.2 Kvalitet og holdbarhed.....	102
8.3 Trimethylamin.....	103
8.4 Bakteriologiske forureninger.....	103
8.5 Parasitter.....	106
8.6 Virus.....	108
8.7 Histamin.....	110
9. Eksisterende kostråd for fisk i Danmark og andre lande.....	112
9.1 Danmark (www.fdir.dk og www.altomkost.dk).....	112
9.2 Sverige (www.slv.se).....	115
9.3 Norge (www.snt.no).....	117
9.4 Finland (www.nfa.fi).....	118
9.5 Storbritannien (www.food.gov.uk).....	118
10. Diskussion og konklusion.....	120
10.1 Forudsætning for sundhedsmæssig vurdering.....	120
10.2 Information til forbrugerne om risikoreduktion.....	124
10.3 Konklusion.....	127
11. Litteratur.....	128

1. Sammenfatning

Rapporten om helhedssyn på fisk og fiskevarer er en opdatering af en rapport fra 1987 og tager udgangspunkt i kostrådet fra 1987 om at spise fisk i et omfang svarende til cirka 30 gram pr. dag varieret med fede og magre fisk. Den opdaterede rapport medtager som noget nyt også fiskeolie som kosttilskud samt mikrobiologiske aspekter omkring fisk som fødevarer.

Konklusion

Konklusionen på revurderingen af fisk som fødevarer er, at fisk er sundt, og at det fortsat anbefales, at danskerne bør indtage 200-300 gram fisk om ugen varieret mellem fede og magre fisk svarende til 1-2 fiskemåltider om ugen samt fiskepålæg flere gange om ugen. Nogle fiskeprodukter kræver dog særlig opmærksomhed:

- Store rovfisk med højt kviksølvindhold bør ikke indtages som hovedmåltider af gravide og ammende kvinder.
- Røget og grillet fisk kan have højt indhold af PAH, hvorfor man ikke ensidigt bør spise disse produkter i lighed med andre grillede og røgede produkter. Skindet fra grillet og røget fisk bør ikke spises.
- Levertran har et højt indhold af A-vitamin og bør ikke indtages af gravide.
- Store fede fisk fra Østersøen og den Botniske Bugt kan have højt indhold af dioxin, hvorfor specielt kvinder i den fødedygtige alder skal være opmærksom på at spise varieret og ikke udelukkende spise fede fisk fra Østersøen og den Botniske Bugt.
- Kammuslinger (*pectinidae*) fra arktiske områder har generelt et højt indhold af cadmium, hvorfor et stort konsum af kammuslinger kan bidrage til et forøget indtag af cadmium.
- Fisk i makrelfamilien – inklusiv tun – kan have et højt indhold af histamin og kan give histaminforgiftning. Forbrugerne bør være opmærksomme på symptomerne.
- Escolar og smørmakrel/oliefisk har et højt indhold af voksarter, og skal derfor tilberedes tilstrækkeligt for at undgå at give diarré.
- Rå toskallede bløddyr m.m., f.eks. østers, kan indeholde virus og bakterier, hvorfor der altid vil være en risiko ved indtagelse.

Disse specifikke problemstillinger betyder, at det generelle kostråd om at spise varieret bør efterleves – også for fisk. Der bør således varieres mellem fede og magre fisk, store og små fisk og forskellige tilberedningsmetoder.

Kostrådene i de enkelte lande er forskellige, hvilket skyldes kombination af forskellig forureningsgrad, forskellige kostvaner samt i nogen udstrækning forskellige grænseværdier for samme kontaminant.

Lovgivning

Reglerne for kemiske og mikrobiologiske forureninger af fisk findes i specifikke regelsæt om henholdsvis kemiske forureninger i fødevarer og mikrobiologiske forureninger i fødevarer. Reglerne om bl.a. toskallede bløddyr inkluderer regler omkring algetoksiner. Med hensyn til mærkning er der særlige krav til fisk om mærkning med oplysning om fiskens oprindelse. Hvor der ikke er specifikke regler henvises til fødevarerlovens bestemmelser omkring fødevarer sikkerhed.

Indtag af fisk

Danskernes indtag af fisk er generelt lavt. Den typiske dansker spiser under 100 gram om ugen. 75-percentilen er 175 g/uge, og 95-percentilen er 350 g/uge. Indtaget har været faldende fra 1995 til 2001. Marineret sild er topscorer.

Cirka 9 % af befolkningen spiser fiskeolie eller levertran som kosttilskud. Det anbefales dog at spise fisk frem for fiskeolie, da fisk er rige på en række næringsstoffer, som den danske befolkning får for lidt af, f.eks. jod og D-vitamin og som ikke findes i samme mængde i fiskeolie.

Næringsstofindhold og sygdomsforebyggelse

Næringsværdien i fisk skyldes primært vitaminer, mineraler og visse fedtsyrer. Fisk inddeles i fede (>8% fedt), middelfede (2-8 % fedt) og magre fisk (< 2 % fedt). Fedtindholdet afhænger af fiskearten, men er også årstidsbestemt.

Fisk er en vigtig kilde til n-3 fedtsyrer, D-vitamin og selen. Indtaget af levertran bør ikke overskride en daglig spiseskefuld svarende til ca. 15 g på grund af det meget høje indhold af A- og D-vitamin. Fisk, især saltvandsfisk, er ligeledes en vigtig kilde til jod, som kan forebygge struma.

Undersøgelse af den sygdomsforebyggende effekt af fisk har specielt fokuseret på blodprop i hjertet. Resultaterne tyder på en forebyggende effekt – dvs. en nedsat risiko for blodprop i hjertet, og især synes fisk og fiskeolier at kunne forebygge pludselig død som følge af hjerterytmeforstyrrelser. Størst risikoreduktion opnås ved et indtag på 200-300 g pr. uge svarende til 1-2 måltider pr. uge, mens et højere indtag svarende til 40-60 g/dag synes at have yderligere effekt hos risikogrupper. Risikoen for at dø af hjertetilfælde er halveret ved et indtag på 200-300 g/uge sammenlignet med et indtag under 50 g/uge. Risikoen for slagtilfælde synes også at reduceres ved et højt fiskeindtag. Det antages, at effekten skyldes n-3 LCPUFA (langkædede polyummættede n-3 fedtsyrer) i fisk. Effekten skyldes antageligt en kombination af flere faktorer - nedsættelse af triglycerid i blodet, blodtrykssænkende virkning, mindre sammenklumpning af blodplader og mindre risiko for uregelmæssig hjerterytme i tilfælde af blodprop. Der er ingen entydige resultater med hensyn til effekten af fisk og fiskeolie på reduktion af forekomsten af kræft.

Indtag af fisk giver sandsynligvis en mindre forlængelse af graviditetsperioden og deraf en højere fødselsvægt for børn. Der er nogle, men ikke tilstrækkelige holdepunkter for, at tilskud af n-3 fedtsyrer kan gavne børns hjernefunktion.

Indholdet af n-3 fedtsyrer i fisk kan nedsætte kroppens produktion af betændelsesfremmende eikosanoider og dermed medvirke til at dæmpe betændelsesprocesser, som ses ved autoimmune sygdomme som psoriasis, kronisk leddegigt og kronisk tarmbetændelse. Dokumentationen for virkningen er endnu begrænset, og resultaterne har været divergerende. Der er dog ganske gode holdepunkter for, at tilskud af n-3 fedtsyrer kan begrænse symptomerne ved leddegigt.

En nordisk arbejdsgruppe har anbefalet, at indtag af n-3 fedtsyrer ikke bør overstige 3 g/dag.

Fra et ernæringsmæssigt synspunkt bør kostrådet om at spise 200 – 300 gram fisk om ugen og som en blanding af fede og magre fisk således fastholdes.

Kemiske forureninger

Fisk kan indeholde en række forskellige kemiske forureninger. Nogle forureninger opkoncentreres gennem fødekæden, og det medfører, at f.eks. metaller, som ophobes i muskelvæv, primært findes i store rovfisk, mens organiske forureninger som f.eks. dioxin, der ophobes i fedtvæv, primært findes i fede fisk. For de fleste kemiske forureninger gælder

det, at der ikke er akut toksiske effekter ved et højt indtag. Derimod kan der være langtidseffekter, hvorfor det generelt er indtaget af forureningerne over længere tid, der har betydning og ikke det enkelte måltid. Undtagelserne fra dette er methykviksølv i relation til gravide samt algetoksiner. De sundhedsmæssige vurderinger for kemiske forureninger i fisk har taget udgangspunkt i kostrådet om at spise 200-300 gram fisk om ugen som en blanding af fede og magre fisk.

Af metal-forbindelserne udgør methykviksølv det største sundhedsmæssige problem i relation til fiskeindtag. Dette skyldes, at fisk er den største bidragsyder til indtaget af methykviksølv. For metallerne bly og cadmium er det derimod andre fødevarer, der bidrager mere end fisk til indtaget. Methykviksølv menes at have en toksisk effekt på hjerneudviklingen hos fosteret. Måltider med et højt kviksølvindhold, indtaget under graviditet på det tidspunkt hvor fosterets hjerne udvikles, menes således at kunne påvirke barnets indlæringssevne. Gravide og ammende kvinder bør undgå måltider med højt kviksølvindhold. Methykviksølv findes primært i store rovfisk som havtaske, havkat, helleflynder, rokke, rødfisk, haj, escolar, smørmakrel/oliefisk, sværdfisk, tun og bonit. Tun på dåse fremstilles dog typisk af små tunfisk og små bonit og har dermed generelt et lavt indhold af methykviksølv. Store ferskvandsfisk fra visse søer kan ligeledes have et højt indhold af methykviksølv.

Arsen findes i høje koncentrationer i fisk, men findes overvejende som den ugiftige forbindelse arsenobetain, hvorimod indholdet af det sundhedsmæssige problematiske uorganiske arsen er lavt.

Organotin kunne være et potentielt problem, men de få foreliggende data fra fisk fanget i havneområder tyder på, at det tolerable daglige indtag ikke overskrides. Forurening med organotin antages at blive reduceret med tiden, da organotin som bundmaling til skibe er under udfasning.

Dioxin og PCB er nogle af de forureninger, der har været mest fokus på i forbindelse med fisk. Dioxin og PCB opkoncentreres i fedtvæv og findes derfor i de højeste koncentrationer i fede fisk og i fiskeolie, specielt levertran. Indholdet af dioxin og PCB er højest i fede fisk fra den østlige del af Østersøen og den Botninske Bugt. Der er grænseværdier for dioxin i fisk og fiskeolie, hvorfor der ikke er basis for at ændre på det generelle kostråd for fisk på baggrund af dioxin. Dette gælder både for befolkningen generelt samt for gravide. En ændring af kosten under graviditet vil kun give en marginal ændring i den totale kropsbe-

lastning af dioxin på grund af den lange halveringstid, og der ses ingen akut toksiske effekter af dioxin. Fiskeolie indgår dog ikke i de kostenbefalinger, Fødevaredirektoratet giver.

Fisk bidrager væsentligt til indtaget af persistente chlorpesticider, som også findes i opdrættet fisk og fiskeolier. Det totale indtag af chlorpesticider er dog lavt i forhold til det tolerable indtag og giver derfor ikke anledning til sundhedsmæssige betænkeligheder.

Datagrundlaget for bromerede flammehæmmere i fisk er sparsomt, og der er ikke fastsat et tolerabelt indtag. De få eksisterende data tyder dog på, at bromerede flammehæmmere generelt findes i lave koncentrationer i fisk, som antages at være en af hovedkilderne til kostens indhold af bromerede flammehæmmere.

Datagrundlaget for phenoler og chlorphenoler i fisk er yderst sparsomt, men det vurderes, at indtaget er væsentligt lavere end det tolerable indtag.

Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH) findes primært i røget og grillet fisk. Herudover vil PAH findes i forbindelse med f.eks. udslip fra tankskibe. PAH er genotoksiske og kræftfremkaldende og dermed uønsket, men uforarbejdet fisk har generelt et meget lavt indhold af PAH. Et reduceret indtag af PAH fra fisk kan bedst opnås ved ikke at have et ensidigt indtag af røget og grillet fisk, men variere sin kost, og specielt at undlade at spise skindet.

For moskusstoffer vurderes eksponeringen at svare til det vejledende tolerable indtag, men fisk antages kun at bidrage med 5 % af eksponeringen, hvorimod vaskemidler og parfumer antages at være hovedkilden til eksponeringen gennem huden.

Sennepsgasser er kemiske kampstoffer, der findes som dumpet affald fra 2. verdenskrig. I praksis udgør sennepsgasser og andre kemiske kampstoffer ingen sundhedsmæssige problemer i relation til fisk, fordi de hurtigt reagerer med vand.

Algetoksiner kan ophobes specielt i muslinger, østers og andre toskallede bløddyr. Algetoksinerne er akut toksiske, men med forskellige effekter. Effekterne varierer fra diarré, kræftfremkaldende og i yderste konsekvens dødsfald. DSP (diarré-givende skaldyrsforgiftning) er det algetoxin, der oftest konstateres i danske farvande, men på grund af den meget intensive lovpligtige overvågning af produktionsområderne for fiskeri og akvakul-

tur af toskallede bløddyr m.m. registreres kun få tilfælde af algetoksinforgiftning forårsaget af danske muslinger.

Veterinære lægemiddelrester er kun et spørgsmål i relation til opdrættede fisk og krebsdyr, og kontrolkampagner tyder på, at der ikke er problemer med rester af veterinære lægemidler generelt set. Der kan dog være problemer i importerede produkter fra 3. lande, men EU-landene fører omfattende analytisk kontrol på dette område ved grænsekontrollen for at sikre, at partier med rester af veterinære lægemidler ikke indføres.

Mikrobiologiske aspekter og holdbarhed

Fiskens friskhed vurderes på baggrund af fiskens udseende, konsistens, lugt og smag. Fisk kan indeholde histamin og andre biogene aminer, specielt fisk af makrelfamilien, herunder tun og bonit, sildefamilien, ansjosfamilien, guldmakrelfamilien og flere. Histamin og andre biogene aminer dannes ved uhensigtsmæssig opbevaring og kan forårsage forgiftning. Der foreligger ikke en egentlig risikovurdering af histamin, men der rapporteres kun få tilfælde af forgiftning om året. Varmebehandlet fisk giver kun sjældent anledning til fødevarebåren sygdom.

Rå fisk kan indeholde parasitter, som dræbes ved opbevaring ved $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 24 timer. Røget og gravad fisk kan specielt være et problem i relation til *Listeria monocytogenes*, men også i relation til *Clostridium botulinum* og parasitter. *Listeria monocytogenes* kan findes i koldrøget og gravad fisk, hvor der kan være mulighed for vækst.

Østers og andre bløddyr m.m., som indtages rå, kan indeholde virus som f.eks. hepatitis A og Noro-virus og patogene bakterier, hvorfor der altid vil være en risiko ved at spise disse dyr rå/levende.

Eksisterende kostråd i Danmark og andre lande

Fødevaredirektoratet har siden 1987 tilrådet, at voksne bør spise 200-300 gram fisk om ugen og variere mellem fede og magre fisk. På grund af methyalkviksølv skal gravide og ammende dog ikke spise hovedmåltider af en række store rovfisk. I Sverige, Norge og Finland er der desuden en række meget specifikke kostråd specielt på basis af indhold af dioxin. I Storbritannien er der særlige kostråd til gravide, børn og ældre om indtag af rå og halvforarbejdede fiskevarer på grund af indhold af vira og bakterier.

Summary

This report on the “general view of fish and fish products” is an update of a report from 1987, and is based on the dietary recommendation given in 1987 to eat fish to an extent corresponding to around 30 grams per day, varied between fatty and lean fish. The updated report now also includes an examination of fish oil as a dietary supplement and the microbiological aspects of fish as foodstuffs.

Conclusion

The conclusion of the re-evaluation of fish as a foodstuff is that fish is healthy to eat, and that Danes should still be recommended to consume between 200-300 grams of fish a week, corresponding to 1-2 main courses a week varied between fatty and lean fish supplemented with fish filling and spread regularly.

Some fish products, however, require special attention:

- Large carnivorous fish with a high mercury content should not be consumed as a main meal by pregnant or breast-feeding women.
- Smoked and grilled fish can have a high PAH content, for which reason one should not one-sidedly consume these products, in common with other grilled and smoked products. The skin of grilled or smoked fish should not be eaten.
- Cod liver oil has a high vitamin A content and should not be consumed by pregnant women.
- Large fatty fish from the Baltic Sea and the Gulf of Bothnia can have a high dioxin content, for which reason women of childbearing age, in particular, should be careful to eat a varied diet, and should not exclusively eat fatty fish from the Baltic Sea or the Gulf of Bothnia.
- Scallops (*pectinidae*) from arctic areas generally have a high cadmium content, for which reason a high consumption of scallops can contribute to increased cadmium intake.
- Fish of the mackerel family – including tuna – can have a high histamine content, which can give rise to histamine poisoning. Consumers should be watchful for the symptoms.
- Escolar and snake mackerel have a high wax content, and should consequently be sufficiently cooked to avoid giving diarrhoea.
- Raw bivalve molluscs etc. such as oysters may contain viruses or bacteria, for which reason consumption of these will always imply risk.

These specific points mean that the general recommendation to follow a varied diet should also be adhered to in the case of fish. The diet should thus be varied between fatty and lean fish, large and small fish, and different methods of preparation.

Dietary recommendations vary somewhat from country to country, due to a combination of varying degrees of contamination and different eating habits, and to some extent also different threshold limit values for the same contaminant.

Legislation

The rules applying to chemical and microbiological contaminants in fish are contained in the specific legislation dealing with the chemical and microbiological contamination of foodstuffs. The rules applying to, for example, bivalve molluscs encompass rules dealing with algae toxins. Fish is also subject to special labelling requirements with respect to information on its origin. Where specific rules do not exist, reference is made to the provisions on food safety in the Food Act.

Fish consumption

In general, the fish consumption of Danes is low. A typical Dane eats less than 100 g of fish a week. The 75 percentile is 175 g/week, and the 95 percentile is 350 g/week. The level of consumption has fallen in the period from 1995 to 2001. Marinated herring is the favourite fish product.

Around 9 % of the population consume fish oil or cod liver oil as a dietary supplement. However, it is recommended that fish should be consumed rather than fish oil, as fish is rich in a number of other nutrients, such as iodine and vitamin D, of which the Danish population consumes too little, and which are not found in the same quantities in fish oil.

Nutritional content and disease prevention

The nutritional value of fish primarily consists of vitamins, minerals and certain fatty acids. Fish may be categorised as fatty (> 8 % fat), medium-fatty (2-8 % fat) and lean fish (< 2 % fat). The fat content depends on the species of fish, but is also subject to seasonal variation.

Fish represents an important source of n-3 fatty acids, vitamin D and selenium. Consumption of cod liver oil should not exceed a daily intake of one spoonfull, corresponding to approximately 15 gram due to the very high content of vitamin A and vitamin D. Fish,

especially salt-water fish, is also an important source of iodine, which can help to prevent goitre.

Studies of the disease preventive effect of fish consumption have focused especially on coronary heart disease (coronary thrombosis). The results indicate that consuming fish has a preventive effect – i.e. a reduced risk of coronary thrombosis. Fish and fish oil, in particular, can apparently help to prevent sudden death as a consequence of atrial fibrillation. The greatest risk reduction is achieved at an intake of 200-300 gram/week, corresponding to 1-2 meals per week while a higher consumption corresponding to 40-60 gram/day seems to have an increased effect in risk-groups. The risk of dying of coronary heart disease is halved at an intake of 200-300 g/week, compared to an intake of less than 50 g/week. The risk of suffering a stroke also seems to be reduced by high fish consumption. It is assumed that the effect is caused by n-3 LCPUFA (n-3 long chain polyunsaturated fatty acids) in fish. The effect is apparently due to a combination of several factors: reduction of triglycerides in the blood, reduction of blood pressure, reduced conglomeration of the blood platelets, and reduced risk of atrial fibrillation in the event of coronary thrombosis. There are no unambiguous results with respect to the impact of fish and fish oil on reducing the incidence of cancer.

Fish consumption probably produces slightly longer pregnancies, giving infants a higher birth weight. There is some, but not sufficient evidence to indicate that supplements of n-3 fatty acids can be beneficial to children's brain functions.

The n-3 fatty acids in fish can reduce the body's production of inflammation-promoting eicosanoids, and consequently help to suppress the inflammation processes seen in such autoimmune diseases as psoriasis, chronic arthritis and chronic enteritis. Documentation for this effect is as yet limited, and the results have been mixed. There is however quite good evidence to indicate that a supplement of n-3 fatty acids can reduce the symptoms of arthritis.

A Nordic working group has recommended that consumption of n-3 fatty acids should not exceed 3 g/day.

From a nutritional point of view, the dietary recommendation to eat 200 – 300 grams of fish a week, and vary the intake between fatty and lean fish, should thus be maintained.

Chemical contaminants

Fish can contain a number of different chemical contaminants. Some contaminants are accumulated via the food chain, which means, for example, that metals which accumulate in muscular tissue are mainly found in large carnivorous fish, while organic contaminants such as dioxins, which accumulate in adipose tissue, are mainly found in fatty fish. Most chemical contaminants do not produce acute toxic effects at a high intake. However, there can be long-term effects in which it is generally the intake of contaminants over a long period of time that is significant, rather than the individual meals. Exceptions from this are methyl mercury in relation to pregnant women, and algae toxins. Health-related studies of chemical contamination in fish have been based on the dietary recommendation to eat 200-300 gram fish a week, varied between fatty and lean fish.

Of the metallic compounds, methyl mercury comprises the greatest health risk in relation to fish consumption, as fish is the greatest contributor to human consumption of methyl mercury. In the case of the metals lead and cadmium, on the other hand, other varieties of foodstuffs contribute more than fish to the intake. Methyl mercury is thought to have a toxic effect on brain development in the foetus. Meals with a high mercury content, consumed during pregnancy at the time when the foetus's brain is developing, are thought to be capable of influencing the child's learning ability. Pregnant and breast-feeding women should avoid meals with a high mercury content. Methyl mercury is mainly found in large carnivorous fish such as anglerfish, catfish, halibut, ray, redfish, shark, escolar, snake mackerel, swordfish, tuna and skipjack. Canned tuna, however, typically contains small tuna and small skipjack, and as a result generally has a low content of methyl mercury. Large freshwater fish from certain lakes can have a high methyl mercury content.

Arsenic is found in high concentrations in fish, but mainly in the form of the non-toxic compound arsenobetaine, whereas levels of the more problematic inorganic arsenic are low.

Organotin levels could constitute a potential problem, but the limited data available on fish caught in harbour areas indicates that the tolerable daily intake is not being exceeded. Organotin contamination is expected to decrease over time, as organotin compounds are being phased out as an ingredient in hull paint for ships.

Dioxin and PCB are among the contaminants that have received most attention in connection with fish. Dioxin and PCB become concentrated in adipose tissue, and are conse-

quently found in the highest concentrations in fatty fish and fish oil, especially cod liver oil. Dioxin and PCB levels are highest in fatty fish from the eastern Baltic Sea and the Gulf of Bothnia. Limits apply to dioxin in fish and fish oil; there is consequently no basis for altering the general dietary recommendation for fish consumption on the basis of dioxin. This applies both to pregnant women and to the population generally. Alteration of diet during pregnancy would have only a marginal influence on the total dioxin body load because of the long half-life involved, and no acute toxic effects of dioxin have been recorded. Fish oil, however, is not encompassed by the dietary recommendations of the Danish Veterinary and Food Administration.

Fish contributes significantly to the consumption of persistent organochlorine pesticides, which are also found in farmed fish and fish oil. The total intake of organochlorine pesticides, however, is low compared to the tolerable intake level, and consequently does not give rise to health concerns.

Data for brominated flame retardants in fish is sparse, and no tolerable intake has yet been established. The limited data available, however, indicates that brominated flame retardants are generally found in low concentrations in fish, which is assumed to be one of the main sources of brominated flame retardants in food.

The data for levels of phenols and chlorophenols in fish is extremely sparse, but it is assessed that the level of consumption is significantly lower than the tolerable intake.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) are mainly found in smoked and grilled fish, and can also be found in connection with, for example, discharges from tankers. PAH are genotoxic and carcinogenic, and consequently undesirable, but unprocessed fish generally has a very low PAH content. A reduced intake of PAH from fish can best be achieved by avoiding a one-sided intake of smoked and grilled fish, varying one's diet, and in particular by not eating fish skin.

For musk substances, the level of exposure is estimated to correspond to the recommended tolerable intake, but fish are assumed to account for just 5 % of the exposure, whereas washing powder and perfumes are assumed to be the main sources, via the skin.

Mustard gas is a chemical weapon that is found in the form of dumped waste from the second world war. In practice, mustard gas and other chemical weapons do not pose a health problem in relation to fish consumption, due to their rapid decomposition in water.

Algae toxins can accumulate in mussels, oysters and other bivalve molluscs, in particular. Algae toxins are acutely toxic with varying effects; some can produce diarrhoea, cancer or in worst case death. DSP (diarrhetic shellfish poisoning) is the algae toxin that is most often found in Danish waters, but because of the highly intensive statutory monitoring of production areas for fishing and aquaculture of bivalve molluscs, etc., only a few instances have been recorded of algae toxin poisoning caused by Danish mussels.

The question of residues of veterinary drugs is only relevant in relation to farmed fish and crustaceans, and monitoring campaigns indicate that such residues are not a widespread problem. While problems could arise in relation to products imported from third countries, the EU nations maintain comprehensive analytical monitoring in this area in their border controls, to ensure that consignments containing residues of veterinary drugs are not permitted to enter.

Microbiological aspects and durability

The freshness of fish is judged on the basis of its appearance, consistency, smell and taste. Fish, especially fish of the mackerel family, which includes tuna, skipjack, the herring family, the anchovy family, the dorado family and others, can contain histamine and other biogenic amines. The formation of histamine and other biogenic amines is caused by inappropriate storage methods, and may lead to poisoning. No actual risk assessment of histamine is available, but only a few instances of histamine poisoning are reported per year. Heat-treated fish rarely give rise to foodborne illnesses.

Raw fish can contain parasites, which can be killed by storing the fish at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 hours. *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* and parasites can be a particular problem in relation to smoked and gravad (very lightly cured) fish. *Listeria monocytogenes* is found in cold-smoked and gravad fish, where it may find an opportunity for growth. Oysters and other molluscs, etc., eaten in a raw state may contain viruses such as hepatitis A, the Noro virus, or pathogenic bacteria, for which reason eating these animals raw or alive will always be associated with risk.

Existing dietary recommendations in Denmark and other countries

Since 1987, the Danish Veterinary and Food Administration has recommended that adults eat 200-300 grams of fish per week, and vary this intake between fatty and lean fish. However, due to the danger posed by methyl mercury, pregnant and breast-feeding women should not eat main meals of various types of large carnivorous fish. In Sweden, Norway and Finland, a number of very specific dietary recommendations have also been issued, particularly in relation to dioxin content. In the United Kingdom, due to the content of viruses and bacteria, there are special dietary recommendations for pregnant women, children and elderly people regarding the consumption of raw and semi-processed fish products.

2. Indledning

Fødevarerdirektoratets kostråd fra 1987 omfatter fisk, krebsdyr og muslinger. Kostundersøgelserne, som var udgangspunkt for rådene, viste, at en stor del af den danske befolkning spiste meget lidt fisk. Konklusionen fra helhedssynet var, at direktoratet med baggrund i den daværende viden om de forskellige fisketyperes ernæringsmæssige værdi og belastning med forskellige forureninger anbefalede, at alle befolkningsgrupper skulle spise fisk i et omfang svarende til ca. 30 g fisk pr. dag. Personer, der spiser meget fisk, bør ikke kun spise de fede fisk (sild, laks, ørred, makrel) men variere med de magre fiskearter som f.eks. torsk og rødspætte. Dermed blev det daværende generelle kostråd om at spise varieret fremhævet. Disse anbefalinger skulle medføre, at befolkningen sikredes det bidrag af vigtige næringsstoffer, som fisk er så rig en kilde til, samtidig med at det sikrede, at belastningen af kemiske forureninger er lavere end det, der må anses for at være tolerabelt.

Fødevarerdirektoratet har hidtil anset et indtag på 200-300 g fisk om ugen for passende for voksne, hvilket svarer til, at man spiser fisk 1-2 gange om ugen til hovedmåltidet og bruger fiskepålæg flere gange om ugen. Det svarer til ca. 30 - 40 g fisk om dagen. Det understreges, at det er vigtigt at veksle mellem at spise fede og magre fisk.

Fødevarerdirektoratets nyeste kostundersøgelse fra 2000-2001 viser, at indtaget af fisk er faldende. Samtidig er der kommet mere fokus på indholdet af kemiske forureninger i fisk og fokus på, at landene omkring os har andre kostanbefalinger. Direktoratet har derfor gennemgået litteraturen og samlet data for at revurdere og opdatere helhedssynet og kostrådet fra 1987. Dette revurderede helhedssyn fra 2003 omfatter både fisk, krebsdyr, toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr, havsnegle og fiskeolie. Fiskeolien er medtaget, da det igennem de senere år er blevet et almindeligt anvendt kosttilskud. Visse forureninger findes specielt i fede fisk og kan derfor opkoncentreres i fiskeolien. Indholdet af kemiske forureninger vurderes derfor mod fiskeoliens indhold af vitaminer, mineraler og visse fedtsyrer.

”Fisk” betragtes i denne rapport som en meget bred fødevarergruppe, som kan inddeles i tre hovedkategorier:

- benfisk (f.eks. rødspætte, torsk og sild)
- krebsdyr (f.eks. rejer, krabber og hummer)

- toskallede bløddyr (f.eks. muslinger og østers)

Vurderingen af fisk som fødevarer tager udgangspunkt i den rå fisk. Anvendelsen af tilsetningsstoffer, aromaer og afsmitning fra emballage og andre materialer og genstande beskrives ikke, idet det forudsættes, at gældende regler er baseret på sundhedsmæssige vurderinger samt at grænseværdierne overholdes.

3. Regler

I dette afsnit gennemgås relevante regler for fisk som fødevarer. Der refereres ikke til de specifikke bekendtgørelser med numre, idet nogle af bekendtgørelserne ændres relativt ofte. For at finde de gældende regler henvises derfor til Retsinformations hjemmeside på www.retsinfo.dk.

3.1 Regler om mærkning af fisk om oprindelse

EU har fra 1. januar 2002 haft harmoniserede regler for mærkning af visse fisk vedrørende fiskevarernes væsentligste karakteristika. I henhold til reglerne skal følgende oplyses ved detailsalg af fisk og visse fiskevarer til den endelige forbruger uanset afsætningsmåde (salg på restaurant og lignende er dog ikke omfattet):

- Fiskeartens handelsbetegnelse. De handelsbetegnelser, som er tilladt i Danmark, findes på Fødevaredirektoratets hjemmeside:
www.foedevaredirektoratet.dk/Foedevare/Maerkning/Fiskehandelsnavne/
- Produktionsmetode (saltvandsfiskeri, ferskvandsfiskeri eller opdræt).
- Fangstområde ved fisk fanget på havet. Områderne kan ses på hjemmesiden ftp://ftp.fao.org/fi/maps/world_2001.gif. Et mere præcist fangstområde kan dog angives. Ved fisk fanget i ferskvand anføres det land, hvor produktet har sin oprindelse, og ved opdrættede fisk anføres det land, hvor den endelige udvikling af produktet fandt sted.

Når en blanding af forskellige arter udbydes til salg, skal ovenstående oplysninger anføres for hver art.

3.2 Regler om økologisk akvakulturbrug

Regler om økologiske opdrætsfisk er under udarbejdelse og forventes at kunne træde i kraft i begyndelsen af 2004. Reglerne vil til den tid fremgå af Fødevaredirektoratets bekendtgørelse om økologisk akvakulturbrug og af Plantedirektoratets bekendtgørelse om foderstoffer til anvendelse i økologisk akvakulturbrug.

3.3 Regler for kemiske forureninger i fisk

For nogle af de kemiske forureninger er der fastsat specifikke grænseværdier i fiskerivarer enten på nationalt plan eller i EU. Hvor der ikke findes specifikke grænseværdier for forurenende stoffer henvises til fødevarelovens bestemmelser om fødevaresikkerhed.

Hovedparten af den specifikke lovgivning omkring kemiske forureninger i fødevarer – herunder fisk – er implementering af EU-lovgivning. EU-lovgivningen for kontaminanter har hjemmel i kontaminantforordningen, som har en generel bestemmelse omkring fødevaresikkerhed svarende til fødevarelovens bestemmelse.

Med hjemmel i kontaminantforordningen er der fastsat en række specifikke grænseværdier for forurenende stoffer - blandt andet i fisk – se kapitlet om kemiske forureninger. Alge-toksiner, rester af veterinære lægemidler og pesticidrester er ikke reguleret via kontaminantforordningen, men i andre EU bestemmelser.

Grænseværdierne, der er fastsat for kemiske forureninger, tager udgangspunkt i en sundhedsmæssig vurdering – som oftest foretaget af EU's videnskabelige komite for levnedsmidler EFSA (tidligere betegnet SCF). EFSA fastsætter som regel et tolerabelt indtag som TDI (tolerabelt dagligt indtag) eller TWI (tolerabelt ugentligt indtag). TWI anvendes primært for stoffer, som opkoncentreres i kroppen, og hvor det ikke er det daglige indtag, men den samlede mængde i kroppen, der har betydning for sundheden, f.eks. cadmium. For stoffer, som tilsættes forsætligt (f.eks. veterinære lægemidler og pesticider), anvendes ADI (acceptabelt dagligt indtag).

Udgangspunktet for fastsættelsen af ADI og TDI er normalt den højeste dosis, der ikke giver påviselige skader ved undersøgelserne. Denne dosis benævnes NOAEL (No Observed Adverse Effect Level). Til fastlæggelse af ADI og TDI divideres NOAEL-værdien med en sikkerhedsfaktor på f.eks. 10, 100 eller 1000 alt efter hvilke datagrundlag, der indgår i vurderingen.

Det er værd at bemærke, at ADI, TDI, PTWI eller ARfD (akut reference dosis) hverken er en faregrænse eller en absolut grænseværdi, men et udtryk for, hvad man efter eksperternes vurdering dagligt kan indtage livet igennem uden risiko. Mindre overskridelser af de fastsatte værdier i kortere perioder vil være uden sundhedsmæssig betydning pga. sikkerhedsfaktoren.

Ved fastsættelse af grænseværdier tages udgangspunkt i viden om kostens sammensætning og dermed de forskellige fødevarers bidrag til det samlede indtag af det pågældende stof. Indtaget af en bestemt forurening via en gennemsnitskost bør derfor ikke overskride TDI, når grænseværdierne overholdes.

For naturlige indholdsstoffer eller forureninger, der bl.a. kan stamme fra fremstillingsprocesser, er det ikke altid muligt at sætte en grænseværdi. I stedet gives der information, råd og vejledning til forbrugere for at sikre mod sundhedsrisici. Generelt gælder dog, at en varieret kost er vigtig for at undgå højt indtag af en enkelt forurening.

3.4 Regler for mikrobiologiske forureninger

Reglerne for mikrobiologiske forureninger i fødevarer er primært baseret på EU-regler, men suppleret af nationale vejledninger. EU-reglerne fastsætter mikrobiologiske grænseværdier i levende toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle samt kogte krebsdyr og bløddyr. Der er regler for kogte skaldyr og for toskallede bløddyr. Ligeledes er der regler for kvaliteten af de havområder, hvor man fisker eller opdrætter toskallede bløddyr. Disse vande klassificeres i produktionsområder A, B og C, hvor C er det mikrobiologisk mest forurenede. Jo mere forurenede produktionsområdet er, jo strengere regler er der for, hvor lang tid dyrene skal genudlægges i klasse A områder, eller hvad der ellers i øvrigt skal foretages med hensyn til kogning eller sterilisering, før muslingerne må sælges. Grænseværdierne omfatter fækale colibakterier og *Salmonella*. For kogte krebsdyr og bløddyr er der fastsat EU-grænseværdier for *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *termotolerante coliforme* (44 °C) og *Escherichia coli*. Desuden må de patogene mikroorganismer og deres toksiner ikke være tilstede i mængder, som påvirker forbrugernes sundhed. Der er desuden fastsat EU-grænseværdier for histamin i fisk.

3.5 Regelfastsat overvågning

EU har pålagt medlemslandene at gennemføre en overvågning af fisk, krebsdyr og skaldyrers sundhedsmæssige kvalitet gennem overvågning af produktionsområderne for toskallede bløddyr mm. med hensyn til alger, algetoksiner og mikrobiologi og kemiske forureninger samt for fisk med hensyn til histaminindholdet og indholdet af kemiske forurenninger.

For muslingefiskeriet overvåger Fødevaredirektoratet forekomsten af giftige alger og algetoksiner samt mikrobiologisk status i de produktionsområder, hvor der foregår kommercielt fiskeri efter muslinger og andre toskallede bløddyr som østers, pighuder, sækdyr og havsnegle. Overvågningen betyder, at Fødevaredirektoratet skal åbne eller lukke for fiskeri af toskallede bløddyr i aktuelle produktionsområder på baggrund af forekomsten af toksiske alger og algetoksiner og på baggrund af mikrobiologiske analyser af prøver udtaget i det pågældende område. Overvågningen er beskrevet nærmere i muslinge bekendtgørelsen med tilhørende vejledninger.

På Fødevaredirektoratets hjemmeside offentliggøres løbende hvilke produktionsområder, der er åbne, og hvilke produktionsområder, der er lukkede for fiskeri efter muslinger. Alle produktionsområder er som udgangspunkt lukkede. For at et område kan åbnes, skal der ugen forinden et fiskeri ønskes påbegyndt være udtaget vand- og muslingeprøver, der ikke viser tegn på forekomst af toksiske alger eller algetoksiner. Der skal ugentligt udtages prøver af vand og muslinger for at holde et produktionsområde åbent for fiskeri.

Alle produktionsområder i Danmark har mikrobiologisk klassificering som B områder. Ønskes fiskeri i et område efter A klassificerede toskallede bløddyr skal fiskerne mindst en uge forinden et fiskeri ønskes påbegyndt udtage muslingeprøver fra den ønskede position til analyse for *Salmonella, termotolerante coliforme* (44 °C) og/eller *Escherichia coli*.

Intet fiskeri må påbegyndes i et produktionsområde, før Fødevaredirektoratet har meddelt, at det er åbent. Fødevaredirektoratet kan lukke/ændre produktionsområder, hvis kemiske analyser giver anledning hertil. Overvågningen gælder udelukkende de havområder, hvor der foregår kommercielt fiskeri efter muslinger og andre toskallede bløddyr.

4. Danskernes indtag af fisk

4.1 Kostundersøgelser

Der kan gives et ret detaljeret billede af danskernes indtag af fisk, herunder også skaldyr, ud fra to typer registreringer af danskernes madvaner, nemlig registreringer af, hvad der købes, og hvad der spises:

1. Indkøbsregistreringer eller forbrugsdata stammer fra Dansk Husstandspanel (GfK), hvor 2000 husstande registrerer indkøb af fødevarer m.m. på et meget detaljeret mærkevarer-niveau. Disse data giver oplysninger om husstandes indkøb – men ingen oplysninger om, hvem der spiser hvad. Metoden dækker ikke udespisning på f.eks. restauranter, kantiner m.v.

2. Registreringerne af, hvad folk spiser, stammer fra de store landsdækkende kostundersøgelser, senest i 2000-2001 (Fødevedirektoratet, 2002). Data herfra er baseret på 869 voksne (15-75 år) og 207 børn (4-14 år), som har registreret alt, hvad de spiser og drikker igennem en uge. Data for 2000-2001 er kun delresultater af hele kostundersøgelsen og skal derfor tolkes med varsomhed. For at beskrive udviklingen i fiskeindtaget medtages også data fra den landsdækkende kostundersøgelse i 1995 (Fødevedirektoratet, 2000b).

Kostundersøgelserne kan til forskel fra indkøbsregistreringerne give svar på, hvem der spiser hvad og hvor meget til hvilke måltider, men kan ikke levere så detaljerede data om f.eks. indkøb/indtag af én bestemt fisketype, som indkøbsregistreringer kan.

Indkøbsregistreringerne indeholder ikke kun ren fisk, men også sovs (f.eks. karrysovsen i karrysild og tomatsovsen i makrel i tomat), panering o. lign., som følger med fisken, og som også spises. For marinerede sild er det den drænedede vægt, der er opgivet.

4.2 Indtag af fisk

Set i forhold til de hidtidige anbefalinger om at spise 30-40 g fisk om dagen viser kostundersøgelsen 2000/01, at det kun er 15 % af danskerne, der spiser mere end 30 g fisk om dagen, og knap 8 %, der spiser 40 g fisk om dagen og derover.

Som det fremgår af tabel 4.1 er indtaget meget skævt fordelt i befolkningen, idet store dele af befolkningen ikke spiser fisk, eller kun i meget begrænsede mængder. Fordelingen i

befolkningen ser forholdsvis ens ud fra 1995-2001. Dog ser det ud som om, der er blevet færre store fiskepisere både blandt børn og voksne. Medianen for børnenes indtag er godt det halve af medianen for de voksnes indtag.

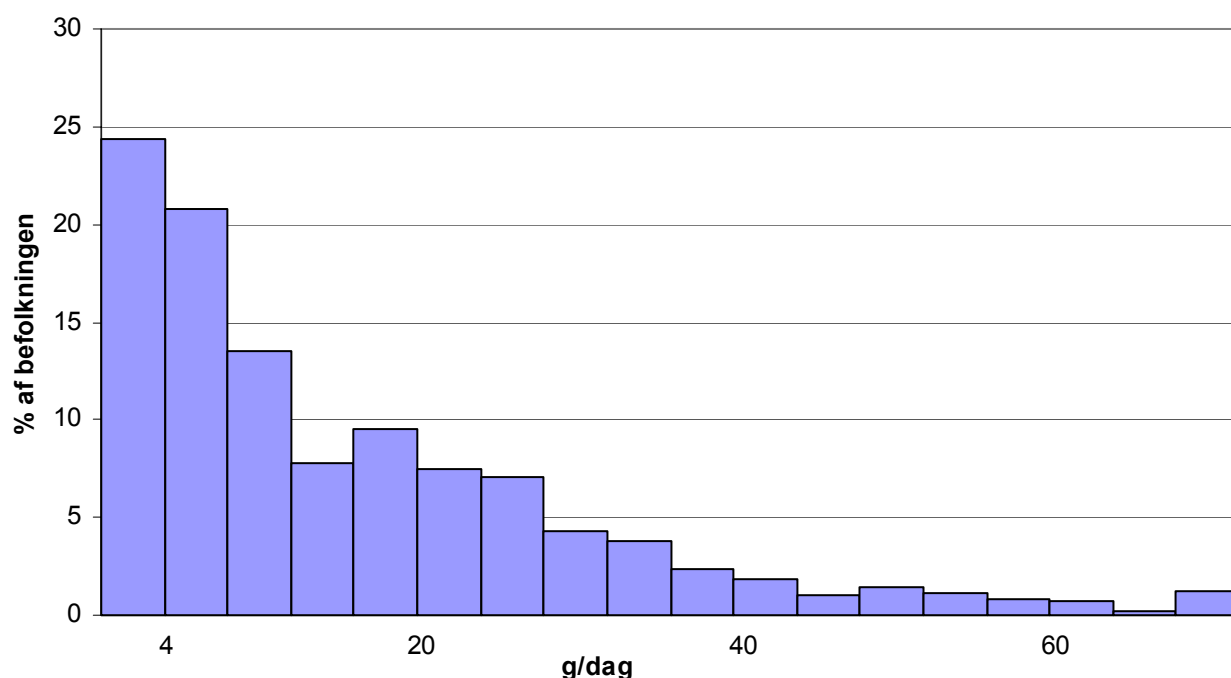
Tabel 4.1. Voksnes (15-75 år) og børns (4-14 år) indtag af fisk og fiskeprodukter (g/dag) angivet som percentiler ifølge Fødevaredirektoratets kostundersøgelser

Percentil	1995		2000/01	
	Børn (g/dag)	Voksne (g/dag)	Børn (g/dag)	Voksne (g/dag)
5 %	0	0	0	0
25 %	1	5	2	5
50 %	9	16	7	13
75 %	21	32	15	25
95 %	43	64	32	50

(Kilde: Fødevaredirektoratet, 2000b; Fødevaredirektoratet 2002)

Som det fremgår af figur 4.1 har kosten stort set ikke indeholdt fisk hos ca. 25 % af deltagerne, dvs. under 4 g pr. 10 MJ, i registreringsperioden. Det er på linie med resultaterne i kostundersøgelsen fra 1995. Her indeholdt kosten hos 25 % af deltagerne under 4 g pr. 10 MJ. Cirka 11 % af deltagerne i 2000/01, har overhovedet ikke spist fisk i den uge, de har registreret.

Der er altså ikke noget, der tyder på, at en væsentlig større del af befolkningen er begyndt at spise fisk siden 1995. Og det er stadig et problem, at ca. 25 % af befolkningen stort set ikke spiser fisk.



Figur 4.1. Kostens indhold af fisk og fiskeprodukter pr. 10 MJ (Kilde: Kostundersøgelsen 2000/01)

Som fremgår af tabel 4.2, er det absolutte indtag af fisk ifølge kostundersøgelsen gået ned siden 1995 med henholdsvis 3 og 5 g/dag i gennemsnit for børn og voksne. I forhold til energiindtaget er nedgangen på henholdsvis 2 og 4 g pr. 10 MJ. Halvdelen af nedgangen skønnes at skyldes metodeskift mellem kostundersøgelserne 1995 og 2000, men der er stadig en tendens til, at fiskeindtaget falder i den danske befolkning.

Tabel 4.2. Indtaget i tre overordnede fødevarergrupper hos børn (4-14 år) og voksne (15-75 år), g/dag fra Fødevaredirektoratets kostundersøgelser. (g/10 MJ er angivet i parentes).

Fødevarergruppe	1995		2000/01	
	Børn (n=983)	Voksne (n=1746)	Børn (n=207)	Voksne (n=869)
Fisk og fiskeprodukter	14 (15)	22 (22)	11 (13)	17 (18)
Kød og kødprodukter	85 (93)	121 (159)	81 (96)	104 (112)
Fjerkræ og fjerkræprodukter	14 (15)	18 (18)	15 (18)	22 (24)

(Fødevaredirektoratet, 2000b; Fødevaredirektoratet, 2002)

Nedgangen er sket til trods for, at Foreningen Fiskebranchen i 1996 - 2000 kørte deres kampagne "Fisk hver uge - det er der ingen ben i". Ændringen kan desværre ikke bekræftes hverken af forsyningsstatistikken eller brancheorganisationen, da de ikke opgør disse tal. Men brancheorganisationen kan bekræfte, at der i samme tidsperiode (på grund af fiskekvoterne) er sket en fordobling af prisen på torsk og rødspætte, som er to af danskernes foretrukne fisketyper. Laks er til gengæld faldet i pris.

Det stemmer overens med det fald, der ses i kostundersøgelsen, idet det især er voksnes indtag af paneret stegt fisk til frokost (fiskefilet) og indtag af magre fisk (rødspætte og torsk) til den varme aftensmad, der er faldet. Til gengæld er indtaget af fede fisk til aften steget.

For børns vedkommende ses også et fald i indtaget af paneret stegt fisk til frokost, og til aftensmaden er indtaget af både fede og magre fisk faldet.

Som det fremgår af tabel 4.2 spiser børnene i gennemsnit 11 g fisk om dagen og de voksne 17 g fisk om dagen, hvilket er beskedent i forhold til et indtag af kød på 81 og 104 g/dag for henholdsvis børn og voksne.

Tal fra Dansk Husstandspanel (GfK, 2000), se tabel 4.3, viser et gennemsnitligt fiskeindkøb på 22 g om dagen (konserves, fersk og frossen fisk). Som forventet er tallet højere end i kostundersøgelsen, da det er beregnet ud fra husstandenes indkøb. Der skal beregnes et vist svind fra købt til spist mængde som følge af tilberedning, og hvad der smides ud/ikke spises. Levnedsmiddeltabellen viser, at svindet varierer meget (fra 0 % i forarbejdede fiskeprodukter og konservesprodukter til 67 % for hel fersk rødspætte).

4.3 Fiskefavoritter

Tallene fra Dansk Husstandspanel viser hvilke fisk, der er danskernes foretrukne. Cirka halvdelen af fiskeindtaget kommer fra konserves (primært sild, tun, makrel, torskerogn og makrel i tomat). Den anden halvdel kommer fra ferske/frosne og forarbejdede fisk (f.eks. fyldte rødspættefileter, indbagte blæksprutter etc.). Blandt de ferske/frosne/forarbejdede fisk bliver der købt mest rødspætte/skrubbe, skaldyr (især rejer), laks/hellefisk og torsk/sej. De marinerede sild er mængdemæssigt absolut topscorer blandt danskernes fiskefavoritter - også selv om karrysild, og dermed karrysovsen, trækkes fra (tabel 4.3).

Cirka halvdelen af de fisk, der købes, er fede fisk, og halvdelen er magre og middelfede fisk.

Tabel 4.3. Indkøb af fisk (g/dag pr. person) ifølge Dansk Husstandspanel (GfK 2000). Data er indhentet i andet halvår 1999 og første halvår 2000.

<i>Fersk, frossen og forarbejdet fisk</i>	<i>Indkøb g/dag</i>	<i>Fiskekonserves</i>	<i>Indkøb g/dag</i>
*Rødspætte, skrubbe	2,49	Sild marinerede	3,85
*Skaldyr	2,30	*Tun naturel	2,08
Laks, hellefisk	2,03	Makrel	1,89

<i>Fersk, frossen og forar-bejdet fisk</i>	<i>Indkøb g/dag</i>	<i>Fiskekonserves</i>	<i>Indkøb g/dag</i>
*Torsk, sej	1,07	*Torskerogn	1,10
Øvrige	0,86	Kippers	0,28
Sild	0,75	Øvrige dåser	0,17
*Fiskefars	0,67	*Fiskeboller	0,16
Makrel	0,56	*Rejer	0,15
*Fiskepinde	0,40	Matjes	0,12
Røget blankål	0,29	Gaffelbidder	0,07
*Ørred	0,14	Sardiner	0,07
*Rogn, torsk, stenbidder	0,14	Kaviar	0,05
*Alaska pollack	0,14	Torskelever	0,04
*Hornfisk	0,09	Benfri sild	0,03
*Rødtunge-/rødfiskefilet	0,09	*Tun i tomat	0,03
*Ising	0,08	*Muslinger	0,03
*Blæksprutte	0,05	Ansjoser	0,01
*Tun	0,04		
*Kulmule	0,02		
*Imiteret krabbekød	0,02		
*Havkat	0,01		
Stenbider	0,01		
*Hoki filet	0,01		
*Kullerfilet	0,01		
<i>Fisk i alt</i>	<i>11,94</i>	<i>Fiskekonserves i alt</i>	<i>10,11</i>

* Magre og middelfede fisk med mindre end 8 g fedt pr. 100 g fisk.

Mænd spiser lidt mere fisk end kvinder (tabel 4.4) absolut, men ikke relativt i forhold til energiindtaget. Voksne spiser lidt mere fisk til den varme aftensmad, end de spiser som pålæg til frokost og kold aftensmad.

Børn spiser ca. 2/3 af hvad, de voksne spiser. Cirka halvdelen af indtaget spises som pålæg i forbindelse med frokost og kold aftensmad, og halvdelen spises til den varme aftensmad.

Tabel 4.4. Børn (4-14 år) voksnes (15-75 år) indtag af fisk (g/dag) fordelt på måltider (g/10 MJ er angivet i parentes) (Fødevaredirektoratet, 2002)

<i>Måltid</i>	<i>Piger</i>	<i>Drenge</i>	<i>Alle børn</i>	<i>Kvinder</i>	<i>Mænd</i>	<i>Alle voksne</i>
<i>Frokost</i>	4	5	5	6	7	6
<i>Varm aftensmad</i>	6	5	5	9	11	10
<i>Kold aftensmad</i>	1	1	1	1	1	1
<i>I alt</i>	11 (14)	11 (12)	11 (13)	16 (20)	19 (18)	17 (18)

4.3.1 Børn

Fiskeindtaget til børnenes frokost domineres af fede fisk, og indtaget omfatter primært produkter som makrel i tomat og sildepostej. Dernæst spiser børn fiskesalat som f.eks. makrel- og tunsalat samt paneret/stegt fisk og fiskefrikadelle. Der er næsten ikke forskel

på, hvilke typer fisk drenge og piger spiser som pålæg, dog spiser pigerne også rejer som pålæg til frokost i modsætning til drengene.

Til den varme aftensmad domineres børnenes indtag af fiskefilet (rødspætte/skrubbe) og fiskefrikadelle. Herefter kommer rejer.

Kostundersøgelsen fra 1995 viser, at fiskefilet er en af de ti populæreste retter hos 4-14 årige, hvorimod fisk er fortrængt hos de unge 15-24 årige til fordel for burger, hotdog, pizza og pølser.

Fiskepålægget til den kolde aftensmad er ligesom frokosten domineret af de fede fisk som makrel i tomat og sildepostej, herefter kommer torskerogn.

Børns indtag af fiskepålæg domineres af fede fisk og konserves. Hvorimod aftensmaden domineres af de magre fisk.

4.3.2 Voksne

Kostundersøgelsen 2000-2001 viser, at fiskeindtaget til de voksnes frokost også domineres af fede fisk som marineret sild, røget makrel/sild/laks/hellefisk og makrel i tomat. På de næste pladser kommer paneret/stegt fisk og fiskefrikadelle. For mændenes vedkommende er salater som f.eks. makrelsalat og tunsalat på andenpladsen.

Ses på tal fra Dansk husstandspanel (tabel 4.3), er det højst sandsynligt de marinerede sild, der dominerer de voksnes frokost. Kostundersøgelsen fra 1995 viser, at det især er de ældre, som har rundet 50 år, der spiser fisk. Således er sild det tredje mest foretrukne pålæg blandt de 65-74 årige og næstmest foretrukne pålæg blandt de 75-80 årige. Hos de 15-24 årige er fiskepålægget fortrængt til fordel for mayonnaisesalat.

Til den varme aftensmad spiser voksne rødspætte/skrubbe, torsk, laks, rejer og fiskefrikadelle.

Mænd foretrækker torsk efter rødspætte/skrubbe, mens kvinderne foretrækker laks. Kvinderne har også et meget lille indtag af sushi på 0,2 g/dag.

Fisk til den varme aftensmad er også mere populær blandt de ældre. Fisk i form af fiskefilet m.m. dukker først op i top ti blandt de 55-64 årige, og den rykker højere op på hitlisten,

jo ældre man bliver, og ender med at være den fjerde mest foretrukne ret blandt de 75-80 årige.

Til den kolde aftensmad spises, ligesom til frokosten, fede fisk dvs. marinerede sild, røget makrel/sild/laks/hellefisk og makrel i tomat, paneret/stegt fisk og fiskefrikadelle samt rejer.

Fiskepålæg domineres af de fede fisk og i høj grad af fiskekonserves. Fisk til den varme aftensmad domineres af magre fisk og de ferske/frosne/forarbejdede produkter.

4.4 Indtag af fiskeolie og levertran

Fiskeoliekapsler og levertran som kosttilskud er et alternativ eller supplement, hvis man ikke spiser fisk. Indtag af fiskeolie og levertran ligger på et stabilt niveau i den danske befolkning. Cirka 9 % af danskerne indtager fiskeoliekapsler eller spiser levertran som kosttilskud. I 1995 var det ca. 8 % af befolkningen.

Fiskeolieindtaget stiger med alderen. Således er der meget få under 44 år, der indtager fiskeolie, men herefter stiger indtaget proportionelt med alderen.

Da det ikke er muligt ud fra kostundersøgelsen at kvantificere indtaget af n-3 fedtsyrer fra kosttilskud, er beregningerne foretaget på baggrund dels af oplysningerne fra kostundersøgelsen 2000-2001 om, at 9 % af danskerne indtager fiskeolie og dels GfK's oplysninger om indkøb af fiskeolie som kosttilskud. Da der således er tale om sammenkøring af to forskellige undersøgelsesmetoder, skal data tolkes med varsomhed.

De ca. 9 % af den danske befolkning, der spiser fiskeolie som kosttilskud, købte ca. 71.000.000 stk. fiskeoliekapsler og 26 liter levertran i opgørelsesåret 1999-2000.

Det svarer til et årligt konsum på 147 fiskeoliekapsler (ca. 1 hver anden dag) for hver dansker. Dertil kommer en beskedent gennemsnitlig mængde levertran på 0,05 mL/år.

Hvis det antages, at hver kapsel indeholder 0,4 g n-3 fedtsyrer, så vil den gennemsnitlige forbruger af denne type kosttilskud supplere kosten med 0,16 g n-3 fedtsyrer pr. dag. Det svarer til en ekstra sildemad (50 g) om ugen.

I praksis vil der dog være stor forskel på hvor regelmæssigt, man indtager fiskeolie i form af kosttilskud – nogle vil måske supplere kosten hver dag hele året, og andre vil kun gøre det i en kortere periode.

5. Næringsstofindhold

5.1 Næringsværdi

Fisk og fiskeprodukter udgør en relativ beskednen del af den danske kost. Kun omkring 2 % af det samlede energiindtag kommer fra denne fødevarergruppe ifølge kostundersøgelsen fra 1995 (Fødevaredirektoratet, 2000b). Protein og fedt fra fisk udgør henholdsvis 6 % og 2 % af det samlede indtag, mens bidraget til kulhydratindtaget er forsvindende.

Næringsværdien af fisk knytter sig først og fremmest til indholdet af vitaminer, mineraler og visse fedtsyrer. I tabel 5.1 ses det procentuelle bidrag fra fisk og fiskeprodukter til det samlede indtag af næringsstoffer.

Tabel 5.1. Bidrag fra fisk og fiskeprodukter til gennemsnitskostens indhold af energi og næringsstoffer.

<i>Næringsstof</i>	<i>Bidrag</i>
Energi	2 %
Protein	6 %
Fedt, total	2 %
Mættede fedtsyrer	1 %
Monoumættede fedtsyrer	2 %
Polyumættede fedtsyrer	4 %
Kulhydrat, total	-
Vitamin A	1 %
Vitamin D	32 %
Vitamin E	5 %
Thiamin	2 %
Riboflavin	2 %
Niacin	6 %
Vitamin B ₆	4 %
Folat	1 %
Vitamin B ₁₂	18 %
Vitamin C	-
Calcium	1 %
Fosfor	3 %
Magnesium	2 %
Jern	2 %
Zink	2 %
Jod	18 %
Selen	15 %
Kalium	2 %

De ernæringsmæssigt mest betydende næringsstoffer gennemgås i det følgende.

5.1.1 Fedt

Der er stor forskel på, hvor meget fedt den enkelte fiskeart indeholder. Derfor er det praktisk at inddele fisk i henholdsvis fede, middelfede og magre arter, sådan som det er gjort i tabel 5.2.

Tabel 5.2. Kategorier af fisk opdelt efter fedtindhold.

<i>Kategori</i>	<i>Fedtindhold (gram fedt pr. 100 gram fisk)</i>	<i>Eksempler på fiskearter</i>
Fede fisk	> 8	Hellefisk, laks, makrel, sild, stenbider, ål
Middelfede fisk	2-8	Havkat, helleflynder, hornfisk, pighvar, slethvar, ørred
Magre fisk	< 2	Gedde, havtaske, rødfisk, rødspætte, rødtunge, skrubbe, søtunge, torsk, tun

Skaldyr er almindeligvis fedtfattige. Indholdet af fedt i rogn varierer en del, men sædvanligvis er også rogn en mager fødevarer med omkring 2 g fedt pr. 100 g.

Fedt er ikke ligeligt fordelt i fisk. F.eks. falder fedtindholdet fra hovedet i retning mod halen. I fede fisk findes fedtet især under skindet ovenpå sidemusklene, ligesom det er indlejret i musklerne, og i magre fisk findes fedtet overvejende i leveren. Fangsttidspunktet kan have stor betydning for, hvor meget fedt fisken indeholder. Således kan høstsild indeholde 25 g fedt pr. 100 g, mens der kun er 5 g fedt pr. 100 g i forårssild. Noget tilsvarende ses hos andre fisk, som efter gydningen er magre, hvorefter de igen vokser sig tykke og fede frem til næste gydning.

I kød, bl.a. fra svin, okse og kalv, består fedtet især af mættede fedtsyrer. Fisk og skaldyr indeholder derimod flerumættede n-3 fedtsyrer. Disse såkaldte fiskeolier er formentlig en del af forklaringen på, at indtag af fisk ser ud til at kunne forebygge bl.a. blodprop i hjertet og formentlig også lindre andre sygdomme.

Fedtsyrer

Kostens fedt består overvejende af fedtsyrer, som kan opdeles i flere undergrupper på grundlag af deres kemiske opbygning. De forskellige undergrupper er repræsenteret i alle typer fedt, men det indbyrdes mængdeforhold varierer. Opdelingen er vigtig, fordi de forskellige fedtsyrer også har forskellige biologiske virkninger.

Mættede fedtsyrer findes især i kød og mejeriprodukter, mens flerumættede fedtsyrer overvejende tilføres med planteolier og havdyr. Enkeltumættede fedtsyrer findes i store mængder i bl.a. olivenolie og rapsolie.

Fedt i fisk adskiller sig fra andre typer fedt ved at indeholde en særlig slags n-3 fedtsyrer.

n-3 fedtsyrer

Fisk, sæl og hval har ofte et højt indhold af n-3 fedtsyrer (også kaldet omega-3 fedtsyrer). Disse fedtsyrer er stærkt umættede og har længere kulstofkæder end de sædvanligt forekommende umættede fedtsyrer i den danske kost (olie- og linolsyre). De betegnes derfor n-3 LCPUFA (Long Chain PolyUnsaturated Fatty Acids). Deres første dobbeltbinding findes mellem det 3. og 4. kulstofatom, når man tæller fra den ende i fedtsyren, hvor methylgruppen sidder, og er grunden til benævnelsen n-3. De to vigtigste n-3 LCPUFA hedder eikosapentaensyre (EPA), som har 20 kulstofatomer og 5 dobbeltbindinger (C20:5n-3) og dokosahexaensyre (DHA) med 22 kulstofatomer og 6 dobbeltbindinger (C22:6n-3).

Når fisk, især de fede fisk, indeholder så mange n-3 fedtsyrer, er forklaringen, at n-3 fedtsyrer bliver koncentreret i havets fødekæde. Planteplankton danner de første n-3 fedtsyrer, som herefter via fødekæden ender i de væv hos de større dyr, hvor fedtet deponeres, dvs. fedtvæv og lever.

n-3 fedtsyrer er sammen med linolsyre (C18:2n-6) livsnødvendige for mennesket og skal derfor være til stede i små mængder i vores kost. I en almindelig dansk kost dækkes behovet for n-3 fedtsyrer hovedsagligt af alfa-linolensyre (C18:3n-3) fra planter (grønne grøntsager, olier og margariner), som i organismen kan undergå kædeforlængelse og desaturering. DHA findes i høj koncentration i centralnervesystemet (CNS) og specielt i de lysfølsomme celler i øjets nethinde. De nordiske næringsstofanbefalinger angiver, at kostens indhold af n-3 fedtsyrer for voksne og børn over 3 år bør udgøre mindst 0,5 % af det samlede energiindtag.

Fisk indeholder varierende mængder af EPA og DHA. Typisk udgør n-3 LCPUFA omkring 25 % af fiskens fedtindhold. Plantederiverede n-3 fedtsyrer synes ikke at have helt samme farmakologiske virkninger som de langkædede marine n-3 fedtsyrer.

5.1.2 Protein

Proteinindholdet i fisk ligger i modsætning til fedtindholdet ret konstant på 15-20 g pr. 100 g fisk. Proteinkvaliteten er god, dvs. at fiskeprotein har et højt indhold af essentielle aminosyrer. Protein fra fisk udgør en mindre del af et samlet rigeligt proteinindhold i den danske kost og spiller som sådan ikke nogen vigtig rolle. Imidlertid indeholder muskeltvævet (proteinet) i fisk også den såkaldte "kødfaktor", som stimulerer optagelsen af jern. Fisk kan således erstatte kød som et måltidsfremmer af absorptionen af jern fra samme måltid.

5.1.3 Vitaminer

I forhold til en beskeden andel af energiindtaget bidrager fisk relativt mere end andre fødevarer især til indtaget af vitamin D og B₁₂ (tabel 5.1). For de øvrige vitaminer – dog undtaget vitamin C – svarer bidraget fra fisk nogenlunde til energiandelen.

Vitamin D

En tredjedel af kostens indhold af vitamin D kommer fra fisk. Som en tommelfingerregel følges fedt og vitamin D ad. Især de fede fisk indeholder mængder, som kan bidrage signifikant til det samlede indtag. Torskelever og -levertran har meget høje indhold – henholdsvis omkring 100 og 200 µg/100 g. Det høje indhold sætter en grænse for, hvor meget levertran, der kan spises, uden risiko for at få for meget vitamin D. Det anbefales ikke at overskride en daglig spiseskefuld svarende til ca. 15 g.

Indtaget af vitamin D er gennemsnitligt omkring 3 µg/dag, hvilket er lavt set i forhold til et anbefalet indtag på 5 µg/dag for voksne. Kombinationen af et for lavt indtag af vitamin D og fede fisks høje indhold af vitaminet udgør et vigtigt argument for at øge fiskekonsumet i Danmark.

Vitamin B₁₂

Næsten en femtedel af gennemsnitskostens indhold af vitamin B₁₂ kommer fra fisk, som dermed er en vigtig kilde til dette vitamin. Imidlertid er den danske kost rigeligt forsynet med vitamin B₁₂ – et gennemsnitsindtag på 6 µg/dag er højt i forhold til et anbefalet indtag på 2 µg/dag. Vitamin B₁₂ findes kun i animalske fødevarer. Derfor kan fisk være en brugbar kilde til vitamin B₁₂ for personer, som ikke spiser kød og mejeriprodukter.

Andre B-vitaminer

Indholdet af andre B-vitaminer i fisk er på samme niveau som indholdet i kød. Fisk kan således erstatte kød i kosten som B-vitaminkilde.

Vitamin A

Fisk er en A-vitaminkilde af mindre betydning, jf. tabel 5.1. I fiskelever og dermed også i levertran findes derimod store mængder af vitaminet. Hele vitaminaktiviteten kommer fra retinol. Der er ikke carotenoider i levertran. Indholdet kan svinge en del, men ligger normalt på 10.000-15.000 µg retinol pr. 100 g. På samme måde som vitamin D kan retinol overdoseres, så også af den grund bør indtaget af levertran begrænses til en spiseskefuld om dagen.

5.1.4 Mineraler

Fisk er en god kilde til mineralerne jod og selen.

Jod

Det gennemsnitlige jodindtag hos voksne danskere er 50-100 µg pr. dag (indtagsberegninger foretaget før den obligatoriske jodberigelse) med højst indtag i Østdanmark og lavest indtag i Vestdanmark pga. forskelligt jodindhold i drikkevand. Indtaget af jod er således relativt lavt i Danmark i forhold til anbefalingen på 150 µg pr. dag. Struma er da også udbredt, især blandt ældre kvinder. Derfor har man siden 1998 tilsat jod til husholdningssalt og salt til brug ved brødfremstilling for at afhjælpe problemet.

Fisk er en god kilde til jod. Omkring 18 % af kostens jod kommer fra fisk. Kun mælk bidrager med mere jod i kosten til den danske befolkning. Jodindholdet i fisk varierer meget både fra art til art og inden for den enkelte art. Torsk har f.eks. et indhold på ca. 190 µg pr. 100 g, mens tun har et indhold på ca. 7 µg pr. 100 g. Selvom man nu beriger salt med jod, vil fisk fortsat være en vigtig jodkilde.

Selen

Der anbefales et dagligt selenindtag på 50 µg for mænd og 40 µg for kvinder. Indtaget i Danmark ligger omkring dette niveau. Da selenindholdet i jorden i Danmark er relativt lavt, er brød og andre kornprodukter ikke så god en kilde, som i visse andre lande. Fisk er derfor en vigtig kilde, og fisk er den fødevarergruppe, som bidrager mest til selenindtaget i

Danmark, efterfulgt af kød. Da fiskeindtaget er skævt fordelt, er selenindtaget også skævt fordelt.

Selenindholdet i de mest almindelige fisk ligger mellem 7 µg pr. 100 g (havørred) og 75 µg pr. 100 g (rødtunge). I de fleste fisk ligger indholdet mellem 20 og 40 µg pr. 100 g. Selen indgår i et enzym, der forhindrer ødelæggelsen af umættede fedtsyrer. Der er ikke tegn på mangelsygdom i Danmark, men selens mulige rolle i forebyggelsen af visse typer kræft diskuteres.

Tabel 5.3 viser det omtrentlige næringsstofindhold i en række spisefisk og skaldyr.

Tabel 5.3. Næringsværdier i fisk og skaldyr pr. 100 g. Kilde: Fakta om fisk & skaldyr 2. Værd at vide om fisk & skaldyr som fødevarer. Fiskebranchen, 1998.

	Energi (kJ)	Protein (g)	Kulhydrat (g)	Fedt (g)	Mættede fedtsyrer (g)	Enkelumættede fedtsyrer (g)	Flerumættede fedtsyrer (g)	Heraf n-3 fedtsyrer (g)	Kolesterol (mg)	D-vitamin (µg)	Jod (µg)	Selen (µg)
Aborre	357	18,1	0,0	1,3	0,33	0,00	0,05	0,02	60	0,8	18	24
Blåhvilling	338	18,1	0,0	0,8	-	-	-	-	31	-	-	-
Blåmusling	384	14,4	3,3	2,2	0,34	0,37	0,36	0,27	38	0	140	46
Brasen	436	16,7	0,0	4,0	0,72	0,00	0,17	0,09	66	5,5	7	24
Fjæsing	351	19,4	0,0	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Gedde	369	19,0	0,0	1,2	0,40	0,00	0,04	0,01	39	0,9	8	5,4
Gråttunge	360	18,7	0,0	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Havkat	376	16,1	0,0	2,7	0,43	0,64	0,81	0,70	58	1,3	60	58
Havtaske	275	15,7	0,0	0,4	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Havørred	465	20,0	0,0	3,3	0,62	0,00	0,11	0,00	66	2,1	10	7,1
Havål	483	18,1	0,0	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Hellefisk	804	12,4	0,0	15,6	2,94	7,16	2,55	2,36	46	15	20	27
Helleflynder	578	20,6	0,0	6,0	0,45	0,87	1,20	0,92	60	9	0,1	-
Helt	483	21,7	0,0	3,0	0,91	0,00	0,23	0,14	60	3	230	16
Hestemakrel	395	21,9	0,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Hornfisk	466	21,4	0,0	2,7	0,47	0,64	1,02	0,92	82	5	20	25
Hummer	396	19,6	0,8	1,3	0,17	0,28	0,43	0,39	129	0	700	48
Hvilling	334	18,3	0,0	0,6	-	-	-	-	31	-	-	30
Ising	334	18,0	0,0	10	-	-	-	-	60	1,5	30	38
Jomfruhummer	396	19,6	0,8	1,3	0,17	0,28	0,43	0,38	95	0	240	55
Karpe	515	17,8	0,0	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Knurhane (rød og grå)	539	21,0	0,0	5,0	-	-	-	1	-	-	-	-
Konksnegl	552	23,8	7,8	0,4	-	-	-	0,02	-	-	-	-
Krebs	288	14,6	1,2	0,5	0,11	0,00	0,02	-	158	0,5	30	21
Kuller	356	18,9	0,0	0,9	0,19	0,16	0,38	0,37	48	0	-	45
Kulmule	296	16,5	0,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	28
Laks	769	18,4	0,0	12,0	2,26	3,30	3,32	3,00	70	30	30	19
Lange	344	19,8	0,0	0,2	-	-	-	-	-	0	-	42
Lyssej	348	19,1	0,0	0,6	-	-	-	-	70	0	-	-

	Energi (kJ)	Protein (g)	Kulhydrat (g)	Fedt (g)	Mættede fedtsyrer (g)	Enkeltumættede fedtsyrer (g)	Flerumættede fedtsyrer (g)	Heraf n-3 fedtsyrer (g)	Kolesterol (mg)	D-vitamin (µg)	Jod (µg)	Selen (µg)
Makrel	1048	19,6	0,0	18,8	5,64	9,66	6,52	5,90	80	4,8	90	36
Mørksej	339	19,3	0,0	0,3	0,12	0,00	0,009	0,009	71	0,8	85	20
Pighaj	644	16,6	0,0	9,7	-	-	-	-	52	0,4	260	34
Pighvar	389	16,4	0,0	2,9	0,20	0,10	0,30	-	60	-	35	-
Regnbueørred/laks	569	18,5	0,0	6,7	1,50	2,43	2,02	1,76	57	13	5,3	26
Reje, Nord- sø/dybvands	327	16,8	0,0	1,1	0,22	0,26	0,39	0,38	160	0,5	14	25
Rokke	350	20,7	0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Rødfisk	364	19,4	0,0	0,9	0,16	0,31	0,16	0,14	48	-	-	56
Rødspætte	393	19,1	0,0	1,8	0,34	0,30	0,55	0,54	60	3	40	30
Rødtunge	344	17,1	0,0	1,4	0,19	0,26	0,45	0,38	50	0	-	75
Sandart	361	19,2	0,0	0,7	0,28	0,00	0,02	0,022	62	0,7	35	20
Sild	784	19,3	0,0	12 (3-30)	3,03	6,25	2,54	2,34	60	11	30	32
Sildehaj	420	23,0	0,0	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Skalle	515	17,8	0,0	5,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Skrubbe	379	18,3	0,0	1,8	0,35	0,38	0,51	0,5	46	0,8	15	29
Skærising	441	17,7	0,0	4,0	-	-	-	0,8	-	-	-	-
Slethvar	391	7,0	0,0	2,7	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Sperling	353	18,5	0,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Stalling	664	21,4	0,0	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Stenbider	706	9,8	0,0	14,2	3,02	7,73	2,36	2,13	-	3,9	50	17
Strandsnegl	325	16,0	0,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Suder	331	17,7	0,0	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Taskekrabbe	476	22,9	1,1	1,8	0,21	0,35	0,52	0,48	78	0	60	26
Tobis	377	18,8	0,0	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Torskefilet, rå	349	19,2	0,0	0,6	0,10	0,04	0,25	0,25	43	1	188	28
Torskerogn, rå	569	23,9	1,5	3,6	0,47	0,48	0,94	0,90	235	12	104	-
Torskelever, rå	2634	5,1	1,0	66,6	12,60	29,00	14,60	13,00	-	100	500	94
Troldkrabbe	475	22,0	1,0	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Østers	261	7,8	4,2	1,5	0,30	0,15	0,38	0,34	30	1	60	49
Ål	1377	19,1	0,0	27,7	8,58	14,2	5,74	4,83	108	30	25	25
Ålekvabbe	1377	19,1	0,0	27,7	-	-	-	-	-	-	-	-

- betyder at der mangler data

5.2 Fisk og sygdomsforebyggelse

Siden begyndelsen af 1970'erne er der foregået en tiltagende intensiv forskning i betydningen af indtaget af fisk for forebyggelse – og til dels behandling - af sygdomme. Baggrunden for denne interesse var danske forskeres observationer i Grønland, der viste, at den traditionelle eskimokost med dens store indhold af fisk, sæl og hval var ledsaget af en meget lavere forekomst af primært blodprop i hjertet, men også af en lang række andre sygdomme, f.eks. hudsygdommen psoriasis, kroniske tarmsygdomme og leddegigt.

Der er desuden foretaget en lang række kliniske undersøgelser, hvor en kost rig på fisk eller tilskud af fiskeolier (n-3 fedtsyrer) er givet til patienter med forskellige almindelige sygdomme. Også her tyder det på, at fisk og/eller fiskeolier i nogle situationer kan lindre sygdomssymptomer.

5.2.1 Hjertekarsygdom

Hjertekarsygdom er den hyppigste dødsårsag i Danmark. I slutningen af 1990'erne kunne der registreres omkring 22.000 dødsfald om året som følge af hjertekarsygdom, nogenlunde ligeligt fordelt mellem mænd og kvinder. Halvdelen af hjertekardødsfaldene skyldes iskæmisk hjertesygdom (blodprop i hjertet), og en fjerdedel skyldes blodprop i hjernen (apopleksi). Iskæmisk hjertesygdom er årsag til godt 20 % af samtlige dødsfald i Danmark. Det er især i de ældre aldersgrupper, at iskæmisk hjertesygdom kræver mange dødsfald, men for mænd sker omkring en tredjedel af dødsfaldene før 75 års alderen. Det skønnes, at mellem 150.000 og 250.000 har kroniske gener som følge af iskæmisk hjertesygdom. Dødeligheden har fra 1930 til midten af 1960'erne været kraftigt stigende, men har siden været faldende for mænd. For kvinder har hjertedødeligheden været faldende siden 1950.

Fisk og iskæmisk hjertesygdom (blodprop i hjertet)

Undersøgelser vedrørende den sygdomsforebyggende effekt af fisk har især været fokuseret på iskæmisk hjertesygdom. En række epidemiologiske undersøgelser (befolkningsundersøgelser), men også nogle interventionsundersøgelser har haft risiko for forekomsten af iskæmisk hjertesygdom som effekt mål. En samlet tolkning af resultater fra disse undersøgelser er vanskelig, som følge af indbyggede analytiske og metodologiske fejlkilder, især hvad angår de epidemiologiske undersøgelser (f.eks. confounding, samvariation, metode til estimering af indtag), men også fordi de epidemiologiske undersøgelser vedrører primær prævention (ikke-hjertesygge) af iskæmisk hjertesygdom, mens interventionsundersøgelser vedrører den sekundære prævention (hjertesygge).

Alt tyder på, at regelmæssig indtag af fisk nedsætter risikoen for blodprop i hjertet. Det er bl.a. vist i førnævnte befolkningsundersøgelser af eskimoer i hele det arktiske område (Bang et al., 1980) og japanske fiskere (Hirai et al., 1989), der spiser fisk, sæl og hval i betydeligt større mængder, end hvad der normalt vil indgå i selv en sund og alsidig i kost i Danmark. I mange af de omtalte undersøgelser har det gennemsnitlige fiskeindtag således været omkring 500 g om dagen – eller mere end 15 gange højere end det gennemsnitlige indtag i Danmark.

Evidens fra befolkningsundersøgelser

Flere store og videnskabeligt velgennemførte prospektive epidemiologiske undersøgelser har fundet positiv sammenhæng mellem et fiskeindtag, som er foreneligt med et typisk dansk spisemønster, og nedsat risiko for iskæmisk hjertesygdom. I de videnskabelige undersøgelser er der ikke skelnet mellem de forskellige typer fisk og skaldyr, der som regel indgår i betegnelsen fisk. I daglig tale bruges derfor betegnelsen fisk, hvilket også er rimeligt, da indtaget af skaldyr i de fleste vestlige befolkninger er ret lavt.

En hollandsk undersøgelse viste, at midaldrende mænd kunne halvere deres risiko for at dø af en blodprop i hjertet, hvis de gennem 20 år i gennemsnit spiste 30 g fisk om dagen (Kromhout et al., 1985). Mændene blev sammenlignet med andre mænd, som slet ikke spiste fisk.

Tilsvarende resultater er fundet i store undersøgelser fra bl.a. USA (Daviglus et al., 1997) og England (Dolocek og Grandits, 1991). Undersøgelserne tyder således på en faldende risiko for blodprop i hjertet ved stigende indtag af fisk med den største risikoreduktion ved et indtag omkring 40-60 gram om dagen, svarende til 0,6-0,9 g langkædede n-3 fedtsyrer (n-3 LCPUFA) daglig.

Der er imidlertid andre undersøgelser, der ikke har kunnet demonstrere en lige så markant sammenhæng mellem indtag af fisk og iskæmisk hjertesygdom. Det er karakteristisk, at disse undersøgelser er gennemført på populationer med en allerede sund livsstil (sunde kostvaner, herunder et lavt indtag af mættet fedt og højt indtag af frugt, grønt og fisk, fysisk aktive, lav hyppighed af rygning) og derfor med en allerede lav risiko for iskæmisk hjertesygdom (Ascherio et al., 1995; Albert et al., 1998). I den ene af disse undersøgelser (Albert et al., 1998) fandtes dog en signifikant omvendt sammenhæng mellem indtaget af fisk og risikoen for pludselig hjertedød. Undersøgelsen viste, at et indtag af mere end 1-2 måltider om ugen ikke medførte en yderligere risikoreduktion.

To tidligere oversigter har forsøgt at kvantificere det optimale fiskeindtag med henblik på at forebygge iskæmisk hjertesygdom.

En oversigt fra 1995 konkluderede, at der var epidemiologisk evidens for en forebyggende effekt ved et fiskeindtag svarende til 1-2 måltider pr. uge, og at et højere indtag kun havde en beskedent yderligere positiv effekt (Katan 1995).

En systematisk gennemgang af gennemførte prospektive kohorteundersøgelser indtil 1999 (Marckmann & Grønbæk, 1999) kunne konkludere, at populationer i høj risiko for at ud-

vikle iskæmisk hjertesygdom kan nedsætte deres risiko væsentligt, hvis alle i befolkningen (den voksne) spiser 40-60 g fisk om dagen, men at mindre øgninger i fiskeindtaget også vil have gavnlige virkninger på risikoen.

Siden 1999 er der gennemført yderligere prospektive epidemiologiske undersøgelser, som understøtter sammenhængen mellem øget fiskeindtag (og indtag af n-3 LCPUFA) og nedsat risiko for iskæmisk hjertesygdom. En kinesisk undersøgelse omfattende godt 18.000 midaldrende mænd fandt, at risikoen for at dø af iskæmisk hjertesygdom var mere end halveret ved et indtag af mere end 200 g fisk om ugen sammenlignet med mænd, som spiste mindre end 50 g om ugen (Yuan et al., 2001). I det store amerikanske Nurses' Health Study, som omfatter godt 84.000 kvinder, fandtes efter en opfølgingsperiode på 16 år, at højere indtag af fisk og n-3 LCPUFA fra fisk var omvendt forbundet med risikoen for iskæmisk hjertesygdom - fra laveste indtag (<1 gang om måneden) til højeste indtag (≥5 gange om ugen) (Hu et al., 2002). Den omvendte sammenhæng var noget stærkere for dødelig iskæmisk hjertesygdom end for ikke-dødelig sygdom.

Som yderligere evidens for en gavnlige virkning af n-3 fedtsyrer på iskæmisk hjertesygdom, er det vist, at et længerevarende højt indtag af fisk (Landmark et al., 1998a) er ledsaget af en mindre størrelse af det døde område i hjertet i forbindelse med en blodprop.

En svaghed ved størsteparten af de gennemgæede undersøgelser er estimeret af det optimale fiskeindtag. Nogle undersøgelser har opgjort fiskeindtaget som måltider og/eller estimeret en standardstørrelse af et fiskemåltid og efterfølgende udregnet fiskeindtaget i gram. Der er således en vis usikkerhed om anbefalingen af fiskeindtaget i gram, mens der synes at være god evidens for at udmønte anbefalingen i antal måltider. Måltidsstørrelser på fisk varierer sandsynligvis også afhængig af kulturelle forskelle.

Evidens fra interventionsundersøgelser

En mindre risiko for blodprop i hjertet på 30 % til 70 % er fundet i randomiserede, sekundære præventionsundersøgelser ved indtag af en kost, der er karakteriseret af et højt indtag af fisk samt frugt og grøntsager, med et højt indhold af marine og vegetabiliske n-3 fedtsyrer samt antioxidanter og kostfiber og et tilsvarende lavt indhold af total fedt og mættede fedtsyrer fra fedtstoffer og kød (Burr et al. 1989; de Lorgeril et al. 1999). Den mindre risiko tilskrives i første række n-3 LCPUFA. Den væsentligste effekt af n-3 fedtsyrer er formentlig deres indflydelse på de mange faktorer, som indgår i blodpropdannelsen (trombogenesis) og dens akutte komplikationer, især hjerterytmeforstyrrelser og pludse-

lig død. Undersøgelser har dog vist, at udskiftning af rødt kød med fed fisk, som har et højt indhold af n-3 fedtsyrer, kan nedsætte triglyceridindholdet i blodet (Wolmarans et al. 1991), som også menes at være relateret til øget risiko.

5.2.2 Indtag af fisk og slagtilfælde (apopleksi)

Prospektive, epidemiologiske undersøgelser har givet divergerende resultater med hensyn til sammenhængen mellem fiskeindtag og risiko for apopleksi. En hollandsk undersøgelse viste en halvering af risiko ved indtag af 20 g fisk om dagen sammenlignet med et lavere indtag (Keri et al., 1994). Tilsvarende resultater fandtes i en amerikansk undersøgelse, idet kvinder, som oplyste, at de spiste fisk mere end én gang om ugen, havde omkring den halve risiko for at få apopleksi sammenlignet med kvinder, der aldrig spiste fisk (Gillum et al., 1996). Andre epidemiologiske undersøgelser har imidlertid ikke vist sammenhæng mellem fiskeindtaget og risikoen for apopleksi (Morris et al., 1995; Orenca et al., 1996; Y-uan et al., 2001).

Apopleksi kan opstå som følge af blødning (hæmorrhagisk apopleksi) eller blodprop (trombotisk/iskæmisk apopleksi) i hjernens kar. Det menes, at øget indtag af fisk og fiskeolier især nedsætter risikoen for den trombotiske apopleksi, sandsynligvis som følge af virkningen af n-3 LCPUFA på blodets hæmostatiske kapacitet (Iso et al., 2001). Ved at følge omkring 79.000 kvinder i 14 år kunne man vise, at risikoen for trombotisk apopleksi var signifikant lavere (48 %) blandt kvinder, der spiste fisk 2-4 gange om ugen, sammenlignet med kvinder, der kun sjældent (<1 gang om måneden) spiste fisk. Der var en ikke signifikant nedsat samlet risiko for apopleksi hos kvinder, der spiste fisk hyppigt sammenlignet med kvinder, der spiste fisk sjældent. Tilsvarende resultater er fundet blandt mænd i en undersøgelse omfattende omkring 43.000 sundhedsarbejdere (He et al., 2002). I denne undersøgelse, som forløb over 12 år, var risikoen for iskæmisk apopleksi signifikant lavere hos personer, der spiste fisk 1-3 gange pr. måned sammenlignet med mænd, der spiste fisk mindre end én gang om måneden. Der var ikke en yderligere risikoreduktion ved et højere fiskeindtag. Der fandtes ingen sammenhæng mellem risikoen for hæmorrhagisk apopleksi og fiskeindtaget.

5.2.3 Konklusion

Der er således en ganske solid evidens for, at et habituel indtag af fisk i en mængde på op til 1-2 fiskemåltider om ugen nedsætter risikoen for pludselig død af iskæmisk hjertesygdom og trombotisk/iskæmisk apopleksi. Det er mere usikkert om øget fiskeindtag er forbundet med nedsat risiko for ikke-dødelig blodprop i hjertet eller hæmorrhagisk apoplek-

si. De fundne risikoreduktioner har været væsentlige, i gennemsnit på omkring 50 %. Det antages, at risikoreduktionen skyldes indholdet af n-3 LCPUFA i fisk, en antagelse, der understøttes af resultater fra interventionsundersøgelser og fra mekanistiske undersøgelser med n-3 LCPUFA, som omtales nedenfor.

5.3 Funktionen af n-3 fedtsyrerne

Mange af n-3 LCPUFA's virkninger er forklaret med udgangspunkt i deres engagement i syntesen af de biologisk aktive eikosanoider. I kroppen omdannes n-3 fedtsyrer af enzymet cyklooxygenase til eikosanoider, primært prostaglandiner og leukotriener af 3- og 5-serierne (tallene hentyder til antallet af dobbeltbindinger). De n-3-deriverede eikosanoider har bl.a. mindre effekt på de inflammatoriske processer sammenlignet med de såkaldte arachidonsyre-deriverede eikosanoider af 2- og 4-serierne. Sidstnævnte dannes fra kostens n-6 fedtsyrer, først og fremmest linolsyre, som kædeforlænges og desatureres til arachidonsyre (AA) med 20 kulstofatomer og 4 dobbeltbindinger (20:4n-6). Hypotesen er, at en øget n-3:n-6 ratio vil forrykke kroppens eikosanoidbalance i inflammationsdæmpende retning. Eikosanoider deltager desuden i reguleringen af blodtryk, nyrefunktion, koagulation og fibrinolyse samt i immunologiske reaktioner.

5.3.1 Interventionsundersøgelser med n-3 LCPUFA

Ændringer i indtaget af n-3 LCPUFA er ledsaget af tilsvarende ændringer i koncentrationen af n-3 LCPUFA i plasma, røde blodceller og blodplader. Medens der hersker nogen usikkerhed på udviklingen af åreforkalkning, har randomiserede undersøgelser vist, at tilskud af fiskeolie kan nedsætte risikoen for at dø af blodpropper i hjertet hos patienter, der allerede har overlevet en blodprop.

I en undersøgelse blev patienter indlagt på hospital med formodet blodprop i hjertet sat i behandling med enten fiskeolie (kapsler indeholdende 1,8 g EPA+DHA om dagen) eller vegetabilsk olie som havde et højt indhold af alfa-linolensyre eller med placebo. Et år senere var forekomsten af iskæmisk hjertesygdom henholdsvis 25 % og 28 % i grupperne, der fik n-3 LCPUFA og vegetabilsk fedt, medens forekomsten var signifikant højere svarende til 38 % hos patienterne, der fik placebo (Singh et al., 1997).

En meget stor kontrolleret, blindet undersøgelse (Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell-Infarto miocardico-Prevenzione; Gissi-præventionsundersøgelsen) af 11.324 patienter med en nylig overstået blodprop i hjertet viste, at dagligt tilskud af fiske-

olie (850 mg daglig som EPA+DHA) igennem 3½ år nedsatte risikoen for ny blodprop (død af hjertekarsygdom, ikke dødelig blodprop i hjertet og slagtilfælde) markant (Gissi-Prevenzione Investigators, 1999). I undersøgelsen kunne påvises en 15 % nedsættelse i ikke-dødelig blodprop i hjerte og hjerne, en 20 % reduktion i den samlede dødelighed og en 45 % reduktion i pludselig død sammenlignet med en kontrolgruppe. Undersøgelsen kunne desuden vise, at der var tale om en hurtigt indsættende effekt af n-3 LCPUFA, idet totaldødeligheden var signifikant lavere allerede 3 måneder efter påbegyndelse af behandlingen, og efter 4 måneder var risikoen for pludselig død nedsat (Marchioli et al., 2002).

En sekundær præventionsundersøgelse fra Norge, hvor det habituelle fiskeindtag er højt (mere end 3 gange højere end i Danmark og i mange andre industrialiserede lande), kunne imidlertid ikke vise forskel i forekomsten af nye blodpropper ved indtag af fiskeolietilskud sammenlignet med majsolie igennem en periode på 1½ år (Nilsen et al., 2001).

Som det er fundet for et højt indtag af fisk, vil tilskud af fiskeolie (Landmark et al. 1998b) også medføre en nedsættelse af det døde område i hjertet i forbindelse med en blodprop. Effekten på ny blodprop i hjertet ved fiskeolietilskud må derfor i dag siges at være videnskabeligt dokumenteret.

5.3.2 Virkningen af n-3 LCPUFA

Der kan være tale om flere virkningsmekanismer, idet fiskeolie kan ændre en række risikofaktorer for betydning af åreforkalkning, blodproppdannelse og hjertedød:

1) Forhøjet triglycerid i blodet øger risikoen, og fiskeolie nedsætter indholdet af dette fedtstof i blodet (Harris, 1989). Et indtag af omkring 4 gram fiskeolie om dagen kan nedsætte triglyceridkoncentrationen med op til 30 % med en samtidig mindre stigning i koncentrationen af LDL-kolesterol i blodet på mellem 5 og 10 %, og en lille stigning i HDL-kolesterolkoncentrationen. Nettoeffekten er et uændret totalcholesterol i blodet. Hyppigt indtag af fisk har samme effekt på blodlipider som fiskeolietilskud (Ågren et al., 1996).

2) Der er en direkte sammenhæng mellem højden af blodtrykket og risiko for hjertekarsygdom. En meta-analyse af klinisk kontrollerede undersøgelser viste en marginal, men signifikant nedsættelse af det systoliske og diastoliske blodtryk ved indtag af fiskeolietilskud (Geleijnse et al., 2002). Blodtryksreduktionen var større blandt ældre og blandt hypertensive. Størrelsen af de observerede virkninger på blodtrykket synes at være uafhængig af dosis (variation: 0,2-15 g/dag).

3) Fiskeolie nedsætter tilbøjeligheden til sammenklumpning af blodplader og kan medføre en beskedent forlængelse af blødningstiden (von Schacky, 2000). Virkningen af marine n-3 fedtsyrer på den blodpropdannende (trombogene) mekanisme er dog usikker. F.eks. vil nogle forandringer i de faktorer, som styrer koagulation og fibrinolyse, nedsætte trombo-serisikoen, medens andre forandringer vil tendere til at øge denne risiko. Den samlede effekt er derfor vanskelig at forudsige, men mange mener, at nettoresultatet er en anti-thrombotisk virkning.

4) Fiskeolie nedsætter risikoen for dødelig forstyrrelse af hjerterytmen (Kang & Leaf, 2000). Forklaringen herpå er usikker, men er tillagt ændringer i cellemembranens fosfolipider med et øget indhold af n-3 fedtsyrer. Undersøgelser har vist, at ét fiskemåltid om ugen er forbundet med øget variation af "den elektriske hjerterytme" (det elektrokardiografiske R-R interval) hos patienter med overstået blodprop i hjertet (Christensen et al., 1997). Dette interval er en risikomarkør for rytmeforstyrrelser hos patienter med blodprop i hjertet (øget variation er forbundet med en nedsat risiko).

Fiskeolietilskud kan også stabilisere hjerterytmen (Christensen et al., 1996). Endelig er det karakteristisk, at flere af de omtalte epidemiologiske undersøgelser og interventionsundersøgelser først og fremmest har vist, at fiskeolie kunne reducere pludselig hjertedødsom følge af en akut opstået rytmeforstyrrelse.

Et enkelt interventionsstudie på *raske* deltagere, hvor man gav et tilskud af fiskeolie på 1,5 g n-3 fedtsyrer (svarende til 2 fiskemåltider dagligt) viste imidlertid ingen effekt på deltageres elektrokardiogram (Geelen et al 2002). Forfatterne konkluderede, at deres resultater ikke udelukker effekt af fiskeolie på risikogrupper som f.eks. personer med nyligt overstået blodprop i hjertet.

5.4 Indtag af fisk og kræft

Dyreeksperimentelle undersøgelser peger i retning af, at fiskeolie kan hæmme udviklingen af eksperimentelle tumorer i bryst, tarm og blærehalskirtel og begrænse tumorvækst (Rose, 1997). I EURAMIC-studiet, en europæiske multicenterundersøgelse, fandtes en grænsesignifikant lavere n-3 PUFA:n-6 PUFA ratio i fedtvævet hos brystkræftpatienter end i kontrolgruppen (Simonsen et al., 1998).

Der er gennemført en række prospektive epidemiologiske undersøgelser om sammenhængen mellem indtag af fisk og risikoen for kræft i forskellige organer. En del af disse undersøgelser har studeret sammenhængen mellem kræft og indtag af stærkt saltede og røgede fisk og fiskeprodukter med det primære formål at vurdere risikoen for et højt saltindtag og polycykliske aromatiske kulbrinter for kræftisiko, især i øvre mavetarmkanal.

Prospektive undersøgelser omhandlende populationer med et mere dansk fødevalg, hvad angår fisk, har givet varierende resultater, idet nogle undersøgelser ikke har fundet sammenhæng til fiskeindtaget (Gaard et al., 1996; Vatten et al., 1990), medens andre har fundet en omvendt sammenhæng (Augustsson et al., 2003; Kato et al., 1997; Terry et al., 2001). De to store undersøgelser fra USA, henholdsvis Nurses' Health Study og Health Professionals Follow-up Study, fandt invers (Willett et al., 1990) og ingen (Giovannucci et al. 1994) sammenhæng med indtaget af fisk og risikoen for tarmkræft.

Den store italienske undersøgelse, Gissi-præventionsundersøgelsen, som er omtalt tidligere, fandt ingen forskel i kræfthyppigheden i mellem gruppen, der fik fiskeolietilskud og kontrolgruppen (Gissi-Prevenzione Investigators, 1999).

Der er således ikke tilstrækkelig entydig videnskabelig evidens til at vurdere om højt indtag af fisk eller fiskeolie beskytter mod udviklingen af kræft.

5.5 Fisk og fiskeolier og graviditet

Gravide på Færøerne og i Island føder nogle dage senere end kvinder i Danmark. Som følge heraf fandtes barnets vægt ved fødslen at være ca. 100 g højere (Olsen & Joensen, 1985). Forklaringen mentes at være de nordatlantiske kvinders høje indtag af fisk, sæl og hval (Olsen et al., 1986). En dansk (Olsen et al., 1992) og en europæisk multicenterundersøgelse (Olsen et al., 2000) har givet støtte til hypotesen. To andre randomiserede interventionsundersøgelser, udført i England (Onwude et al., 1995) og Holland (Bulstra-Ramakers et al., 1995) har ikke kunnet bekræfte denne hypotese, medens en tredje, der blev udført i USA blandt kvinder med lavt indtag af fisk (og n-3 fedtsyrer), har givet støtte til hypotesen (Smuts et al., 2003).

Observationsstudier har givet vekslende resultater, nogle til støtte for hypotesen, medens andre ikke har kunnet bekræfte hypotesen (Olsen et al., 1995; Foldspang & Hansen, 1990; Bjerregaard & Hansen, 1996; Grandjean et al., 2002). Resultaterne fra en ny dansk observa-

tionsundersøgelse har peget i retning af, at små mængder n-3 fedtsyrer (under 0,2 gram om dagen) kan mindske risikoen for en for tidlig fødsel hos kvinder med meget lavt fiskeindtag (Olsen & Secher, 2002), en mulighed, der i nogen grad støttes af enkelte interventionsundersøgelser (Olsen og Secher, 1990).

Virkningsmekanismen for en mulig effekt på timingen af fødslen er ikke kendt. Den oprindelige teori var, at n-3 fedtsyrer nedregulerer dannelsen af prostaglandinerne, PGF₂-alfa og PGE₂, som spiller en væsentlig rolle i fødselsmekanismen. En anden mulighed er, at DHA kan have en membranstabiliserende ("anti-arrytmisk") effekt på livmodermuskulaturen, og derved forhindrer fødslen i at gå i gang (Baguma-Nibeshika et al., 1999).

Da nogle epidemiologiske undersøgelser har vist en positiv sammenhæng mellem fostervækst og indtaget af fisk (Olsen, 1994), er det blevet foreslået, at indtag af n-3 fedtsyrer før den 20. graviditetsuge kan have en positiv effekt på den intrauterine fostervækst, eller at der eventuelt kunne være andre indholdsstoffer i fisk, f.eks. taurin, med en stimulerende effekt på fostervæksten. Der er dog en række observationsstudier, der ikke har vist denne sammenhæng (Grandjean et al., 2002; Olsen et al., 1995; Foldspang & Hansen, 1990).

Det er blevet foreslået, at n-3 fedtsyrer kan forebygge svangerskabsforgiftning (Dyerberg & Bang, 1985), men randomiserede interventionsundersøgelser har ikke kunnet støtte denne hypotese (Olsen et al., 2000; Onwude et al., 1995; Bulstra-Ramakers et al., 1995).

Teoretisk set kunne man forestille sig, at et øget indtag af n-3 LCPUFA under graviditeten kan forebygge atopiske sygdomme i børneårene, som f.eks. astma og allergisk ekzem, som følge af deres antiinflammatoriske virkning (Calder, 2003). Der er dog ikke i dag videnskabelige undersøgelser, som støtter denne opfattelse.

Der er således bedst dokumentation for, at et øget indtag af n-3 fedtsyrer fra fisk hos kvinder med lavt fiskeindtag kan udskyde fødselstidspunktet med nogle få dage og dermed formentlig nedsætte risikoen for, at barnet bliver født for tidligt hos mødre med øget risiko for tidlig fødsel. Man er dog tilbageholdende med at anbefale tilskud af fiskeolie under graviditet, da sikkerheden, herunder sikkerheden for miljøforureninger, ikke er tilstrækkeligt undersøgt. Der er ikke tilstrækkelig dokumentation for, at fisk og fiskeolier har andre gavnlige effekter i forbindelse med graviditet.

5.6 Udvikling af nervesystemet

Alfa-linolensyre og linolsyre er essentielle fedtsyrer for mennesket, idet de omdannes i kroppen til tilsvarende langkædede flerumættede fedtsyrer. Det synes veldokumenteret, at børn, især præmature børn, i den første levetid har et særligt behov for n-3 og n-6 langkædede flerumættede fedtsyrer, primært dokosaehexaensyre (DHA) (Lauritzen et al., 2001). Fedtsyrerne indgår i cellemembraner i alle organismens væv, men synes at blive selektivt inkorporeret i centralnervesystemet, som derfor er særligt rigt på disse fedtsyrer. Modermælk indeholder ganske meget DHA, og indholdet stiger yderligere, når moderen spiser mange fede fisk. Diskussionen har især gået på behovet for at inkludere langkædede fedtsyrer i modermælkserstatninger – svarende til indholdet i brystmælk.

Undersøgelser har bl.a. vist, at mature og præmature børn, som ernæres med modermælkserstatninger har signifikant mindre indhold af DHA og AA i deres røde blodceller end brysternærede børn (Clark et al., 1992). Brysternærede præmature børn har en bedre (mere matur) synsskarphed end præmature ernæret med en "traditionel" modermælks-mælkserstatning, en effekt, der er tilskrevet specielt forsyningen af DHA (Birch et al., 1992; Uauy et al., 1990). Der er desuden en række undersøgelser, der peger på større indlæringssevne blandt brysternærede børn sammenlignet med kunstigt ernærede børn, men betydningen af konfunderende faktorer (arvelige, sociale og økonomiske) er ikke klarlagt (Lucas et al., 1992; Tembourny et al., 1994).

Flere prospektive randomiserede undersøgelser er udført, hvor man har sammenlignet effekten af n-3 LCPUFA på synsfunktion og intellektuel udvikling hos mature og præmature børn. Den samlede konklusion fra disse undersøgelser er imidlertid, at der er nogen, men ikke en sikker videnskabelig evidens til at understøtte hypotesen om, at tilskud af n-3 fedtsyrer gavner børnenes hjernefunktion på disse områder (SanGiovanni et al., 2000; Simmer 2003). Undersøgelserne er dog svært sammenlignelige, bl.a. fordi nogle alene har givet modermælkserstatninger med tilskud af DHA, andre med tilskud af såvel DHA som AA, og fordi effektmålene har været forskellige.

5.7 Inflammatoriske sygdomme

Foruden blodprop i hjertet har forskningen i den sundhedsmæssige betydning af fiskeindtaget især været koncentreret om sygdomme, der præges af betændelsesprocesser. n-3 flerumættede fedtsyrer i fisk kan nedsætte kroppens produktion af betændelsesfremmende eikosanoider fra arachidonsyre (n-6 familien). Samtidigt sker der også en nedsættelse af

aktiviteten af visse cytokiner, stærkt reaktive iltradikaler og af hvide blodceller (T-lymfocytter), som medvirker til at dæmpe betændelsesprocessen. Indtag af fiskeolie – eller rettere en forskydning af balancen mellem eikosanoider dannet fra n-3 fedtsyrer og n-6 fedtsyrer i kroppen, er den sandsynlige forklaring på, at tilskud af fiskefedtsyrer kan dæmpe betændelsesprocessen (Palmlad, 1996).

Der er ikke tale om infektioner, men derimod om tilstande, hvor kroppens immunforsvar af ukendte grunde løber af sporet og begynder at ødelægge sine egne væv. Det kaldes autoimmune sygdomme, og blandt de hyppigste er psoriasis, kronisk leddegigt (ægte gigt) og kronisk tarmbetændelse (inflammatorisk tarmsygdom). Det er karakteristisk, at autoimmune sygdomme og andre kroniske immunbaserede inflammatoriske sygdomme forekommer relativt sjældent i områder af verden med et meget højt fiskeindtag (eskimosamfund).

I den forbindelse skal det nævnes, at den stærkt stigende forekomst af autoimmune sygdomme og andre kronisk, degenerative sygdomme (hjertekarsygdom og kræft) i den industrialiserede verden gennem de seneste 100 år er sat i forbindelse med det stærkt øgede indtag af n-6 fedtsyrer og det nedsatte indtag af n-3 fedtsyrer i samme periode. Forholdet mellem n-6 fedtsyrer og n-3 fedtsyrer i kosten er i dag 20-30:1, medens det tidligere – og altså i langt størstedelen af menneskets historie – lå på 1-2:1 (Simopoulos, 1999). Ratio er formentlig lavere i Danmark.

5.7.1 Ægte gigt

Ægte leddegigt (rheumatoid artrit) er en kronisk ledsygdom, præget af smerter, morgenstivhed i leddene og hæmmet bevægelighed. Sygdommen har ikke sjældent et invaliderende forløb.

Ingen epidemiologiske undersøgelser er publiceret om en eventuel sammenhæng mellem fiskeindtag og risiko for leddegigt. En dansk undersøgelse af patienter med leddegigt viste, at en kost med øget indhold af fisk og frugt og grønt, medførte en signifikant bedring af ledsymptomer (Hansen et al., 1996). Hos patienter med leddegigt kan faste efterfulgt af en gradvis introduktion af vegetabiliske fødevarer medføre en vis symptombedring i form af mindre ledsmerter og -ømhed samt kortvarigere morgenstivhed i leddene sammenlignet med en tilsvarende gruppe patienter, der fik en gennemsnitskost (Müller et al., 2001). Der er ikke foretaget studier af en eventuel virkning på sygdomssymptomer ved introduktion af fisk i en vegetarisk kost.

Mange undersøgelser har stort set samstemmende vist en lettere smertestillende virkning og en nedsættelse af morgenstivhed i leddene efter tilskud af fiskeolie (Calder & Zurier, 2001). I undersøgelserne har det daglige tilskud oftest været større end 3 g EPA plus DHA. Laveste effektive dosis af n-3 fedtsyrer er ikke kendt, men er formentlig højere, end hvad, man realistisk kan forestille sig, kan fås gennem en typisk dansk kost.

5.7.2 Psoriasis

Psoriasis er en kronisk tilbagevendende hudsygdom med elementer (plaques) lokaliseret over det meste af kroppen.

Der er ikke publiceret epidemiologiske undersøgelser om sammenhængen mellem psoriasis og fiskeindtag. Et mindre randomiseret overkrydsningsforsøg sammenlignede indtaget af 170 g mager fisk med samme mængde fed fisk på sværhedsgraden af psoriatiske plaques (Collier et al., 1993). I den periode, hvor patienterne fik den fede fisk, kunne man påvise en beskedent, men signifikant klinisk forbedring. Det er usikkert, om tilskud med fiskeolie har virkning på psoriasis. Den største og bedst gennemførte undersøgelse sammenlignede effekten af 6 g fiskeolie med samme mængde majsolie i et randomiseret og kontrolleret blindet forsøg og fandt ingen klinisk effekt af fiskeolietilskud (Soyland et al., 1993).

5.7.3 Inflammatorisk tarmsygdom

Ulcerøs colit og Crohn's sygdomme er inflammatoriske tarmsygdomme med et kronisk tilbagevendende forløb, med blødninger, smerter og diarre, og som ofte medfører kirurgiske indgreb med efterfølgende blivende funktionstab af tarmen. Årsagen er ukendt, men da der er fundet øget produktion af betændelsesfremmende metabolitter af AA i den betændte tarm, har det været oplagt at anvende fiskeolie i behandling og forebyggelse.

Flere kontrollerede studier er gennemført, hvor man har givet tilskud af fiskeolie i doser svarende til 3-5 g EPA plus DHA til patienter med inflammatorisk tarmsygdom, sædvanligvis i en remissionsfase (Belluzi et al., 2000). Undersøgelserne har imidlertid givet divergerende resultater.

Det vides ikke, om en fiskerig diæt kan forebygge inflammatorisk tarmsygdom.

5.8 Andre sygdomme

Der findes en række andre sygdomme, som muligvis kan bedres af et øget indtag af n-3 fedtsyrer, bl.a. astma og kronisk obstruktiv lungesygdom, skizofreni og smertefulde menstruationer. Der er imidlertid endnu publiceret for få randomiserede kontrollerede undersøgelser til at drage sikre konklusioner om betydningen af et øget fiskeindtag eller fiskeolietilskud ved disse sygdomme.

5.8.1 Astma og kronisk lungesygdom

Luftvejssygdommene astma og kronisk lungesygdom er ledsaget af kronisk inflammatoriske forandringer, som menes at have betydning for sygdommenes udvikling. Epidemiologiske undersøgelser har givet divergerende resultater med hensyn til sammenhæng mellem indtag af fisk og risiko for udvikling af astma og andre kroniske lungesygdomme (Smit, 2001). En systematisk gennemgang af i alt 9 randomiserede kontrollerede undersøgelser af effekten af tilskud af fiskeolie hos børn og voksne med astma kunne ikke vise nogen sikker bedring af luftvejssymptomer (Woods et al., 2003).

5.8.2 Cystisk fibrose

Cystisk fibrose er en medfødt sygdom, som ledsages af lungebetændelser og gradvis forringet lungefunktion samt en betændelse af bugspytkirtel. En gennemgang baseret på to kontrollerede undersøgelser konkluderede, at tilskud af EPA muligvis kan bedre patienternes lungefunktion (Beckles et al., 2003). Funktionen af bugspytkirtlen er ikke undersøgt i studierne.

5.8.3 Psykiatriske sygdomme

Depressiv sygdom og skizofreni har i nogle undersøgelser været ledsaget af nedsat indhold i blodet af n-3 fedtsyrer. Der er desuden i befolkningsundersøgelser fundet omvendt sammenhæng mellem indtag af fisk og depressive symptomer (Tanskanen et al., 2001). Der findes enkelte undersøgelser, hvor tilskud er søgt anvendt i behandlingen af depressiv sygdom, men resultaterne har været negative (Maidment, 2000). Et mindre pilotstudie omfattende 30 personer undersøgte værdien af tilskud af EPA i behandling af skizofreni (Peet et al., 2001). Undersøgelsen viste, at behovet for antipsykotisk medicin 12 uger efter starten af behandlingsperioden var signifikant større i placebogruppen end i gruppen, der fik fiskeolie.

5.9 Bivirkninger ved indtag af fiskeolie

Fiskeolie kan hæmme sammenklumpning af blodplader, nedsætte viskositeten i blodet og nedsætte fibrinogenindholdet, virkninger, som alle kan mistænkes for at øge risikoen for blødninger. Det er også velkendt, at samfund med meget høje indtag af havdyr (eskimosamfund) har højere forekomst af apopleksi og andre blødninger end f.eks. danskere. Store befolkningsundersøgelser har dog ikke fundet nogen sammenhæng med blødning indenfor det sædvanlige europæiske og amerikanske indtagsinterval af fisk. Undersøgelser, hvor man har givet tilskud af fiskeolier, har heller ikke fundet øget risiko for blødning.

Der har været nogen diskussion om fiskeolie kunne medføre øget blodglucose og forringet glykæmisk kontrol hos diabetikere. Ved diabetes mellitus er der ofte lipidforandringer i blodet i form af øget triglycerid (samt nedsat HDL-kolesterol og et unormalt LDL-kolesterol), som øger risikoen for iskæmisk hjertesygdom. En systematisk gennemgang viste, at indtag af fiskeolie hos diabetikere med et normalt triglyceridindhold i blodet medførte en beskedent sænkning af triglycerid uden påvirkning af den glykæmiske kontrol (Farmer et al., 2003). Der kunne konstateres en let stigning af LDL-kolesterol, som ikke var anderledes end den stigning, man kan se ved andre triglyceridsænkende lægemidler. Virkningen af moderate doser langkædede n-3 fedtsyrer på risikofaktorer for iskæmisk hjertesygdom ved type 2 diabetes mellitus er således ikke anderledes end hos ikke-diabetikere.

Fiskeolie som kosttilskud bidrager positivt til energibalancen. En signifikant vægtforøgelse blev observeret efter 4 uger med et dagligt tilskud på 6 g (Marckmann, 1992). Såfremt der ikke kompenseres andre steder i kosten, så vil 3 kapsler med hver 1 g fiskeolie blive til 1,3 kg ekstra fedtvæv på et år.

Store doser fiskeolie giver gastrointestinale symptomer i form af fiskesmag og -opstød. Enkelte undersøgelser har vist, at sårhelingen tager længere tid. En nedsættelse af lymfocytters infektionshæmmende effekt er påvist ved høje indtagelser.

En nordisk arbejdsgruppe har anbefalet at indtagelse af n-3 LCPUFA ikke bør overstige 3 g pr. dag (Nordisk Ministerråd, 1992).

6. Kemiske forureninger i fisk og fiskevarer

Igennem de senere år har der været stigende fokus på indholdet af kemiske forureninger i fisk. I pressen omtales jævnligt f.eks. dioxin og kviksølv som eksempler på sådanne forureninger – og forureninger, der tidligere blev betragtet som uvæsentlige i relation til fisk, er der nu kommet stigende fokus på. Den øgede opmærksomhed kan skyldes øget forurening, forfinede analysemetoder eller en skærpet toksikologisk vurdering – eller en kombination heraf. På grund af fiskenes placering i fødekæden og skaldyrenes evne til at akkumulere visse forureninger, kan fisk og skaldyr indeholde relativt store mængder af visse forureninger.

Dette afsnit er en gennemgang af de kemiske forureninger, der især må tages i betragtning i relation til fisk. Afsnittet omfatter forureninger af forskellig oprindelse: miljøforureninger (f.eks. dioxin og metaller), naturlige forureninger (algetoksiner) og rester af produktionshjælpemidler (f.eks. veterinære lægemiddelrester).

For hver kemisk forurening gennemgås i det følgende gældende regler for fødevarer, forekomst af forureningen, toksikologiske effekter af forureningen samt indtagsberegninger. For regler og forekomst gennemgås forholdene i fisk, skaldyr, muslinger og fiskeolie. I teksten refereres jævnligt til Fødevaredirektoratets overvågningssystem (Fødevaredirektoratet 2000), som er en del af den løbende danske overvågning af fødevarer. Her undersøger Fødevaredirektoratet blandt andet for indhold af de mest almindelige kemiske forureninger – inklusiv forskellige kemiske forureninger i fisk. Overvågningssystemet kører som 5-års perioder, således at udviklingen i forureningsniveauet følges.

6.1 Metaller

De vigtigste metaller i fisk er kviksølv, cadmium, bly og arsen. Metallerne stammer primært fra industriel forurening samt fra vulkansk aktivitet.

Fisk på dåse kan desuden indeholde uorganisk tin, som kan migrere fra ulakerede dåser over i fødevaren. Der er dog ingen langtidseffekter af indtaget af tin, og da uorganisk tin kun vil findes i fisk på grund af afsmitning fra ulakerede dåser er uorganisk tin ikke medtaget i denne vurdering.

Organiske tinforbindelser, der findes i fisk på grund af miljøforurening, beskrives i afsnit 6.2.

6.1.1 Regler for metaller

Indholdet af metallerne bly, cadmium, kviksølv og tin i fisk og fiskeprodukter har været reguleret med grænseværdier siden 1980'erne. Oprindeligt var det primært nationale grænseværdier, men fra 2002 har hovedparten af grænseværdierne været EU-grænser fastsat med hjemmel i kontaminantforordningen. Grænseværdierne for fisk ligger generelt på 0,5-1,0 mg/kg for kviksølv, 0,2-0,4 mg/kg for bly og 0,05-0,1 mg/kg for cadmium, men med højere grænseværdier for krebsdyr og bløddyr. For tin er der en grænseværdi for fisk på dåse. For visse produkter er der fastsat nationale overvågningsværdier, som i praksis vil betyde, at indholdet vurderes i henhold til fødevarerens bestemmelser om fødevarsikkerhed. For de metaller og produkter, hvor der ikke er specifikke grænseværdier, vil et indhold altid blive vurderet efter fødevarerens bestemmelser om fødevarsikkerhed. Dette gælder bl.a. for arsen og organotin.

6.1.2 Forekomst af metaller

Indholdet af metaller i de mest almindelige danske spise fisk er vel belyst via Fødevaredirektoratets overvågningssystem (Fødevaredirektoratet, 2000).

Tabel 6.1. Medianer for indhold af metaller i fisk og importerede skaldyr (mg/kg). A) Fødevaredirektoratet, 2000; B) Jørgensen og Larsen, 1996.

Fødevarer	Kviksølv	Bly	Cadmium	Arsen	Reference
Makrel	0,034	<0,009	0,004	1,080	A
Rødspætte	0,019	0,011	<0,001	4,040	A
Sild	0,027	<0,009	0,004	0,960	A
Skrubbe	0,063	<0,009	0,001	1,090	A
Øred	0,042	<0,009	<0,001	0,540	A
Torsk	0,042	<0,009	<0,001	2,930	A
Hornfisk	0,076	<0,009	0,003	0,366	A
Ål	0,062	<0,009	0,003	0,270	A
Blæksprutte	0,008	0,017	0,252	0,426	B
Hummerhaler	0,033	0,006	0,082	2,675	B
Jomfruhummer	0,092	0,033	0,037	11,300	B
Krebs (ferskvand)	0,031	0,033	0,008	0,186	B
Krabbe	0,028	0,007	0,104	13,500	B
Blåmusling	0,005	0,068	0,107	1,060	B
Kammusling	0,019	0,031	0,278	0,773	B
Reje, koldt vand	0,036	0,002	0,053	9,810	B
Reje, varmt vand	0,019	0,007	0,010	0,477	B

Forekomst af methyalkviksølv

Kviksølv forekommer naturligt i miljøet. Menneskelige aktiviteter som minedrift, kul- og affaldsforbrænding m.m. samt naturfænomener som vulkanudbrud bidrager til kviksølv-indholdet i det vandige miljø. I miljøet optages det elementære kviksølv bl.a. af marine bakterier, der omdanner kviksølvet til organiske forbindelser. Methyalkviksølv er fedtopløseligt og optages derfor lettere i organismer gennem føden end uorganisk kviksølv og ophobes gennem fødekæden. Rovfisk og andre fisk, der ligger højt i fødekæden, vil således indeholde langt højere koncentrationer end det omgivende miljø og end fisk, der befinder sig langt nede i fødekæden. Langt den overvejende del af det kviksølv, som findes i fisk og skaldyr, kan med god tilnærmelse betragtes som værende methyalkviksølv. Tabel 6.1 viser indhold af kviksølv i danske fisk og skaldyr.

Fisk: Det typiske indhold af kviksølv (medianen) i danske spisefisk ligger på 0,042 mg/kg og det maksimale indhold var i 1993-1997 på 0,076 mg/kg (tabel 6.1). Overvågningssystemet indeholder dog ikke data for en række rovfisk som f.eks. store tun eller haj. Disse fiskearter har erfaringsmæssigt et højt indhold af methyalkviksølv. Tun til dåsetun fremstilles typisk af mindre tunfisk og indeholder derfor lavere koncentrationer end større tun der sælges som f.eks. tunbøffer o.lign. Indholdet af kviksølv i fisk har gennem de sidste 15 år været stabilt, og har ikke vist tendens til stigende koncentrationer.

Muslinger og skaldyr: Kviksølvindholdet i importerede muslinger og skaldyr ligger på samme niveau som indholdet i spisefisk, men med højeste koncentration på 0,092 mg/kg i jomfruhummere (tabel 6.1). En undersøgelse af bl.a. kviksølv i muslinger og skaldyr er planlagt til 2003.

Fiskeolie: Fødevaredirektoratet har ikke data af kviksølvindholdet i fiskeolie, men Forbrugerinformation har fået foretaget analyser for kviksølv i 10 forskellige fiskeolie-produkter. Der blev ikke fundet kviksølv i produkterne. Baseret på analyser af hele fiskeleverer er der ikke grundlag for at antage et sundhedsmæssigt problem med methyalkviksølv forbundet med indtag af fiskeolie og levertran.

Forekomst af bly

Bly forekommer i små mængder i mange forskellige fødevarer, tidligere især som følge af luftforurening. Afsmitning fra materialer og genstande kan ligeledes bidrage med indhold af bly i fisk, specielt fra de tidligere anvendte blylodede dåser.

Fisk: Indholdet af bly i fisk er lavt. Gennemsnitskoncentration (median) for bly var i 1993-1997 på 0,005 mg/kg med en maksimal koncentration på 0,018 mg/kg fundet i sild (tabel 6.2).

Muslinger og skaldyr: Indholdet af bly i importerede skaldyr er højere end i spisefisk. Koncentrationer af bly ligger mellem 0,002 og 0,068 mg/kg.

Fiskeolie: Indholdet af bly i fiskeolie er ikke kendt, men antages at være lavt grundet blys bindingskemi.

Forekomst af cadmium

Cadmium er et tungmetal, der findes overalt i jorden. Der tilføres cadmium med handelsgødning, ved atmosfærisk nedfald samt via spredning af slam fra rensningsanlæg. I kystnære områder kan der derfor opstå højere koncentrationer af cadmium end den normale baggrundskoncentration på grund af udvaskning.

Fisk: Indholdet af cadmium i fisk er lavt (tabel 6.1). Koncentrationen af cadmium i fisk ligger på mellem 0,0006 til 0,01 mg/kg vådvægt. Koncentrationen af cadmium i rejer er noget højere – op til 0,082 mg/kg.

Muslinger og skaldyr: Indholdet af cadmium i importerede skaldyr er højere end i spisefisk. Koncentrationer af cadmium ligger mellem 0,008 og 0,289 mg/kg. Specielt er det muslinger som blåmusling og kammusling, hvor man finder højere koncentrationer. Muslinger er filtrerende organismer og kan derfor akkumulere metallerne fra vandet og opkoncentrere dem i kødet. Andre undersøgelser (Fødevarerdirektoratet, 2001) har ligeledes fundet forhøjede koncentrationer af cadmium i kammuslinger fra Grønland med indhold på 2-4 mg/kg. En undersøgelse af bl.a. cadmium i muslinger og skaldyr er planlagt til 2003.

Fiskeolie: Indholdet af cadmium i fiskeolie er ikke kendt, men antages at være lavt grundet cadmiums bindingskemi.

Forekomst af arsen

Alle fødevarer indeholder arsen i større eller mindre mængde, men høje indhold af arsen forekommer naturligt i fisk og skaldyr. I fisk findes arsen langt overvejende som den ugiftige forbindelse arsenobetain, mens de mere giftige uorganiske arsen-forbindelser udgør ca. 1 - 5 % af det totale indhold.

Fisk: Indholdet af arsen i fisk (tabel 6.1) varierer fra art til art og fra område til område (i størrelsesorden 1 - 10 mg/kg). Variationen antages at skyldes biologiske faktorer som f.eks. levested og fødevalg og ikke en forurening af havet med arsen.

Skaldyr og muslinger: Indholdet af arsen i importerede skaldyr ligger mellem 0,2 og 13,5 mg/kg med de højeste koncentrationer fundet i krabber og jomfruhummere.

6.1.3 Toksikologi af metaller

Toksikologi af methylkviksølv

For methylkviksølv er der foretaget forskellige toksikologiske vurderinger, som her gennemgås kort.

JECFA fastsatte i 1972 en PTWI for kviksølv på 300 µg/person/uge (5 µg/kg legemsvægt/uge, heraf højst 200 µg methylkviksølv/person/uge, svarende til 3.3 µg methylkviksølv/kg legemsvægt). PTWI for methylkviksølv modsvarer et dagligt indtag af 0,47 µg methylkviksølv pr. kg legemsvægt. PTWI værdien blev fastsat på baggrund af undersøgelser foretaget i Iran efter en forgiftningsepisode, hvor der blev konstateret alvorlige hjerneskader hos børn født af kvinder, hvor koncentrationen af kviksølv i håret oversteg 10-20 µg/g. JECFA fastholdt i 1978 og 1989 PTWI-værdierne for kviksølv og methylkviksølv. JECFA udtalte i 1989, at det ikke kunne udelukkes, at anvendelse af mere komplekse og subtile neurologiske end-points ville kunne afsløre effekter på et lavere eksponeringsniveau. I 1999 gennemgik JECFA nye oplysninger om methylkviksølv med henblik på at vurdere risikoen ved udsættelse for forskellige niveauer methylkviksølv. JECFA noterede sig, at undersøgelser fra henholdsvis Færøerne og Seychellerne øjensynligt viste modstridende resultater og anbefalede en revurdering af methylkviksølv i 2002, hvor de nyeste resultater fra Seychellerne skulle være tilgængelige. Methylkviksølv er blevet revurderet i juni 2003 af JECFA. JECFA konstaterede, at neurotoksicitet er det mest følsomme end-point for methylkviksølv. Dosis-responsvurderinger af effekten på hjernens udvikling blev på mødet baseret på undersøgelserne fra Færøerne af 7-årige børn, 5½-årige børn fra Seychellerne og af 6-årige børn fra New Zealand. Kviksølvkoncentrationen i moderens hår og/eller navlestrengsblod blev anvendt som biomarkør for fosterets udsættelse for methylkviksølv. JECFA benyttede et gennemsnit af de to undersøgelser til at fastslå, at en mængde på 14 mg/kg i moderens hårprøve afspejler en udsættelse af fosteret som var uden effekter i de to undersøgelser. Herefter beregner JECFA en koncentration i moderens blod på 0,056 mg/L som vil være uden effekt på barnet. Ved beregningen er benyttet en

ratio for hår:blod på 250 udfra et gennemsnit af flere undersøgelser. Steady state-koncentrationen af kviksølv i moderens blod bliver ved 5 µg anvendelse af en kompartment model omregnet til et dagligt indtag af kviksølv under graviditeten. På trods af en halveringstid for methylkviksølv på ca. to måneder vil moderens belastning med methylkviksølv i det store og hele være bestemt ud fra indtaget i andet og tredje trimester af graviditeten. Ved beregningen svarer det til et dagligt indtag på 1,5 µg/kg legemsvægt, som ikke vil give effekter hos barnet. En usikkerhedsfaktor på 3,2 blev anvendt for at tage højde for interindividuelle variationer i de kinetiske parametre der er bestemmende for beregningen af det daglige indtag ud fra kviksølvkoncentrationen i blodet. Ved anvendelse af usikkerhedsfaktoren beregnes PTWI til 1,6 µg/kg legemsvægt. Denne værdi betragtes som tilstrækkelig til at beskytte fosteret under udviklingen.

USA's EPA (Den amerikanske Miljøstyrelse) har i 1995 på baggrund af de samme undersøgelser i Iran foreslået at fastsætte en RfD (Reference Dose) på 0.1 µg/kg legemsvægt/dag. EPA anvendte en usikkerhedsfaktor på 10 ved fastsættelsen af RfD.

Grandjean (1997) har i undersøgelser fra Færøerne fundet en sammenhæng mellem kviksølvindholdet i navlestrengsblod/moderens hår (gennemsnit 4.3 µg/g) ved fødslen og dårligere resultater med hensyn til bl.a. opmærksomhed og sproglige/verbale færdigheder hos syv-årige. På baggrund af konservativ anvendelse af benchmarking modeller har Grandjean foreslået et tolerabelt dagligt indtag på 0.1 - 0.2 µg/kg legemsvægt, svarende til et dagligt indtag på 6 - 12 µg for en kvinde på 60 kg.

Det Amerikanske Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) anvendte i 1999 resultater fra en undersøgelse på Seychellerne til at fastsætte en såkaldt kronisk Minimal Risk Level på 0,3 µg/kg pr. dag.

En nyere undersøgelse omfattende 684 patienter og 742 kontrolpersoner har vist at der findes en sammenhæng mellem indtag af kviksølv, målt som koncentrationen af kviksølv i negle, og risikoen for at få et hjerteinfarkt (Gullar et al., 2002). En anden undersøgelse kunne dog ikke bekræfte dette fund (Yoshizawa et al., 2002). JECFA understreger i 2003, at der ikke endnu er konklusive oplysninger om methylkviksølvs cardiotoksicitet, men understreger at flere undersøgelser er nødvendige.

Toksikologi af bly

JECFA har fastsat en PTWI på 0,025 mg/kg legemsvægt/uge for bly. Det tolerable ugentlige indtag er fastsat ud fra undersøgelser i mennesker, men der er ikke anvendt nogen stor sikkerhedsfaktor. Det må derfor skønnes at sikkerhedsmargen ikke er væsentlig større end 10.

De mest kritiske sundhedsmæssige effekter af bly er påvirkninger af centralnervesystemets udvikling, herunder evnen til at lære og at huske. De videnskabelige undersøgelser i forsøgsdyr og mennesker tyder på, at små børn er mest følsomme, og det drøftes forsat om der kan ses effekter hos børn ved eksponering under den nuværende PTWI.

Toksikologi af cadmium

JECFA har fastsat en PTWI værdi på 0,007 mg/kg legemsvægt/uge for cadmium. Det drøftes imidlertid internationalt, om PTWI-værdien for cadmium skal sættes ned, hvilket vil skærpe risikovurderingen. Danskernes indtag af cadmium ligger altså højt set i forhold til gældende PTWI, der modsvarer påvirkningen af biomarkører for toksiske effekter på nyrerne hos de mest følsomme.

Cadmium bindes primært i lever og nyrer, og giftvirkningen påvirker især nyrerne. Da cadmium ophobes i nyrerne over mange år ses effekterne især hos ældre mennesker. Der er ny viden, der belyser specielle risikogrupper mht. biotilgængeligheden af cadmium. Personer med en lav jernstatus, kan optage mere cadmium end personer med god jernstatus. Der er ny viden, der tyder på, at cadmium også kan spille en rolle ved udvikling af osteoporose.

Toksikologi af arsen

JECFA har fastsat en PTWI på 0,015 mg/kg legemsvægt for uorganisk arsen. Indholdet af arsen i fisk og skaldyr er overvejende ugiftige organiske arsen-forbindelser (Fødevaredirektoratet 2000). Generelt er de uorganiske arsen-forbindelser mere giftige end de organiske forbindelser og de trivalente uorganiske forbindelser mere giftige end de pentavalente forbindelser. Visse uorganiske arsen-forbindelser kan forårsage kræft hos mennesker. Hyppigste kræftform er hudkræft, hvor der er fundet en sammenhæng mellem forekomst af hudkræft og indtag af arsen i drikkevand eller via medikamenter. Arsen giver toksiske effekter i en række organer, hvoraf de vigtigste effekter er forandring i huden samt kredsløbsforstyrrelser. Nul-effekt niveau for kroniske effekter er 0,001 mg/kg hos forsøgsdyr.

6.1.4 Indtag af metaller

Indtag af methyalkviksølv

Fisk og skaldyr er en væsentlig kilde til indtaget af kviksølv i den danske befolkning og bidrager med ca. 28 % til det gennemsnitlige kviksølvindtag. Det samlede kviksølvindtag fra alle kilder i kosten er for perioden 1993-97 beregnet til 4 µg/dag for gennemsnittet af den danske befolkning, og 7 µg/dag for 95-percentilen. Indtaget af kviksølv gennem kosten er meget afhængig af indtaget af fisk og skaldyr samt indtaget af store rovfisk med højt kviksølvindhold. I den danske befolkning er indtaget af muslinger generelt meget lavt (ca. 0,03 g/dag), og muslinger bidrager derfor ikke reelt til kviksølvindtaget.

Det er Fødevederedirektoratets vurdering, at der kan være sundhedsmæssige problemer for kvinder at spise store mængder af methyalkviksølvholdige fisk under graviditeten og i ammeperioden på grund af det muligvis snævre tidsinterval for effekten af kviksølv på fosteret/barnet. Samtidig skal det tolerable indtag for denne periode betragtes som et dagligt indtag og ikke som et ugentligt indtag.

På grund af methyalkviksølvs potentielle toksiske effekt baseres den sundhedsmæssige vurdering på worst case scenarier, der dog tager udgangspunkt i kostrådet om at spise 200-300 gram fisk om ugen.

Det antages, at en gravid kvinde spiser på 200-300 g fisk ugentligt og fisken er tun, makrel, lidt sandart fra Esrum Sø, og røget ålekonge fra Skagen (sildehaj). Tunen overholder lige netop grænseværdien for kviksølv på 1 mg/kg. Herudover spiser hun lidt svinelever og nogle rejer og skaldyr. Indtaget af kviksølv kan herved let blive 200 til 300 mikrogram kviksølv pr. uge. Det er betydeligt over, hvad den nuværende PTWI anser for sundhedsmæssigt acceptabelt. Ved et worst case scenarie kan der således også findes gravide i Danmark, som kan få for meget kviksølv, selv om vi har rimelig dokumentation for at 95-percentilen af forbrugere ikke vil indtage for meget. Hvis kvinden desuden kun vejer 50 kg vil der kunne være 200 % overskridelse af den nye PTWI.

Et andet worst case scenarie er en gravid kvinde, som spiser en tunbøf på 200 gram med et kviksølvindhold på 1 mg/kg. Indtaget af kviksølv er hermed 200 µg alene fra tunbøffen, og giver dermed ikke plads til andre bidrag af kviksølv i den uge uden at PTWI overskrides.

Det er derfor Fødevaredirektoratets vurdering, at der kan være sundhedsmæssige problemer for kvinder ved at spise store mængder af methykviksølvholdige fisk under graviditeten og i ammeperioden. På denne baggrund anbefales det, at gravide og ammende kvinder undlader at spise hovedmåltider bestående af store rovfisk. På grund af det lavere indhold af kviksølv i tun på dåse udgør dåsetun dog ikke samme problem som tunbøffer.

Den kritiske effekt er påvirkning på det tidspunkt, hvor barnets udvikling af hjernen finder sted. Udviklingen ligger i den sidste halvdel af graviditeten samt umiddelbart efter fødsel. Kostrådet gælder derfor kun for gravide og ammende kvinder og ikke for kvinder i den fødedygtige alder, da en evt. høj blodkoncentration vil være reduceret, hvis kvinden ikke har indtaget fisk med højt kviksølv-indhold i den sidste halvdel af graviditeten. Af hensyn til forsigtighedsprincippet gælder kostrådet fra det tidspunkt, hvor graviditeten er konstateret samt under amning.

Indtag af bly

Det samlede indtag af bly er estimeret til gennemsnitligt 18 µg/dag svarende til 8 % af PTWI. 95-percentilen for indtag af bly er på 28 µg/dag. Indtaget af bly fra fisk, skaldyr og fiskeprodukter er ringe og udgør mindre end 1 % af det samlede indtag. Med den nuværende viden må bly i fisk og skaldyr anses for ikke at udgøre noget sundhedsmæssigt problem.

Indtag af cadmium

Indtaget af cadmium ligger på trods af forureningsbegrænsende tiltag blandt miljømyndighederne uforandret til svagt faldende, i gennemsnit på ca. 17 µg/dag (28 % af PTWI) med en 95-percentil på 28 µg/dag (47 % af PTWI) (Fødevaredirektoratet 2000). Med udgangspunkt i den gældende PTWI-værdi er der altså kun ca. en faktor 3 op til det erkendte effekt-niveau.

Fisk bidrager kun med en meget lille del til cadmiumindtaget, ca. 0,2 µg/dag (0,3 % af PTWI), og der findes ikke beregninger over indtag fra muslinger og skaldyr fra Danmark. Fra europæiske lande vurderes indtaget fra fisk meget forskelligt (fra 0,02 til 1,28 µg/dag). I Spanien og Frankrig vurderes indtaget af cadmium fra muslinger og skaldyr til at være højere end indtaget fra fisk (3,46-3,85 µg /dag) (European Commission, 2000).

Indtag af arsen

Danskernes indtag af arsen er estimeret til mellem 89 og 118 µg/dag. Heraf udgør arsenbidraget alene fra fisk og skaldyr mellem 65 og 86 µg/dag, dvs. ca. 73 % (Fødevaredirektoratet 2000). Det antages her, at 5 % af arsenindholdet er uorganisk arsen. Med den nuværende viden må arsen i fisk anses for ikke at udgøre noget sundhedsmæssigt problem.

6.1.5 Konklusion på metaller

Konklusion på kviksølv

- PTWI fastsat af JECFA i juni 2003 til 1,6 µg/kg legemsvægt/uge for methyلكviksølv .
- Indtaget af methyلكviksølv er gennemsnitligt 28 % af PTWI.
- 95-percentilen for indtaget af methyلكviksølv er 50 % af PTWI.
- Fisk bidrager med ca. 28 % af det samlede indtag (svarer til 8-14 % af PTWI)
- Muslinger bidrager ikke til indtaget af kviksølv.
- Gravide og ammende bør ikke spise hovedmåltider af store rovfisk med højt indhold af kviksølv, jf. det eksisterende kostråd. Kostrådet gælder for store rovfisk som f.eks. tun, røkke, hellefisk, oliefisk (escolar), sværdfisk, sildehaj, gedde, aborre og sandart. Gravide og ammende rådes fra at spise disse fiskearter i store portioner - for eksempel som tunbøf. De kan dog godt spise disse fisk i begrænset omfang - for eksempel i tun-salat. Alle andre almindelige spisefisk kan frit spises. Dåsetun har et lavt indhold af kviksølv og er ikke omfattet af kostrådet.

6.1.6 Konklusion på bly

- PTWI fastsat af JECFA er 25 µg/kg legemsvægt/uge (f.eks. 214 µg/60 kg person /dag).
- Indtaget er gennemsnitligt 8 % af PTWI.
- 95-percentilen for indtaget af bly er 13 % af PTWI.
- Fisk bidrager med mindre end 1 % af det samlede indtag af bly.
- Blyindholdet i fisk er generelt lavt og bidrager ikke væsentligt til indtaget.

6.1.7 Konklusion på cadmium

- PTWI fastsat af JECFA er 7 µg/kg legemsvægt/uge for cadmium (f.eks. 60 µg/60 kg person /dag).
- Indtaget er gennemsnitligt 28 % af PTWI for cadmium.
- 95-percentilen for indtaget af cadmium er 47 % af PTWI.
- Fisk bidrager med ca. 1 % af indtaget af cadmium (0,3 % af PTWI).

- Cadmiumindholdet i fisk er generelt lavt og bidrager ikke væsentligt til indtaget. Kammuslinger fra arktiske områder har dog generelt et højt indhold af cadmium, hvorfor et stort konsum af kammuslinger kan bidrage til forøget indtag af cadmium.

6.1.8 Konklusion på arsen

- PTWI fastsat af JECFA er 15 µg/kg legemsvægt/uge for uorganisk arsen (f.eks. 129 µg/60 kg person /dag).
- Indtaget af uorganisk arsen er gennemsnitligt 3-5 % af PTWI.
- Fisk bidrager med ca. 2-3 % af PTWI.
- Fisk indeholder primært organisk arsen, som er uden sundhedsmæssige problemer. Indholdet af uorganisk arsen er lavt, og bidraget fra fisk er lavt.

6.2 Organiske tinforbindelser

6.2.1 Regler for organotin

For organotin i fødevarer er der ingen specifikke grænseværdier, men en konkret vurdering vil blive foretaget i henhold til fødevarerlovens bestemmelser om fødevarer sikkerhed. Miljøstyrelsen har regler, som vil udfase anvendelsen af organotin til visse anvendelser. Ifølge Miljøstyrelsens regler må organotin ikke sælges eller anvendes som biocidmidler, bestemt til at hindre tilgroning med mikroorganismer, planter eller dyr på fartøjer, bure, flåd, net og andet udstyr, som anvendes helt eller delvist i vand.

6.2.2 Forekomst af organotin

Organiske tinforbindelser stammer bl.a. fra anvendelsen som begroningshæmmende bundmaling til skibe, hvorfra de frigives til det marine miljø. Koncentrationen af organotin i det marine miljø er derfor stærk korreleret med hyppigheden af skibstrafik samt afstanden til større havneområder.

Der findes relativt høje indhold af organotin (typisk 0,1-1 mg/kg) i muslinger over hele verden hvilket skyldes muslingernes fødevaner samt deres manglende evne til at nedbryde tributyltin (TBT) til dibutyltin (DBT), monobutyltin (MBT) og uorganisk tin som observeres i fisk og hos pattedyr. I fisk ses som regel lavere koncentrationer, men som for andre forureninger ophobes organotin igennem fødekæden. Derudover er TBT-indholdet højt i fisk (f.eks. skrubber) hvis byttedyr bl.a. er muslinger og snegle. TBT koncentrerer særligt i dyrenes lever og fedtvæv.

Der findes kun få undersøgelser til belysning af indholdet af organiske tinforbindelser i fisk og skaldyr fra danske farvande, og sådanne undersøgelser har typisk fokuseret på det miljømæssige aspekt og ikke på fisk og skaldyr til konsum (Strand & Jacobsen, 2000). Resultaterne viser som forventet, at de indre danske farvande er relativt højt belastet med organiske tinforbindelser på grund af megen skibstrafik og lav vanddybde. En større kortlægning af indholdet af organiske tinforbindelser i konsumfisk og skaldyr i Danmark er planlagt til gennemførelse i 2003-2004.

Tyske undersøgelser refereret i SCOOP-rapporten fra 2003 opgivet data for organotinforbindelser i forskellige fiskerivarer (tabel 6.2).

Tabel 6.2 Indhold af organiske tinforbindelser i fisk og skaldyr ($\mu\text{g}/\text{kg}$ som anion). Tyske data fra SCOOP-rapport 2003 (SCOOP, 2003).

Fødevarer	TBT	DBT	MBT	TPT	DPT	MPT
Muslinger*	49,4	16,5	5,2	5,5	2,2	2,0
Krebsdyr*	3,0	0,9	0,9	1,1	0,8	0,5
Ferskvandsfisk – sø/dambrug*	22,3	5,1	4,8	12	2,7	2,5
Ferskvandsfisk – Havn/brakvand	43,8	2,7	3,2	20,7	6,9	3,5
Saltvandsfisk*	8,8	1,7	1,3	4,5	0,8	1,5
Konserverede fisk*	7,4	2,8	13,6	4,0	2,2	2,5
Fiskeolie **	27,0	27,0	2,4	6,4	11,0	2,8

*Middeltal for en større gruppe enkeltkoncentrationer

**Data fra Holland

6.2.3 Toksikologi af organotin

Organotinforbindelsernes effekt på sundheden er i mindre grad belyst. Dyreforsøg har vist, at det hos pattedyr specielt er immunsystemet, der påvirkes, og at hormonforstyrrelser samt reproduktionsforstyrrelser ses ved højere koncentrationer. Der er ikke i EU fastlagt PTWI- eller TDI-værdier, men i Holland arbejdes med en midlertidig TDI-værdi på $0,25 \mu\text{g}$ for TBT pr. kg legemsvægt. Denne understøttes af den amerikanske miljøstyrelses værdi på $0,3 \mu\text{g}$ TBT/kg legemsvægt. WHO har fastlagt en NOAEL værdi på $0,3 \mu\text{g}$ TBT/kg legemsvægt/dag for immuntoksiske effekter i dyreforsøg.

6.2.4 Indtag af organotin

Der er ikke på nuværende tidspunkt tilstrækkelige data til at anslå danskernes indtag af organisk tin eller om dele af befolkningen overskrider en NOAEL-værdi.

Et EU-samarbejde (SCOOP) i 2003 skulle bidrage til risikovurderingen af EU-borgernes indtag af organiske tinforbindelser. Tyske data i SCOOP-rapporten viser, at tributyltin er den største kilde til organotin fra fisk og skaldyr. Den tyske befolkning indtager gennemsnitligt ca. 3 % af den hollandske TDI for tributyltin, og at 95-percentilen for indtaget af tributyltin er 18 % af TDI'en. Såfremt det antages, at alle organotin-forbindelserne har samme toksikologiske effekt, og den hollandske TDI anvendes på det totale indtag af alle organotinforbindelserne vil det gennemsnitlige indtag af organotin være 4 % af TDI og 95-percentilen vil være 22 % af TDI.

6.2.5 Konklusion på organotin

- Holland har fastsat en TDI på 0,25 µg/kg legemsvægt for TBT (f.eks. 15 µg/60 kg person /dag).
- WHO har fastlagt en NOAEL værdi på 0,3 µg TBT/kg legemsvægt.
- Indtaget af organotin i Danmark antages at være under TDI.
- Indtaget i Tyskland er gennemsnitligt 3,2 % af den Hollandske TDI for tributyltin. Det estimeres, at det totale indtag af organotin gennemsnitligt er 18 % af TDI.
- 95-percentilen for tyskernes indtag af tributyltin er 4 % af TDI. Det totale indtag af organotin estimeres at være ca. 22 % af TDI.
- Indholdet af organotin i fisk kan muligvis godt være højt, men der foreligger endnu ikke tilstrækkeligt med data til at lave en egentlig vurdering. Indtaget vurderes dog at være under TDI, hvorfor organotin ikke antages at være et sundhedsmæssigt problem i relation til indtag af fisk.

6.3 Dioxiner og dioxinlignende PCB

6.3.1 Regler for dioxiner og dioxinlignende PCB

Indholdet af dioxin i fiskerivarer til humant konsum har været reguleret på EU-plan siden 1. juli 2002 med hjemmel i kontaminantforordningen. Der er fastsat specifikke grænseværdier for dioxin i fiskerivarer, med undtagelse af fiskelever og fiskerogn, samt grænseværdier for fiskeolie til konsum. For de produkter, hvor der ikke er en specifik grænseværdi, skal indholdet vurderes konkret i henhold til fødevarerlovens bestemmelser om fødevarer sikkerhed.

6.3.2 Forekomst af dioxiner og dioxinlignende PCB

"Dioxiner" (polychlorerede dibenzo-para-dioxiner og -dibenzofuraner) er en gruppe af nærtbeslægtede chlorholdige stoffer, som dannes i små mængder ved forbrændingsprocesser (f.eks. affaldsforbrænding) og forskellige industrielle processer. De kan også forekomme som forurening i forskellige chlorholdige kemikalier. Dioxinerne forekommer overalt i miljøet.

Dioxinerne opkoncentreres i fødekæderne og forekommer i fedtholdige animalske produkter og fisk. De ophobes i menneskers fedtvæv og udskilles med modermælken. De væsentligste kilder til dioxiner i danskernes kost er fede fisk, mejeriprodukter og fedt fra kød.

Visse PCB-forbindelser har samme toksiske effekter som dioxin. Eksponeringen for dioxinlignende PCB skal derfor medtages, når den humane belastning med dioxin skal vurderes. Kilderne til PCB er andre end for dioxinerne, men når først PCB optræder som miljø- eller foderforurening følger de samme sprednings- og eksponeringsveje som dioxinerne.

Der er generelt en mangel på data med indhold af dioxin, og især dioxinlignende PCB, i fisk. I tabel 6.3 er de nyeste tilgængelige data medtaget.

Fisk: Indholdet er størst i fede fisk fra den østlige del af Østersøen og den Botniske Bugt og aftager stærkt, når det gælder magre fisk eller fisk fra mere vestlige farvande. Svenske data for laks fra den sydlige del af Østersøen viser, at indholdet af dioxin er stigende med størrelsen på laksen, og at store laks fra Østersøen har et højere indhold af dioxin end den gældende grænseværdi.

Muslinger: Der er kun få data på muslinger, men da fedtindholdet er lavt vil det forventelige indhold generelt være på niveau med indholdet i de magre fiskearter.

Krebsdyr: Der er ligeledes få data på krebsdyr, men det lave fedtindhold resulterer generelt i lave indhold, dvs. på linje med indholdet i magre fisk. En undtagelse er dog visse fedtholdige dele af f.eks. krabber, der afhængig af det marine forureningsniveau kan have høje indhold af dioxin og PCB.

Fiskeolie: Fiskeolie solgt som kosttilskud har været undersøgt for indhold af dioxin m.m. i flere lande. Især produkter baseret på levertran (f.eks. torskelevertran) har haft meget høje niveauer af dioxin og dioxinlignende PCB. Indholdet er dog nu reguleret med en grænse-

værdi for dioxin på 2 pg WHO-TEQ/g fedt. Hertil skal lægges indholdet af dioxinlignende PCB, der kan variere alt efter råvaren, der er brugt til produktionen af fiskeolien og eventuelt efter den renseproces, der har været anvendt. I de stikprøver, der i de senere år er blevet analyseret i Danmark, har det samlede indhold af dioxin og dioxinlignende PCB i de fleste produkter ikke overskredet 2 pg WHO-TEQ/g fedt, men har dog i enkelte tilfælde været op til 12 pg WHO-TEQ/g fedt. Fiskeolie er ikke en del af de samlede kost anbefalinger Fødevarerdirektoratet giver. Det anbefales at få næringsstoffer mm. igennem varieret kost og herunder gennem et varieret fiskeindtag.

Tabel 6.3. Data for dioxin.

Fiskeart	Farvand/ Oprindelse	År	Antal prøver	pg WHO-TEQ/g vådvægt			Ref.
				PCDD/F	PCB	Sum PCDD/F og PCB	
Fed og mellemfed fisk							
Havkat	Norge	1997	2	0,49, 0,86			4
Havkat	Grønland	1995	1	0,39			4
Helleflynder	Grønland	1995-97	10	0,10 - 1,0			4
Helleflynder	Nordsøen	1997	1	1,5			4
Helleflynder	Færøerne	1997	1	1,1			4
Helleflynder	Island	1997	1	1,5			4
Helleflynder	Norge	1997	4	0,30 - 0,47			4
Laks (2-3 kg)	Syd for Gotland	2002	pool	2,3			8
Laks (3-5 kg)	Syd for Gotland	2002	pool	3,0			8
Laks (5-7 kg)	Syd for Gotland	2002	pool	5,1			8
Laks (8-18 kg)	Syd for Gotland	2002	pool	5,4			8
Laks	Botniske Bugt	2001	pool	3,1 - 7,8			6
Laks	Gotland	2000	10	3,2	5,2	8,4	6, 7
Makrel	Biscayen	1995-98	11	0,15 - 0,66			4
Makrel	Nordsøen	1997	1	0,33			4
Makrel	Norge	1993	pool	0,52	2,1	2,6	5
Rødfisk	Norge	1997	5	0,11 - 0,23			4
Rødfisk	Nordsøen	1997	4	0,18 - 0,75			4
Rødfisk	Grønland	1995	6	0,068 - 0,30			4
Sardin	Biscayen	1995	4	0,37 - 0,79			4
Sild	Nordsøen	2000-02	9	0,39 - 1,9	0,31 - 2,0	0,70 - 3,9	1, 2
Sild	Østersøen	2000-02	9	0,73 - 2,9	0,88 - 4,7	1,6 - 7,6	1, 2
Sild	Botniske Bugt (nord)	2000	pool	4,6 - 6,8	4 - 5,5	10 - 11,5	6, 6
Sild	Botniske Bugt (midt)	2000	pool	4,5 - 11	3,5 - 7,5	8 - 18	6, 7
Sild	Botniske Bugt (syd)	2000	pool	1,7 - 2,9	1,5 - 3	3,5 - 5,5	6, 7
Sild	Kattegat (Fladen)	2000	pool	1,0			6, 7
Sild	Norge	1998	5	0,88 - 1,3			4
Sild	Nordsøen	1996-97	7	0,32 - 0,81			4
Sild	Østersøen	1996	10	0,67 - 3,1			4
Sild	Norge	1993	pool	1,1	2,8	3,9	5
Sild	Irland	195	3	0,38 - 0,53			4
Torskelever	Norge	1994	pool	4,8	57	61	5
Ørred	Botniske Bugt	2001	pool	0,43 - 4,8			6
Ål (sølv)	Øresund	2002	5	1,1 - 3,9	2,5 - 8,3	3,6 - 12	2

Fiskeart	Farvand/ Oprindelse	År	Antal prøver	pg WHO-TEQ/g vådvægt			Ref.
				PCDD/F	PCB	Sum PCDD/F og PCB	
Ål (gule)	Svenske vestkyst	2001	pool	0,51			6
Ål (gule)	Botniske Bugt	2000	pool	0,64 - 0,74	2,9 - 4,1	3,9 - 5	6, 7
Ål (sølv)	Botniske Bugt	2001	pool	0,84 - 1,5			6
Mager fisk							
Gråsej	Canada	1998	1	0,007			4
Kulmule	Stillehavet	1998	1	0,030			4
Kulmule	Chile	1998	1	0,005			4
Kulmule	Argentina	1998	1	0,006			4
Kulmule	Biscayen	1995	1	0,086			4
Rødspætte	German Bright	1997	1	0,36			4
Rødspætte	Nordsøen	1996	2	0,21, 0,37			4
Rødspætte	Norge	1994	pool	0,18	2,6	2,8	5
Sej	Nordsøen	1995-97	5	0,033 - 0,17			4
Sej	Norge	1997	2	0,022, 0,028			4
Torsk	Norge	1997	8	0,024 - 0,070			4
Torsk	Nordsøen	1995	5	0,038 - 0,074			4
Opdrættet fisk							
Dambrugsørred	Danmark	2000-02	10	0,18 - 0,75	0,39 - 2,0	0,59 - 2,8	1, 2
Dambrugsørred	Danmark	1998	2	0,31, 0,35			4
Havbrugslaks	Norge	2001	pool	0,64			6
Havbrugslaks	Norge	1997	6	0,26 - 0,74			4
Havbrugslaks	Norge	1994	pool	0,95	3,6	4,6	5
Krebdyr m.m.							
Blæksprutte	Biscayen	1995	1	0,12			4
Blåmusling	Danmark	1998	1	0,39			4
Brune rejer	Nordsøen	1998	2	0,66, 1,1			4
Rejer	Grønland	1995	1	0,12			4
Rejer	Norge	1997	1	0,25			4
Fiskeolie til kosttilskud							
Fiskeolie	Kropsolie ^a	2002	10	0,10 - 0,64	<0,11 - 11,8	<0,27 - 12	3
Fiskeolie	Torskeleverolie	2000	4	0,58 - 6,7	3,5 - 31	4,0 - 38	1
Fiskeolie	Kropsolie ^a	2000	1	1,9	7,8	9,7	1

^aOlie der er presset ud fra hele fisken. Referencer: 1) Fødevarerdirektoratet, 2000a. 2) Institut for Fødevarerikkerhed og Ernæring, 2002. 3) Forbrugerinformation, 2002. 4) Karl et al., 2002. 5) Statens næringsmiddeltilsyn, 1997. 6) Bjerselius et al., 2002a. 7) Bjerselius et al., 2002b. 8) Livsmedelsverket, Sverige.

6.3.3 Toksikologi af dioxiner og dioxinlignende PCB

Den mest giftige og bedst undersøgte dioxin er 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin (TCDD). TCDD har et bredt spektrum af toksiske virkninger, hvor de mest kritiske i forsøgsdyr omfatter kræftfremkaldende effekt, påvirkning af immunforsvaret, nedsat reproduktions- evne og påvirkning af fostre og ungerens udvikling og adfærd. Endvidere påvirkes forskellige hormonsystemer.

De andre dioxiner og dioxinlignende PCB er langt mindre grundigt undersøgt, men da de virker på samme måde som TCDD, blot med mindre og varierende styrke, har WHO fastsat TCDD toksicitetsækvivalensfaktorer (TEFs) for disse stoffer. Ved at multiplicere koncentrationerne af de enkelte dioxiner og dioxinlignende PCB med deres respektive TEF, kan bidraget til den samlede virkning beregnes som TCDD toksicitetsækvivalenter (WHO-TEQ) (Van den Berg et al. 1998).

I 2001 fastsatte EU's Videnskabelige Komité for Levnedsmidler (SCF) en ugentlig tolerabel indtagelse (TWI) for dioxin og dioxinlignende PCB på 14 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt (SCF 2000, 2001). Vurderingen var baseret på undersøgelser af TCDD, men blev udvidet til at omfatte alle 17 chlorerede dioxiner/dibenzofuraner og 12 dioxinlignende PCB, som WHO har fastsat toksicitetsækvivalenter (TEF) for. De mest følsomme, kritiske effekter i forsøgsdyr var relateret til påvirkning af kønsorganernes udvikling hos hanrotter, hvis mødre var blevet doseret med TCDD i drægtighedsperioden. Mange undersøgelser har vist, at det ikke er den daglige indtagelse af små mængder dioxiner, der har betydning for toksiciteten, men den koncentration, der efter en vis tid opnås i kroppens målorganer (dette gælder generelt for de fleste stoffer, som opkoncentreres i kroppen). For dioxinerne er det vist, at den totale kropsbelastning (body burden) er det mest velegnede mål til at udtrykke "dosis" med. Kropsbelastningen i de rotte-mødre, hvor ovennævnte effekter (laveste effekt-niveau - LOAEL) blev set i det hanlige afkom, var mellem 40 og 100 ng TCDD/kg. I en enkelt undersøgelse sås et NOAEL (nul-effekt-niveau) på 20 ng TCDD/kg. Det er relativt simpelt at beregne det daglige indtag af TCDD, der skal til for at opnå en tilsvarende kropsbelastning (i ligevægt - steady-state) hos mennesker, nemlig fra 20 pg/kg legemsvægt/dag til 50 pg/kg legemsvægt/dag i mere end 30 år for LOAEL og 10 pg/kg legemsvægt/dag i mere end 30 år for NOAEL (halveringstiden for TCDD er 7½ år, og der kræves 4-5 halveringstider for at opnå steady-state). Ud fra disse overvejelser fastsatte SCF TWI til 14 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge (modsvarende et dagligt indtag på 2 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/dag) svarende til at en "tolerabel kropsbelastning" i steady-state på 4 ng/kg legemsvægt efter mere end 30 år. FAO/WHO's ekspertgruppe JECFA fastsatte ud fra de samme undersøgelser et tolerabelt månedligt indtag på 70 pg/kg legemsvægt i 2001 (JECFA 2002).

6.3.4 Indtag af dioxin og dioxinlignende PCB.

Det gennemsnitlige, daglige indtag vurderes i EU at ligge på ca. 2 pg WHO-TEQ /kg legemsvægt/dag, mens det i Danmark vurderes at ligge på ca. 1,7 pg WHO-TEQ /kg legemsvægt/dag. Da indtaget er beregnet som et gennemsnit, viser tallene, at en del af befolkningen har et indtag, der overskrider TDI.

Spædbørn, der ammes, kan indtage op til 100 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/dag med modermælken. Da perioden, hvor børnene ammes, kun udgør en kort periode af menneskets livslængde, og dioxinkoncentrationerne i fedtvæv og målorganer ikke stiger væsentligt på grund af barnets kraftige forøgelse i vægt og vævsfedt, anses dette ikke at udgøre en speciel risiko.

Den mest følsomme risikogruppe for dioxinernes effekter er den gravide kvinde, hvor en alt for høj kropsbelastning med dioxin vurderes at kunne påvirke (dreng)efostret. Som tidligere nævnt har SCF fastsat en TWI for dioxiner og dioxin-lignende PCB på 14 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge, hvilket vil svare til, at der i løbet af mere end 30 år opnås en "tolerabel kropsbelastning" på 4 ng (4000 pg) WHO-TEQ/kg legemsvægt.

Betydningen af fiskekonsum og indtag af fiskeolier hos gravide og kvinder i den fødedygtige alder for opbygningen af denne dioxin-kropsbelastning, kan illustreres ved at tage udgangspunkt i de grænseværdier, som er gældende for dioxin, dvs. 4 pg WHO-TEQ/g vådvægt for spisefisk og 2 pg WHO-TEQ/g fedt for fiskeolier til konsum.

Dersom kvinder i den fødedygtige alder indtager 3 g fiskeolie/dag (den mængde, der i de fleste tilfælde anbefales af producenterne), som indeholder 2 pg WHO-TEQ/g, bliver det ugentlige indtag 42 pg WHO-TEQ/dag eller 0,7 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge for en person, der vejer 60 kg. De fleste undersøgte kommercielle fiskeolier viser indhold af dioxiner og dioxinlignende PCB, som er lavere end 2 pg WHO-TEQ/g fedt, og selv i de tilfælde, hvor der er fundet op til 12 pg WHO-TEQ/g fedt, vil indtaget kun udgøre en mindre del af TWI på 14 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge.

Fødevederedirektoratets eksisterende kostråd er, at man bør spise 200-300 gram fisk om ugen varieret mellem fede og magre fisk. Hvis det således antages, at kvinder i den fødedygtige alder indtager 125 g fed fisk om ugen indeholdende 4 pg WHO-TEQ/g våd vægt fås et ugentligt indtag på 500 pg WHO-TEQ/person, svarende til 8,3 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge for en person, der vejer 60 kg. Dette svarer til ca. halvdelen af TWI. Laks, ål og sild fra Østersøen kan indeholde mere end de 4 pg WHO-TEQ/g vådvægt, især når dioxinlignende PCB inkluderes, og det understreger betydningen af at undgå ensidigt valg af spisefisk set over flere år.

Ud over de generelle kostråd kan specielle kostråd til gravide overvejes. Betydningen af et kostråd til gravide kan illustreres ved at antage, at den gravide forlods i mere end 30 år har indtaget 2 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/dag og opnået en steady state "tolerabel kropsbelastning" på 4000 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt. Dersom en gravid kvinde indtager 3 g fiskeolie indeholdende 2 pg WHO-TEQ/g fedt hver dag under graviditeten, dvs. i 270 dage vil kropsbelastningen kunne stige med 13 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt, dvs. fra 4000 pg WHO-TEQ/kg til 4013 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt.

Indtag af 125 g fed fisk om ugen (svarende til kostrådet om 200-300 gram fisk ugentligt og varieret mellem fede og magre fisk) indeholdende 4 pg/g våd vægt giver et ugentligt indtag på 500 pg/person, svarende til ca. 8,3 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge. Hvis dette sker over 9 måneder (270 dage) vil kropsbelastningen kunne stige med ca. 150 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt, dvs. fra 4000 pg WHO-TEQ/kg til 4150 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt, eller 3,75 %

Selv om disse scenarier for den gravide er baseret på grænseværdierne og ikke har medtaget de dioxinlignende PCB, er der ikke noget, der taler for et behov for yderligere kostråd (udover de generelle) rettet specifik mod den gravide. De generelle kostråd vil beskytte tilstrækkeligt. Det vil være direkte vildledende at hævde, at der kan opnås en beskyttelse ved at afstå fra fede fisk under graviditeten. Hvis det f.eks. antages, at den gravide overhovedet ikke indtager dioxin under hele graviditeten vil kropsbelastningen i løbet af 270 dage falde fra de 4000 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt til 3736 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt.

6.3.5 Konklusion på dioxin

- Indholdet af dioxin i fisk og fiskeolie er reguleret med harmoniserede EU-grænseværdier.
- SCF har fastsat en TWI for dioxin og dioxinlignede PCB på 14 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/uge (f.eks. 840 pg/60 kg person /uge). JECFA har sat en TMI på 70 pg WHO-TEQ/kg legemsvægt/måned. Den kritiske effekt er en påvirkning af de mandlige kønsorganer i fosterlivet.
- Det gennemsnitlige danske indtag af dioxin er på ca. 85 % af TWI.
- En del af befolkningen har et indtag, der overskrider TWI.
- Fisk bidrager med ca. 50 % til indtaget af dioxin og dioxinlignende PCB.

- Indtaget af dioxin er højt i forhold til TWI, og fisk bidrager væsentligt til indtaget. Det er den totale kropsbelastning med dioxin og dioxinlignende PCB, der har betydning, og da disse stoffer har en lang halveringstid i kroppen, vil en nedsættelse af fiskeindtaget under graviditeten ikke ændre kropsbelastningen væsentligt, hvorfor der ikke er behov for særligt kostråd rettet mod gravide.
- Datagrundlaget for dioxin og PCB i fisk fanget i danske farvande er sparsomt, men Fødevaredirektoratet har et igangværende projekt for at indsamle flere data – specielt på fede fisk.

6.4 Polychlorede biphenyler (PCB)

6.4.1 Regler for PCB

For PCB i fødevarer er der ingen specifikke grænseværdier, hvorfor der vil blive foretaget en konkret vurdering efter fødevarelovens bestemmelser om fødevarer sikkerhed.

6.4.2 Forekomst af PCB

PCB (polychlorede biphenyler) er en gruppe af forbindelser (normalt kaldet PCB-congenerer), der har været anvendt inden for industrien siden 1930'erne som bl.a. isolatorer i kondensatorer og transformatorer. Endvidere er PCB blevet anvendt som brandhæmmere i hydrauliske systemer og som tilsætning til maling, tryksværte, kølevæsker og skærelolier og som blødgørere i plast. I Danmark er der i 1980'erne fastsat regler, der har ført til væsentlige begrænsninger i anvendelsen af PCB.

PCB-indholdet i fisk blev tidligere bestemt som et totalt indhold af PCB. Som alternativ til dette er der siden midten af 1990'erne anvendt analysemetoder, hvor der foretages en specifik bestemmelse af individuelle PCB-congenerer. I tabel 6.4 er angivet summen af de normalt anvendte 10 specifikke PCB-congenerer i danske fødevarer fra den danske overvågning af fødevarer (1993-1997) (Fødevaredirektoratet, 2000).

Tabel 6.4. Estimeret gennemsnit af summen af de 10 congenere (28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 170, 180) ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vådvægt). Datagrundlaget er sparsomt og varierer fra 2 til 46 prøver bag hvert gennemsnit.

Fødevarer	Østersøen	Kattegat	Nordsøen	Skagerak	Bælthavet	Øresund	Ukendt Havområde
Laks	50						
Makrel		21	14	26			17
Sild	32	14		15	13		16
Torskelever	554	439	219	342	534	679	228
Ål							48
Dåsemakrel i tomat							10

Fødevarer	Østersøen	Kattegat	Nordsøen	Skagerak	Bælthavet	Øresund	Ukendt Havområde
Dåsetun i vand							2

Muslinger: I år 2000 blev de laveste middelinhold for summen af PCB fundet i muslinger fra Storebælt og Øresund, med indhold på under 1 µg/kg. Den højeste middelværdi blev fundet i muslinger fra Horsens Fjord, med 7,6 µg/kg våd vægt og fra Odense Fjord med 5,8 µg/kg våd vægt (NOVA). Der blev i alt undersøgt muslinger fra 13 fjorde, bugter og bælte, og de fleste andre middelinhold lå på mellem 2 til 3 µg/kg våd vægt.

Krabber, krebs og rejer: Fedtindholdet i krebs og rejer er meget lavt, men højere i krabbe. Indholdet af PCB i rejer fra Canada/Grønland viser, at indholdet i rejekød herfra er meget lavt (der var ikke påvist indhold).

Fiskeolie: Da PCB akkumuleres i fedt, kan man finde indhold af PCB i fiskeolie, herunder fiskeolie, der indgår i fødevarer eller indtages som kosttilskud. Indholdet i fiskeolier varierer meget. Nogle olier er praktisk taget fri for indhold af PCB, mens andre olier indeholder meget høje niveauer. Fødeveddirektoratet har undersøgt PCB indholdet i fiskeolie som kosttilskudspræparater og resultaterne viste, at PCB ikke blev påvist i ca. 40 % af prøverne. De fiskeolier, hvor i der blev fundet PCB indeholdt ligeledes chlorpesticider. Et ca. middelinhold for summen af de 10 congenere lå på 80 µg/kg fiskeolie, mens det højeste indhold af PCB-sum var på 380 µg/kg fiskeolie, hvor der næsten udelukkende blev fundet høje indhold i torskaleverolie.

6.4.3 Toksikologi af PCB

Den sundhedsmæssige vurdering af PCB kompliceres ved, at der er tale om blandinger af stoffer (congenere) med forskellige toksikologiske egenskaber. PCB-blandingerne indeholder congenere, der har dioxinlignende virkninger, de såkaldte non-ortho og mono-ortho substituerede "coplanare" PCB. Vurderingen af disse er indeholdt i ovennævnte TWI for dioxiner og dioxinlignende PCB. Blandt de resterende PCB, som ikke har dioxinvirkning, er eventuelle effekter langt dårligere belyst, men det vides, at nogle kan være neurotoksiske og andre har leverkræft-fremmende effekter. De fleste toksikologiske undersøgelser af PCB er blevet foretaget med de oprindelige, kommercielle handelsprodukter, som ikke er repræsentative for de blandinger, der opkoncentreres i fødekæderne. Fra undersøgelserne med de kommercielle blandinger kan der ikke entydigt etableres et NOAEL. Effekterne domineres til en vis grad af de dioxinlignende PCB, men

summarisk kan det siges, at et eventuelt NOAEL vil være lavere end 5 µg/kg legemsvægt/dag, baseret på adfærds- og reproduktionsundersøgelser i rotter og aber.

Der hersker en del usikkerhed vedrørende ikke-dioxinlignende PCBs effekter i mennesker. De undersøgelser, som foreligger, er særdeles usikre, da nogle af de observerede virkninger kan skyldes andre faktorer end PCB, herunder dioxiner.

Med den nuværende viden må det antages, at den langt mest følsomme risikogruppe er ufødte fostre, og dermed indirekte kvinder i den fødedygtige alder. De effekter, der er på tale, er en påvirkning af centralnervesystemets (hjernens) udvikling hos fosteret, med nedsat visuel genkendelsesevne (indlæringssevne) til følge. Det skal understreges, at i de undersøgelser, som foreligger, har der været tale om meget subtile påvirkninger uden afgørende betydning for børnenes generelle udvikling og funktion. Det er endvidere kvindens samlede, kumulerede indtag over mange år, der har betydning; ikke lejlighedsvis indtag af høje koncentrationer. Med baggrund i undersøgelser af børn af kvinder, som i gennemsnitlig 16 år konsumerede fede fisk fra Michigansøen i USA, med et gennemsnitligt PCB-indhold på 6.5 mg/kg (og en lang række andre forurenings-komponenter) er et dagligt indtag af ca. 20 µg PCB pr. person (0,4 µg/kg kropsvægt/dag) blevet foreslået som værende uden effekt på fosteret. Det skal anføres, at det stadig er usikkert og omdiskuteret, om omtalte effekter skyldtes indholdet af PCB.

Fødevarerdirektoratet har alligevel anvendt ovennævnte resultater ved vurdering af PCB-indholdet i de produkter af fiskeolier, der af nogle anvendes som dagligt kosttilskud, og har vurderet, at indholdet af total PCB ikke bør overstige 400 µg/kg olie. Samtidigt vurderes det, at indholdet af PCB 153 ikke bør overstige 100 µg/kg. Som baggrund for denne specifikke vurdering blev anvendt en vejledende tolerabel daglig indtagelse (TDI) for total PCB på 0,1 µg/kg kropsvægt, og for PCB 153 på 0,025 µg/kg kropsvægt.

6.4.4 Indtag af PCB

Det samlede estimerede indtag af PCB-sum fra fisk er 0,28 µg/dag. Da indtaget af muslinger, krebs og krabbe er meget lavt, bliver indtaget af PCB fra muslinger ubetydelig i forhold til indtaget af PCB fra fisk.

Den mængde af torskeleverolie som kosttilskud der normalt anbefales voksne at indtage er 5 ml, hvorved det gennemsnitlige indtag af summen af PCB bliver 0,82 µg/dag for torskeleverolie.

6.4.5 Konklusion på PCB

- Vejledende national TDI for summen af PCB er 0,1 µg/kg legemsvægt.
- Det samlede estimerede indtag af PCB-sum fra fisk er 0,28 µg/dag (4 % af TDI)
- Det gennemsnitlige indtag af summen af PCB er 0,82 µg/dag for torskelevertran.
- Indtag af PCB fra muslinger og krebsdyr er ubetydeligt.
- Problemstillingen er den samme som for dioxin – blot er der endnu ingen grænseværdier for PCB.

6.5 Persistente chlorpesticider

6.5.1 Regler for persistente chlorpesticider

Indholdet af persistente chlorpesticider i fisk er ikke reguleret med specifikke grænseværdier, med undtagelse af DDT, hvor der er nationale grænseværdier. For de øvrige persistente chlorpesticider vil der blive lavet en konkret vurdering i henhold til fødevarerlovens bestemmelser om fødevarer sikkerhed.

6.5.2 Forekomst af persistente chlorpesticider

Forekomsten af persistente chlororganiske forbindelser i miljøet ændrer sig relativt langsomt set over en årrække. Tilsvarende udviklingsforløb er også karakteristisk for indholdene i fisk, der bidrager væsentligt til indtaget af chlororganiske forbindelser. Indhold af chlororganiske forbindelser kan stamme fra forurening af miljøet, hvor der på grund af stoffernes fedtopløselighed sker en akkumulering gennem fødekæden. I aquakulturfisk kan indhold af de chlorholdige pesticider også stamme fra restindhold i foderstoffer eller fra anvendelse i dyrenes omgivelser. DDT og andre chlorholdige pesticider nedbrydes langsomt i dyr og mennesker.

I tabel 6.5 sammenfatter indholdene for chlorpesticider fundet ved Fødevarerdirektoratets overvågning af fødevarer 1993-1997 (Fødevarerdirektoratet, 2000).

Tabel 6.5. Estimeret gennemsnits indhold af chlorpesticider (µg/kg vådvægt).

Fødevarer	DDT-sum	Dieldrin	HCB	alfa-HCH	beta-HCH	Lindan	Heptachlor-epoxid
Makrel i tomat, konserver	1,4	0,8	0,7	0,4	0,1	0,6	0,3
Tun i vand, konserver	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0	0,1
Laks:							
Nordsøen	88	3	3	3	3	3	3
Østersøen	59	3	1	1	2	2	1

<i>Fødevarer</i>	<i>DDT-sum</i>	<i>Dieldrin</i>	<i>HCB</i>	<i>alfa-HCH</i>	<i>beta-HCH</i>	<i>Lindan</i>	<i>Heptachlor-epoxid</i>
<i>Makrel:</i>							
Kattegat	5	3	1	1	1	2	1
Nordsøen	2	2	1	2	2	4	2
Skagerrak	5	3	2	3	3	2	2
Ukendt havområde	3	2	1	2	3	4	1
<i>Sild:</i>							
Bælthavet	4	2	0	1	1	1	1
Kattegat	2	2	0	1	1	1	1
Skagerrak	3	3	1	1	2	2	2
Østersøen	31	3	1	2	2	2	2
Ukendt havområde	4	4	0	2	1	2	1
<i>Torskelever:</i>							
Bælthavet	300	28	9	7	7	6	6
Kattegat	190	26	10	6	4	5	6
Nordsøen	380	56	13	18	11	13	13
Skagerrak	98	56	8	8	5	8	5
Øresund	590	34	24	12	6	11	3
Østersøen	720	39	19	16	15	13	6
Ukendt havområde	230	33	9	9	5	15	7
Ål	21	3	1,5	2	3	2	1

Muslinger: I miljøovervågningsprogrammet NOVA indgår måling af HCH og DDT i muslinger. For muslinger er der i 1999 fundet indhold af summen af HCH på 0,11 – 0,7 µg/kg våd vægt og summen af DDT på mellem 0,10 og 1,9 µg/kg.

Krabber, krebs og rejer: Fedtindholdet i krebs og rejer er lavt, men højere i krabbe. Indholdet af chlorpesticider i rejekød fra Canada/Grønland viser, at indholdet er meget lavt. Som et mål for den samlede kroppsbelastning er sum DDT-indholdet estimeret til 0,2-0,7 µg/kg og for HCH på 0,8-1,3 µg/kg, hvorudfra danskernes gennemsnitlige indtag af disse stoffer bliver mindre end 0,001 µg/dag.

Fiskeolie: Da chlorpesticider akkumuleres i fedt, kan man finde indhold af stofferne i fiskeolie. Indholdet i fiskeolier varierer meget. Nogle olier er praktisk taget fri for indhold af chlorpesticider, mens andre olier kan have et meget højt indhold.

Tabel 6.6. Data fra Fødevaredirektoratets undersøgelse af fiskeolie som kosttilskudspræparat (µg/kg)

<i>Fiskeolie</i>	<i>DDT-sum</i>	<i>Dieldrin</i>	<i>HCB</i>	<i>Chlordaner</i>
<i>Gennemsnit</i> (for prøver med påvist indhold)	160	40	20	50
<i>Maksimalt</i>	360	70	30	80

I en undersøgelse fra Fødevaredirektoratet af fiskeolie som kosttilskudspræparater (tabel 6.6) blev der ikke påvist chlorpesticider i ca. 40 % af de 30 prøver. De chlorpesticider, der

er fundet, er stoffer som DDT, HCB, dieldrin og chlordan, hvor høje indhold næsten udelukkende er fundet i torskelertran. Endvidere blev der kun fundet chlorpesticider i de prøver, hvor der også blev fundet PCB.

6.5.3 Toksikologi af persistente chlorpesticider

Gruppen af chlorholdige pesticider, som kan forekomme i fisk, omfatter bl.a. hexachlorbenzen (HCB), hexachlorcyclohexan (β -HCH, lindan), heptachlorepoxyd, dieldrin og DDT + DDE. Fælles for disse stoffer er, at leveren er det mest følsomme organ i forsøgsdyr. Der ses enzyminduktion og histologiske forandringer. Med højere doser er der påvist udvikling af leverkræft i mus og rotter. Ingen af stofferne beskadiger arveanlæggene, og der er bred enighed om, at der findes en tærskelværdi for disse stoffers kræftfremkaldende effekter. I høje doser har stofferne også toksiske effekter på nervesystemet og kan påvirke reproduktionsevnen i forsøgsdyr. Nogle af de chlorholdige pesticider har i reagensglasforsøg vist evne til at påvirke forskellige hormonsystemer, men generelt har der været tale om svage effekter, som ikke overbevisende har kunnet eftervises i forsøgsdyr, med mindre der har været anvendt relativt høje doser. De TDI-værdier, som anvendes af Fødevedirektoratet for disse forureninger fremgår af tabel 6.7.

Tabel 6.7. TDI (tolerabel daglig indtagelse) af visse persistente chlorpesticider.

Forurening	Tolerabel daglig indtagelse $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dag}$	Tolerabel ugentlig indtagelse $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{uge}$
Hexachlorbenzen	0,16	(1,2)
β -HCH	0,6	(4,2)
Lindan (γ -HCH)	1	(7)
Heptachlorepoxyd + heptachlor	0,1	(0,7)
Dieldrin	0,05	(0,35)
<i>p,p'</i> -DDT + <i>p,p'</i> -DDE	0,5	(3,5)

6.5.4 Indtag af persistente chlorpesticider

Det samlede estimerede indtag af DDT-sum fra fisk og fiskeolie er angivet i tabel 6.8. Da gennemsnitsindtaget af muslinger, krebs og krabbe er meget lavt, bliver indtaget af chlorpesticiderne fra muslinger ubetydelig i forhold til indtaget fra fisk.

Tabel 6.8. Indtag af pesticidrester fra fisk og fiskeolie.

	DDT	Dieldrin	Lindan	HCB
TDI ($\mu\text{g}/\text{kg}$ legemsvægt)	0,5	0,05	1	0,16
Estimeret gennemsnitsindtag	0,5 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,3 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,3 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,2 $\mu\text{g}/\text{dag}$
Estimeret indtagelse fra fisk	0,17 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,04 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,03 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,02 $\mu\text{g}/\text{dag}$
Gennemsnitlig indtagelse fra torskelerolie som kosttilskud	0,81 $\mu\text{g}/\text{dag}$	0,12 $\mu\text{g}/\text{dag}$		0,05 $\mu\text{g}/\text{dag}$

	<i>DDT</i>	<i>Dieldrin</i>	<i>Lindan</i>	<i>HCB</i>
<i>Indtag fra fisk og fiskeolie som % af TDI</i>	3 %	5 %	<< 1 %	0,6 %

6.5.5 konklusion på persistente chlorpesticider

- TDI for de persistente chlorpesticider DDT, dieldrin, lindan og HCB varierer mellem 0,05 og 0,5 µg/kg legemsvægt.
- Bidraget af persistente chlorpesticider fra fisk er højest for dieldrin (svarende til 5 % af TDI).
- På trods af at fisk bidrager væsentligt til indtaget af persistente chlorpesticider vurderes det ikke at været et sundhedsmæssigt problem, da indtaget af persistente chlorpesticider generelt er lavt.

6.6 Bromerede flammehæmmere

Bromerede flammehæmmere består af ca. 75 forskellige stoffer eller stofgrupper, hvoraf fire udgør omkring halvdelen af forbruget i Danmark: tetrabrombisphenol A (TBBPA), polybromerede diphenyl ether (PBDE), hexabrom cyclododecan (HBCD) og polybromerede biphenyler (PBB).

6.6.1 Regler for bromerede flammehæmmere

For bromerede flammehæmmere er der ikke fastsat specifikke grænseværdier, men der vil blive foretaget konkrete vurderinger efter fødevarerlovens bestemmelser om fødevarerikkerhed.

6.6.2 Forekomst af bromerede flammehæmmere

Tetrabrombisphenol A (TBBPA) bruges i relativt store mængder, men frigives tilsyneladende kun i begrænset omfang til miljøet, hvor det nedbrydes relativt hurtigt. Det er fundet i spildevandsslam, sedimenter og luftprøver på virksomheder i Sverige samt i blodprøver fra mennesker i Norge, men er endnu ikke påvist i fødevarer.

Polybromerede diphenyl ether (PBDE) er en gruppe af stoffer, der har været anvendt i lang tid. De lavt bromerede PBDE forekommer næsten overalt i naturen og er også påvist i fisk. Koncentrationerne i modermælk var indtil 1997 stærkt stigende i Sverige, men er nu faldende. Koncentrationerne i amerikanske fisk og sæler er stadig stigende. PBDE forekommer ifølge en finsk undersøgelse i alle de fødevarer, der er analyseret, men især i fisk (op til 0,85 µg/kg), fedtstoffer, æg og kød. Fødevarerdirektoratet har analyseret for PBDE i

fisk fra danske farvande (Cederberg et al, 2000 og ikke publicerede data). De målte indhold er vist i tabel 6.9.

Tabel 6.9. Indhold af PBDE i fisk fra danske farvande

Fiskeart/Farvand	År	n	Fedtindhold %	PBDE-47	PBDE-99	PBDE-100	PBDE-153
				Middelværdi - µg/kg vådvægt			
Torskelever							
Skagerrak	1996	3	50	43	3,4	11	0,44
Vestlige Østersø	1996	3	66	39	2,4	8,6	0,34
Ål							
Øresund/ V. Østersø	1996	2	22	1,6	0,11	0,70	0,11
Makrel							
Nordsøen	1996	2	22	0,9	0,39	0,17	0,08
Laks							
Vestlige Østersø	1996	2	6,7	2,9	0,29	0,51	0,06
Sild							
Vestlige Østersø	1996	3	6,8	2,7	0,51	0,38	0,08
Kattegat	1996	3	3,1	2,2	0,60	0,34	0,08
Skagerrak	1996	3	8,3	2,2	0,64	0,35	0,07
Vestlige Østersø	1998	32	9,6	1,7	0,38	0,25	0,06
Nordsøen	1998	8	5,0	4,3	0,98	0,78	0,12

Hexabrom cyclododecan (HBCD) er fundet i miljøet og i fisk i nærheden af industrier, der anvender stoffet som flammehæmmer. Seneste svenske undersøgelser har påvist HBCD i fugleæg (falk og lomvi), sæl og sild. I sild fandtes koncentrationer på 0,41 µg/kg (0,2-1,1), hvilket var sammenligneligt med koncentrationerne af BDE-47 (dominerende enkelt stof af PBDE). Den eksisterende viden om HBCD's skæbne i miljøet og dets forekomst i fødevarer er i øvrigt meget begrænset.

Polybromerede biphenyler (PBB) har været produceret siden 1970'erne. Selvom brugen heraf har været meget begrænset, er PBB fundet i fisk, sæler og hvaler langt fra de oprindelige forureningskilder. De få undersøgelser, der er udført, tyder på, at PBB må antages at forekomme i samme fødevarer som PCB (fisk, mælk, kød), men i langt lavere koncentrationer.

Af de nævnte flammehæmmere er især PBDE, HBCD og PBB persistente og letopløselige i fedt, hvorfor de i lighed med dioxin og PCB vil opkoncentreres i fødekæden.

6.6.3 Toksikologi af bromerede flammehæmmere

For flere af de bromerede flammehæmmere er det vist, at de kan påvirke skjoldbruskkirtlen og leveren samt forårsage fosterskader, såsom nedsat fødselsvægt, nedsat trivsel og

effekter på hjernens udvikling. Den eksisterende viden om de bromerede flammehæmmeres toksikologiske egenskaber er dog begrænset, idet der kun er toksikologiske data fra forholdsvis få undersøgelser på dyr og mennesker.

Kommercielle formuleringer af bl.a. TBBPA og PBDE kan indeholde forureninger med små mængder dibenzofuraner og dibenzodioxiner, og det er uvist, hvor meget disse forureninger bidrager til giftigheden af stofferne.

Tetrabrombisphenol A (TBBPA) optages relativt dårligt hos rotter, men fordeles til de fleste organer i kroppen (WHO, 1995). I en helt ny undersøgelse er fundet forringet indlæringsevne og ændret aktivitetsniveau hos rotter doseret præ- og postnalt med 50 og 150 mg/kg TBPA (Hass et al., 2002). TBBPA minder strukturelt om et af skjoldbruskkirtlens hormoner (Meerts et al., 2000).

Polybromerede diphenyl ether (PBDE). DecaBDE optages i ringere grad end de PBDE, som indeholder færre brom-atomer og som i høj grad ophobes hos dyr og mennesker. Muligvis nedbrydes decaBDE til lavere bromerede PBDE såvel i miljøet som hos dyr og mennesker. Transport over moderkagen synes ringe, hvorimod overførsel via modermælken synes mere vigtig (Darnerud et al., 1998). I længerevarende forsøg er leveren, skjoldbruskkirtlen og nyrerne de vigtigste målorganer. Flere forsøg har påvist et nedsat niveau af skjoldbruskkirtelhormonet T4 (Darnerud et al., 1998). Nogle PBDE minder strukturelt om dioxiner. Små doser PBDE har i flere forsøg forårsaget fosterskader i form af nedsat fødselsvægt, forsinket udvikling og øget antal skeletanomaler. Forsøgene viser generelt, at fostrene er mere følsomme end mødrene. Undersøgelser af mus udsat for en enkelt dosis af tetra-, deca- eller pentaBDE lige efter fødslen har vist ændret aktivitetsniveau og nedsat indlæringsevne hos dyrene som voksne (Eriksson et al., 2001). Lignende ændringer af aktivitetsniveau hos mus er fundet efter lignende postnatal dosering med visse PCB'ere. Ændret aktivitetsniveau er også fundet hos mus efter præ- og postnatal dosering med pentaBDE (Branchi et al., 2002). Kun decaBDE er blevet undersøgt i livslange forsøg på mus og rotter, hvor der er set øget forekomst af godartede tumorer (Darnerud et al., 1998). Hos mennesker, som i arbejdsmiljøet har været udsat for en blanding af forskellige bromerede stoffer (PBBER og PBDEer), er fundet nedsat funktion af skjoldbruskkirtlen og påvirkning af nervecellernes funktion (Darnerud et al., 1998).

Hexabromcyclododecan (HBCD) optages i kroppen hos rotter, fordeles hurtigt til de fleste organer i kroppen med de højeste koncentrationer i fedtvæv og ophobes i fedtvæv efter

gentagen dosering (EU, 1999). I længerevarende forsøg med voksne dyr er leveren det vigtigste målorgan. Skjoldbruskkirtlen ser ud til at være følsom for HBCD. Ved meget høje doser kan HBCD påvirke reproduktionen. Der er mangler undersøgelser for at kunne vurdere effekter på fosterudvikling og fertilitet.

Polybromerede biphenyler (PBB) er meget fedtopløselige, ophobes i fedtvæv, kan transporteres over moderkagen til fosteret samt udskilles i modermælk, hvor koncentrationen er omkring 100 gange højere end i blodet (Barlow & Sullivan, 1982). Hos aber, doseret med ca. 0,02 mg/kg før parring, i drægtighedsperioden og i dieperioden, er der fundet ændret menstruationscyklus samt øget forekomst af fosterdød. Dyreforsøg viser, at langvarig udsættelse for PBB, selv i forholdsvis små doser, kan medføre nedsat fostervægt, øget fosterdød og nedsat trivsel hos afkommet (Barlow & Sullivan, 1982). PBB anses derfor for reproduktionsskadelig ved lavt dosisniveau. Udsættelse via modermælken er en væsentlig påvirkningsvej.

Det er vanskeligt at udføre en risikovurdering på det foreliggende grundlag, men de tilgængelige tal for dagligt indtag via fisk sammenlignet med de doser, der har medført fosterskadelige effekter, tyder dog på, at der er en høj sikkerhedsmargen.

6.6.4 Indtag af bromerede flammehæmmere

Der foreligger ingen eller meget sparsomme data til beregning af dagligt indtag af bromerede flammehæmmere. Kun for PBDE er der så mange data, at et forsigtigt skøn er muligt.

Anvendes gennemsnitskoncentrationerne fra 1998 af PBDE i sild fra Østersøen (2,4 µg/kg våd vægt) og Nordsøen (6,2 µg/kg våd vægt), samt det af Fødevarerdirektoratet anbefalede daglige indtag af fisk på 30 g, fås et dansk indtag på 0,07 - 0,19 µg pr. dag fra fisk.

I et Nordisk Ministerråds projekt fra 1998 skønnedes ud fra svenske data et nordisk dagligt indtag af PBDE på 0,10 - 0,36 µg pr. dag fra fisk, hvilket er af samme størrelsesorden som det danske.

Der foreligger ingen nordiske data for indhold af PBDE i mælk og kød. Det Nordiske Ministerråds projekt skønnede imidlertid, at det daglige indtag var 0,09 - 0,17 µg/dag fra mælk ud fra tyske data fra 1980'erne. Et forsigtigt skøn af det totale daglige indtag af PBDE blev herefter beregnet bl.a. efter en vis parallelisering til PCB. Estimatet var på 0,2 - 0,7 µg/dag.

Sammenlignes det meget usikre skøn over det daglige indtag af PBDE (0,7 µg/dag eller 0,01 µg/dag/kg legemsvægt for en person på 70 kg) med den mindste værdi, hvor der er observeret effekter af PBDE (kanin: 2 mg/kg legemsvægt), ses det, at der som minimum er en faktor 200.000 til forskel.

Det skal understreges, at det angivne skøn over det daglige indtag af PBDE ikke alene er meget usikkert, men at den humane belastning med PBDE også stammer fra andre kilder end fødevarer. Visse befolkningsgrupper vil således være udsat for en betragtelig påvirkning direkte fra produkter, f.eks. computere, hvor der er anvendt bromerede flammehæmmere. Dette forhold, samt den stærkt stigende koncentration af PBDE i modernælk, giver således anledning til større bekymring, end de skønnede daglige indtag alene ville gøre.

I undersøgelser fra Sverige og Finland bidrog fisk til ca. halvdelen af indtaget af PBDE, mens kød var den vigtigste kilde i en canadisk undersøgelse.

6.6.5 Konklusion på bromerede flammehæmmere

- Der er ikke fastsat en TDI for bromerede flammehæmmere.
- I nordisk regi er der estimeret et indtag af PBDE fra fisk på mellem 0,10 til 0,36 µg/dag. Et forsigtigt dansk skøn for indtag af PBDE er på 0,07 - 0,19 µg pr. dag fra fisk.
- Der er kun få data for indholdet af bromerede flammehæmmere i fisk og der er ingen TDI. Det antages, at fisk er en af hovedbidragsyderne til indtaget af bromerede flammehæmmere. Indtaget af bromerede flammehæmmere kendes ikke præcist, men de foreliggende oplysninger for indtaget via fisk sammenlignet med de doser, der har medført effekter i forsøgsdyr, tyder dog på, at der er en høj sikkerhedsmargen.

6.7 Phenoler og chlorphenoler

6.7.1 Regler for phenoler og chlorphenoler

For phenoler og chlorphenoler i fødevarer er der ikke fastsat specifikke grænseværdier, men stofferne vurderes konkret efter fødevarerlovens bestemmelser om fødevarerens sikkerhed.

6.7.2 Forekomst af phenoler og chlorphenoler

Phenol anvendes bl.a. som desinfektionsmiddel i olie-, lædervare- og sæbeindustrien samt i garverier og indgår i øvrigt i produktionen af mange forskellige industrikemikalier. Her-

fra kan phenol overføres til fisk gennem udledning af spildevand fra industrien. Phenol dannes også ved røgning af bl.a. fisk, hvor phenol medvirker til at give den karakteristiske smag. Højere indhold af phenol kan dog give en skarp bitter lugt og en brændende smag, der kan gøre fisken uegnet til konsum.

Chlorphenolerne er hovedsagelig blevet brugt som træbeskyttelsesmiddel og er et restprodukt ved fremstilling af herbicidet 2,4,5-trichlorfenoxisyre og hexachlorfen. Der findes 19 forskellige isomerer af chlorphenoler og de mest anvendte er pentachlorphenol, 2,3,4,6-tetrachlorphenol, 2,4,5-trichlorphenol og 2,4,6-trichlorphenol og deres salte (chlorphenolater).

6.7.3 Toksikologi af phenoler og chlorphenoler

Phenol deponeres i kroppens organer ved optagelse gennem hud, mundhule og luftveje. Phenol medfører irritation samt lever-, hjerte- og nyretoksicitet. I flere dyrearter er der rapporteret om effekter på centralnervesystemet herunder nervedegeneration og demyelinisering (IPCS, 1994). NOAEL-værdien er 12 mg/kg legemsvægt baseret på nyreeffekter i et 14 dages studie. Denne værdi er ca. 100 gange højere end den fastsatte maksimale humane eksponering på 0,1 mg/kg legemsvægt.

Chlorphenolerne: I dyreforsøg er de største koncentrationer af chlorphenoler fundet i blodet, leveren og nyrerne, og stoffet passerer hurtigt placenta barrieren hos rhesus-aber. Chlorphenoler kan ved høje doser give leverskader, anæmi og immunsuppressive effekter samt fosterskader. I mennesker er der begrænset bevis for, at polychlorphenolerne er kræftfremkaldende. I dyreforsøg er der tilstrækkelig bevis for, at 2,4-dichlorphenol ikke har kræftfremkaldende egenskaber. Hvad angår 2,4,5-trichlorphenol er der utilstrækkelig bevis for, at stoffet er kræftfremkaldende, mens det vurderes, at der er begrænset bevis for at 2,4,6-trichlorphenol er kræftfremkaldende. I dyreforsøg er der tilstrækkeligt bevis for, at pentachlorphenol er kræftfremkaldende (IARC, 1999).

Den laveste NOEL-værdi for polychlorphenolerne er 0,3 mg/kg legemsvægt/dag. Denne er baseret på den kritiske effekt af 2,4 dichlorphenol. De andre chlorphenoler har en NOAEL-værdi, der er ca. 10-20 gange højere.

6.7.4 Indtag af phenoler og chlorphenoler

Det antages, at den generelle befolkning er udsat for en lavere eksponering end TDI for phenol på 0,1 mg/kg legemsvægt. Indtaget af pentachlorphenol via fødevarer er fastsat til 0,1-6 mikrogram/person/dag. På trods af andre eksponeringsveje er det samlede indtag af polychlorphenolerne væsentlig lavere end de niveauer, der giver effekter i dyreforsøg.

6.7.5 konklusion på phenoler og chlorphenoler

- TDI er af IPCS fastsat til 0,1 mg/kg legemsvægt for phenol.
- Det antages at den generelle population indtager mindre phenol end TDI.
- Den laveste NOEL-værdi for polychlorphenolerne er 0,3 mg/kg legemsvægt/dag baseret på 2,4-dichlorphenol. De andre chlorphenoler har en NOAEL-værdi, der er ca. 10-20 gange højere.
- Fødevarerindtaget af pentachlorphenol er fastsat til 0,1-6 µg/person/dag.
- Datagrundlaget for phenol og chlorphenoler i fisk er meget sparsomt, men det vurderes, at indtaget er væsentligt lavere end TDI, og at der dermed ikke er sundhedsmæssige betænkeligheder relateret til fisk.

6.8 Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH)

6.8.1 Regler for PAH

Der er ingen specifikke grænseværdier for PAH i fisk. Eneste grænseværdi for PAH i fødevarer med relevans for fiskeområdet findes i reguleringen af anvendelsen af aromastoffer, hvor der er en grænseværdi for 3,4-benzo[*a*]pyren. Denne grænseværdi vil således kun gælde for f.eks. fisk tilsat røgaroma. For PAH i øvrigt vurderes et eventuelt indhold i fødevarer i henhold til fødevarerlovens bestemmelser om fødevarerens sikkerhed.

6.8.2 Forekomst af PAH

Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH) dækker over en gruppe på mere end 100 stoffer, hvoraf der oftest analyseres for op til 30 forskellige stoffer. En del af disse er kræftfremkaldende stoffer. Miljøforurening med PAH'er sker hovedsagelig ved udledning af røggasser og en lang række industrielle processer. Punktkilder til forurening med PAH er hovedsagelig olieforureninger ved boreplatforme, havne og ved spild fra tankskibe.

Der er kun få undersøgelser af indholdet af PAH i fisk fra danske farvande. De analyser, der er foretaget, er udført på blåmuslinger og fladfisk fra kystnære farvande og er oftest måling af såkaldt totalt PAH, som almindeligvis omfatter 26 forskellige PAH. De fundne

koncentrationer afhænger af den geografiske placering af indsamlingsstedet (Pritzl, 2001). Århus Amt har lavet en række analyser på total PAH (18 PAH) i ferskvandsfisk samt i fisk fra Mariager fjord, Randers fjord og Århus Bugt. Data findes i tabel 6.10. Det ses, at indholdet af benz(a)pyren kan være fra under detektionsgrænsen og op til 6 µg/kg vådvægt i røgede fisk (IPCS, 1998). Da skindet på fisken vil være eksponeret ved grillning og røgning forventes det, at indholdet af PAH vil være højest i skindet.

Tabel 6.10. Data for PAH (µg/kg)

Fødevarer	Total PAH (µg/kg vådvægt)	Benzo[a]pyren (µg/kg vådvægt)	Reference
Blåmuslinger	55-121 ^a	2,1-2,5 (baggrund) 0,2-8,0	Pritzl, 2001 (ICES, 2002)
Fladfisk	29-56 ^a	0,8-1,2	Pritzl, 2001
Torsk (muskel og lever)		0,1-0,2	ICES, 2002
Sild (muskel og lever)		0,1	ICES, 2002
Rødspætte (muskel og lever)		0,2	ICES, 2002
Aborre	26-107 ^b		Århus Amt
Gedde	25-28 ^b		Århus Amt
Ål	59-111 ^b		Århus Amt
Ørred	94 ^b		Århus Amt
Skrubbe	40-60 ^b		Århus Amt
Røget fisk		id ^c - 6	ICES, 2002

a) sum af 26 PAH. b) Sum af 18 PAH. c) ikke detekteret.

Ved oliespild vil indholdet af PAH i fiskene bl.a. afhænge af karakteren af olien, der spildes, omfanget af oliespildet, sammensætningen af olien samt strøm- og vejrforhold i øvrigt. I forbindelse med vurderingen af fødevarer kvaliteten efter et oliespild har den organoleptiske vurdering af fiskene også betydning. Fisk opkoncentrerer ikke i væsentlig omfang PAH, mens der er indikationer for, at muslinger ikke rigtig kan regenerere efter en forurening med PAH.

6.8.3 Toksikologi af PAH

EU's Videnskabelige Komite for Fødevarer (SCF) har i 2002 vurderet nogle af de polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH) i fødevarer. Vurderingen omfattede 33 PAH, hvoraf 15 har vist sig at være genotoksiske og kræftfremkaldende i forsøgsdyr. En af de mest potente kræftfremkaldende PAH er benzo[a]pyren (BaP), der ofte anvendes som markør for de kræftfremkaldende PAH i komplekse miljøblandinger. Benzo[a]pyren er samtidig den eneste PAH, som er grundigt undersøgt efter peroral indgift til forsøgsdyr. Nye undersøgelser med benzo[a]pyren i rotter og mus sås primært tumorer i mave-tarm

kanalen og i leveren. Undersøgelserne i mus omfattede samtidig dosering med forskellige PAH-blandinger (stenkulstjære) med kendt PAH-sammensætning, og resultaterne viste, at den kræftfremkaldende potens af disse blandinger var op til 5 gange større, end hvad benzo[a]pyren indholdet alene kunne forklare. En samtidig gennemgang af de foreliggende analyser af PAH i fødevarer viste, at de såkaldte "PAH-profiler" (mængden af den enkelte PAH i forhold til mængden af benzo[a]pyren) var overraskende ensartet i de forskellige fødevarer for de kræftfremkaldende PAH, selv om kilderne til PAH forureningen var vidt forskellige. Ydermere var de sammenlignelige med profilerne i de stenkulstjæreblandinger, som var blevet undersøgt i de nye studier. Variationerne var inden for en faktor 2. Dette fik SCF til at anbefale at anvende benzo[a]pyren som markør for de kræftfremkaldende PAH i fødevarer, og som en konservativ betragtning antage, at den samlede kræftfremkaldende potens af PAH i fødevarer ville være op til 10 gange større end den, benzo[a]pyren indholdet alene ville bidrage med (SCF, 2002).

SCF fastsætter ikke TDI/ADI for stoffer, der både er genotoksiske (skader arveanlæg) og kræftfremkaldende, og SCF accepterer heller ikke de modeller, der af nogle lande anvendes til at foretage kvantitative risikoestimer ud fra dyreforsøg. Som standard anvendes det såkaldte ALARA princip (as low as reasonable achievable).

Forskellige andre forfattere har imidlertid anvendt de nye studier i gnavere til at beregne risikoestimer for benzo[a]pyren. "Virtually safe doses" (VSD) for benzo[a]pyren er, afhængigt af de anvendte ekstrapoleringsmetoder, fundet at ligge mellem 0,6 og 5 ng/kg legemsvægt/dag for et risikoniveau på $(1:1.000.000?) 1 \times 10^{-6}$, baseret på forekomst af alle tumorer i forsøgsdyrene. For benzo[a]pyren som markør for de kræftfremkaldende PAH i fødevarer blev VSD estimeret til ca. 0,1 ng benzo[a]pyren /kg legemsvægt/dag for et risikoniveau på 1×10^{-6} .

Benzo[a]pyren-toksicitets-ækvivalenter (TEF) for de kræftfremkaldende PAH har af nogle været anvendt til at estimere PAH-blandingens samlede kræftfremkaldende potens bestemt som den samlede benzo[a]pyren-ækvivalente koncentration (TEQ/kg). Det herfra beregnede indtag sættes så i relation til et eventuelt risikoestimat for benzo[a]pyren. SCF har ikke kunnet acceptere anvendelsen af benzo[a]pyren ækvivalent-princippet til vurdering af PAH i fødevarer. Stort set alle cancerstudier med en enkelt PAH (med undtagelse af benzo[a]pyren) er foretaget ved indgift af andre veje end den orale. Desuden viste de nye undersøgelser med PAH i blandinger, at de ikke forstærkede benzo[a]pyrens kræftfremkaldende effekt i mavetarmkanalen hos mus, men gav stærk øget forekomst af tumo-

rer i en række andre væv. Endvidere undervurderede anvendelsen af benzo[a]pyren-ækvivalent-princippet på disse blandinger den faktiske samlede potens.

6.8.4 Indtag af PAH

Den største kilde til eksponering af mennesket for PAH er tobaksrøg (1-5 µg/dag) og varmebehandling af fødevarer, specielt grillstegning, røgning og direkte tørring. Cirka 96 % af det daglige indtag af kræftfremkaldende PAH hos ikke-rygere stammer fra fødevarer (ca. 3 µg/dag). Indtaget af fisk i Danmark svarer til et indtag af benzo[a]pyren på 2,4-15 ng/person/dag. Ud fra et estimeret maksimalt indtag på 420 ng benzo[a]pyren/person/dag fra fødevarer (SCF, 2002) udgør indtaget fra fisk for en dansk gennemsnitsforbruger maksimalt 4 % heraf. Det samlede indtag af benzo[a]pyren er baseret på italienske, hollandske og engelske data, og hvorvidt dette estimat er dækkende for en dansk forbrugers indtag af benzo[a]pyren vides ikke. Hovedkilden til indtaget af benzo[a]pyren og PAH fra fisk er i Danmark røget fisk samt rødspætter og skrubber. Der er dog ikke taget hensyn til et formodentlig væsentlig bidrag af PAH fra en eventuel panering og stegning af rødspætter og skrubber.

Der er ingen særskilte indtagsdata for forbrugere, der indtager store mængder røgede fisk såsom bornholmeres indtag af røgede sild. Det formodes, at en sådan forbrugergruppe indtager en større mængde kræftfremkaldende PAH end angivet her.

6.8.5 Konklusion på PAH

- SCF har vurderet, at indholdet af PAH bør være så lavt som muligt.
- For benzo[a]pyren som markør for de kræftfremkaldende PAH i fødevarer er VSD (virtually safe doses) estimeret til ca. 0,1 ng benzo[a]pyren /kg legemsvægt/dag for et risikoniveau på 1×10^{-6} .
- SCF har estimeret det maksimale indtag af benzo[a]pyren fra fødevarer til 420 ng/person/dag.
- Bidraget af benzo[a]pyren fra fisk er ca. 4 % af SCF's estimerede maksimale indtag af benz(a)pyren.
- Personer med stort indtag af røget fisk forventes at få et større bidrag fra fisk.
- Indtaget af PAH fra fisk er generelt lavt og bidrager kun i ringe omfang til den samlede risiko ved indtag af PAH fra fødevarer. Indholdet i grillet og røget fisk er dog væsentligt forhøjet, hvorfor indtaget af PAH kan reduceres ved at variere sin kost og ikke ha-

ve et for ensidigt indtag af grillet og røget fisk. Fiskeskindet fra grillet og røget fisk bør (generelt) ikke spises.

6.9 Moskustoffer

6.9.1 Regler for moskusstoffer

For moskusstoffer er der ikke fastsat specifikke grænseværdier, men der vil blive foretaget konkrete vurderinger efter fødevarerlovens bestemmelser om fødevarerikkerhed. I den tyske delstat Niedersachsen er en grænseværdi for moskus xylen på 10 µg/kg vådvægt.

6.9.2 Forekomst af moskusstoffer

Syntetiske moskusstoffer anvendes i parfumer, rengøringsmidler og kosmetiske produkter såsom sæber og shampoo og kan opdeles i henholdsvis nitrocykliske og polycykliske forbindelser.

Nitroforbindelserne moskus xylen og moskus keton samt de polycykliske forbindelser galaxolide (HHCB) og tonalide (AHTN) udgør 95 % af det europæiske marked. 74 % heraf er den polycykliske forbindelse galaxolide (Sanco, 2000).

Moskusstofferne udledes via husholdningsspildevand til vandmiljøet, hvorfra der kan ske optagelse og akkumulering i for eksempel dambrugsfisk. Analyser af fisk fra Tyskland har vist, at koncentrationsniveauerne af moskusstofferne afhænger af den generelle forureningstilstand af vandmiljøet og den fiskeart, der vurderes (Rimkus, 1999).

Tabel 6.11. Indhold af moskusstoffer i dansk dambrugsørred (µg/kg vådvægt) (Pedersen, 2000). i.p. = ikke påvist.

Årstal	Moskus xylen (µg/kg)	Galaxolide (HHCB) (µg/kg)	Tonalide (AHTN) (µg/kg)
1992	i.p.-71,0 Middel=11,6		
1999	i.p.-1,6 Middel=0,7	0,51-52,6 Middel=8,5	0,44-15,9 Middel=2,2

Faldet i produktionsniveauet for moskus xylen afspejles ved sammenligning af moskus xylen koncentrationen i dambrugsørred i Danmark fra 1992 til 1999 (se tabel 6.11). Disse data afspejler produktionsniveauerne på 1473 ton HHCB og 385 ton AHTN i 1998. Normalt adskilles ål fra de øvrige fisk, idet det høje fedtindhold i ål resulterer i, at indholdet af moskusstoffer er højere for ål. Gennemsnitskoncentrationerne for moskus xylen i fisk fra søer og fjorde er normalt mindre end de maksimale 10 µg/kg, der er sat som grænseværdi i den tyske delstat Niedersachsen.

Tabel 6.12. Indhold af moskus xylen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vådvægt) i marine organismer (Rimkus, 1999).

<i>Fødevarer</i>	<i>Moskus xylen ($\mu\text{g}/\text{kg}$)</i>
<i>Marine muslinger</i>	0,1-5,3
<i>Marine fisk</i>	0,6
<i>Ål</i>	Op til 66

I marine organismer er indholdet af moskus xylen en del lavere (tabel 6.12), hvilket skyldes adsorption til sedimenter, fortynding og bionedbrydning af de syntetiske moskusstoffer i ferskvandsmiljøet (Rimkus, 1999). Niveauerne af moskus xylen er faldende, mens niveauerne af moskus keton synes uændrede.

6.9.3 Toksikologi af moskusstoffer

Moskusstofferne er svært nedbrydelige i naturen. De er lipofile stoffer, der deponeres i fedtvæv, hvilket medfører en akkumulering op igennem fødekæden. Toksikologiske data på moskusforbindelserne er sparsomme især på de polycykliske forbindelser. For moskusxylen er der set både neurotoksiske og reproduktions-skadende effekter. I et langtidsforsøg med moskusxylen i mus sås en øget forekomst af levertumorer med ca. 75 mg/kg legemsvægt/dag. Effekten, som ligner det man ser efter indgivelse af lægemidlet fenemal, anses for at have en tærskelværdi og være relateret til kraftig og langvarig enzyminduktion. Hvad angår moskusketon er den laveste NOAEL-værdi 2,5 mg/kg legemsvægt/dag baseret på rotter med peri- og postnatale effekter. I et dosis-respons forsøg med moskusketon fandt man nedsat legemsvægt hos han-unger ved 7,5 mg/kg legemsvægt og derover. I et andet studie med rotter er der fundet øget tidlig fosterdød og nedsat fostervægt i høje doser (150 mg/kg/dag moskusketon). Der er også fundet testikelforandringer hos voksne rotter. I in-vitro er der fundet binding af moskusketon og moskusxylenmetabolitter til den humane østrogenreceptor.

Ved beregning af en TDI-værdi for moskusketon tages udgangspunkt i reproduktionsstudiet, hvor NOAEL for peri- og postnatale effekter i rotter var 2,5 mg/kg legemsvægt/dag. Anvendes en usikkerhedsfaktor på 100 i dette forsøg, fås en TDI på 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ legemsvægt, svarende til en daglig eksponering på 1500 μg for en person, som vejer 60 kg. 5 % af ovennævnte TDI stammer fra konsumering af fisk, dvs. 75 μg pr. dag, og da det antages, at der konsumeres 100 gram fisk pr. dag, svarer det til et maksimalt tolerabelt indhold i fisk på 750 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Det toksikologiske grundlag for at udtale sig om de andre moskusforbindelser er meget begrænset. Det må formodes, at de kan ophobes på linie med muskusxylen og muskusketon, og at effekterne ikke afviger markant. En overgrænse på 750 µg/kg fisk gælder derfor for summen af alle moskusforbindelser.

6.9.4 Indtag af moskusstoffer

Konsum af fisk anslås at bidrage med ca. 5 % af den daglige eksponering på ca. 1,5 mg som forbrugerne udsættes for. Heraf udgør de polycykliske forbindelser tre-fjeredele, mens nitroforbindelserne herunder muskusxylen og muskusketon udgør den resterende fjerdedel. Den øvrige del af moskusstofferne, der er fundet i blandt andet modermælk, vurderes hovedsagelig at stamme fra hudkontakt med især vaskemidler og parfumer.

6.9.5 Konklusion på moskusstoffer

- Der er ikke fastsat nogen TDI for moskusstoffer. Som en vejledende TDI-værdi anvendes ca. 1500 µg/dag.
- Eksponeringen af moskusstoffer er ca. 1500 µg/dag.
- Indtaget af moskusstoffer via konsumfisk estimeres til at være 75 µg/dag.
- For muskusketon er den laveste NOAEL-værdi på 2,5 mg/kg legemsvægt/dag.
- Indtaget af moskusstoffer vurderes at svare til TDI. Fisk bidrager dog kun lidt til indtaget, hvorfor der ikke vurderes at være sundhedsmæssige betænkeligheder relateret til indtaget af moskusstoffer fra fisk.

6.10 Sennepsgas og andre kemiske kampstoffer

6.10.1 Regler for sennepsgas

Rester af sennepsgas og andre kemiske krigsgasser i fisk skal vurderes i henhold til fødevarerlovens bestemmelser om fødevarerens sikkerhed, idet der ikke er fastsat specifikke grænseværdier.

6.10.2 Forekomst af sennepsgas

Kemiske kampstoffer omfatter et bredt udsnit af forskellige kemiske forbindelser. Den mest kendte er sennepsgas, som i forbindelse med afslutningen af 2. verdenskrig blev dumpet i relativt store mængder i de danske farvande primært i Østersøen. På lignende vis blev arsenholdige kemiske kampstoffer også dumpet om end i mindre omfang i Østersøen og bl.a. i områder af Lillebælt og Skagerak. For at sikre forbrugerne mod fisk som indholder kemiske kampstoffer er der udstedt fiskeriforbud i dumpingsområderne.

I dumpingsområdet på havbunden findes kampstofferne indkapslet som ammunition, hvorfra de langsomt frigives i takt med rust og tæring af ammunitionshylstrerne. De kemiske kampstoffer, herunder ikke mindst sennepsgassen, adskiller sig fra traditionelle miljøgifte ved deres store reaktivitet og evne til at blive hydrolyseret. Det forventes derfor, at de udsivende stoffer straks omsættes og nedbrydes til uskadelige forbindelser, hvorfor risikoen for optagelse og akkumulering af kemiske kampstoffer i fisk vil være lav. Der er hverken påvist kemiske kampstoffer i fisk, muslinger eller skaldyr fra danske havområder.

Fiskefartøjer kan alligevel få bortdrevne ammunitionsbeholdere i nettet, hvilket giver en potentiel risiko for forurening af fangsten. For at sikre, at fisk, der i fangsten har været i kontakt med beholdere, der ligner ammunition indeholdende kemiske kampstoffer ikke videregives til forbrugerne, må fangsten ikke ilandbringes før den er kontrolleret og frigivet af fiskerikontrollørerne (Fiskeriministeriet, 1986).

Hvis myndighederne i sådanne tilfælde vurderer, at der er tale om opfisket ammunition kasseres fangsten og fiskeren opnår en erstatning svarende til fangstens værdi. På denne baggrund vurderes det, at den dumpede ammunition og dens indhold af kemiske kampstoffer på ingen måde kommer til at udgøre et problem for fødevarer sikkerheden af fisk, muslinger og/eller skaldyr fra danske fiskeområder, fordi fiskene bliver kasseret.

6.10.3 Toksikologi af sennepsgas og andre kemiske kampstoffer.

For sennepsgas kan der ud fra dyreforsøg udledes en oral RfD på 7×10^{-6} mg/kg/dag (Opresko et al. 2001).

6.10.4 Indtag af sennepsgas

Risikoen for et restindhold af sennepsgas og/eller andre kemiske kampstoffer i fisk vurderes at være forsvindende og i praksis ikke eksisterende.

6.10.5 Konklusion på sennepsgas

- RfD for sennepsgas er 7×10^{-6} mg/kg/dag.
- Indtaget af sennepsgas og andre dumpede kemiske kampstoffer via fisk vurderes til at være ubetydeligt og uden sundhedsmæssige betænkeligheder.

6.11 Algetoksiner

6.11.1 Regler for algetoksiner

Indhold af algetoksiner i toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle har været reguleret i EU siden 1991 med grænseværdier for paralyserende skaldyrsgift, PSP (saxitoxin), for diarrégivende skaldyrsgift, DSP, og for amnesifremkaldende skaldyrsgift, ASP (domoinsyre). I marts 2002 fastlagde EU desuden grænseværdier for okadainsyre, dinophysistoksiner, pectenotoksiner, yessotoksiner og azaspiracider.

6.11.2 Forekomst af algetoksiner

Algetoksiner er giftstoffer som produceres af visse algearter. Algetoksiner kan ophobes i toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle, fordi disse dyr filtrerer store vandmængder for at optage føde, som består af alger. Skaldyrene kan således hurtigt akkumulere algetoksiner til niveauer, som kan gøre forbrugerne syge. Visse fisk, krebsdyr og andre havdyr, som æder skaldyr med algetoksiner kan optage algetoksinerne i kødet eller i dele af indvoldene og derved også blive toksiske for mennesker, men det primære problem med algetoksiner er dog forekomsten i de toskallede bløddyr. Fødevaredirektoratet udgiver hvert år en statusrapport vedrørende forekomsten af toksiske alger og algetoksiner i det danske muslingefiskeri (Andersen et al., 2001). Identifikation, taksonomi, økologi og toksikologi er beskrevet i "Toksiske og potentielt toksiske alger i danske farvande" (Bjergskov et al. 1990).

Kommercielt fiskeri og indsamling af skaldyr må kun finde sted, hvor Fødevaredirektoratet har godkendt området og åbnet det for fiskeri. Hvert år lukkes der områder i kortere eller længere tid på grund af forekomsten af algetoksiner. Algetoksinerne forsvinder igen fra de toskallede bløddyr efter en periode, hvor skaldyrene har levet af ugiftige alger.

6.11.3 Toksikologi af algetoksiner

Algetoksiner er kendt for deres akutte virkninger, og symptomerne spænder fra diarré, opkastning, mavekramper, feber, hovedpine, svimmelhed, følelsesløshed, tab af muskelkoordinering, svigt af orienteringssans, hallucinationer, hukommelsestab, åndedrætsbesvær til åndedrætssvigt og død. Nogle algetoksiner kan også have kroniske effekter, men disse effekter er meget lidt undersøgt.

Der findes mange forskellige algetoksiner. De vigtigste grupper af algetoksiner i relation til europæiske forhold er nævnt nedenfor.

Paralyserende skaldyrsgift (PSP toksiner)

PSP toksiner kan forårsage paralyserende skaldyrsforgiftning. PSP toksiner konstateres meget sjældent i danske farvande. Inkubationstiden for PSP varer fra 30 minutter til få timer og forgiftningstilstanden varer i flere uger. Symptomerne på PSP er en prikkende og brændende fornemmelse i mund og i hud med efterfølgende følelsesløshed og efter 4-6 timer følelsesløshed i fingre og tæer, svimmelhed og feber. Kraftig forgiftning medfører generel tab af muskelkoordinering, åndedrætsbesvær og død ved åndedrætssvigt. Der findes ingen modgift, men hvis patienten kommer i respirator kan dødsfald normalt undgås.

Diarrégivende skaldyrsgift (DSP toksiner)

DSP toksiner kan forårsage diarré. Inkubationstiden for DSP varierer fra ½ time til få timer og tilstanden af forgiftning varer i få dage. Symptomerne er diarre, opkastning og mavesmerter. Der findes ingen behandling, men man er fuldt restitueret efter ca. 3 dage.

Amnesifremkaldende skaldyrsgift (ASP toksiner)

ASP toksiner kan forårsage hukommelsestab fremkaldende skaldyrsforgiftning. Inkubationstiden for ASP er 3 til 5 timer, men tilstandens længde er varierende. Symptomerne er hovedpine, svimmelhed, svigtende orienteringssans, kvalme, diarré, opkastning og mavekramper. I alvorligere tilfælde nedsat smertereaktion, hallucinationer, hukommelsestab og død. Der findes ingen modgift, og ASP kan give kroniske men.

DSP relaterede toksiner

Yessotoksiner, Pectenotoksiner og Azaspiracider er grupper af algetoksiner, som er opdaget i de seneste år, og de er typisk blevet relateret til DSP toksiner, fordi de har effekter i mus, der minder om effekterne af DSP toksiner i den musetest, man typisk har anvendt til måling af forekomsten af disse. Azaspiracider og pectenotoksiner giver symptomer lignende de symptomer, som DSP toksinerne giver, mens yessotoksiner ikke giver diarré. Der er ingen behandling, men fuld restitution efter ca. 3 dage (pectenotoksiner og azaspiracider).

6.11.4 Indtag af algetoksiner

DSP toksiner er den type skaldyrsforgiftning, som oftest konstateres i danske farvande. ASP toksiner er endnu ikke med sikkerhed konstateret i Danmark. Yessotoksiner, Pecteno-

toksiner og Azaspiracider er endnu ikke konstateret i Danmark, men er fundet i flere af vore nabolande. Baggrunden for den lave forekomst af skaldyrsforgiftninger skyldes antageligt det meget intensive overvågningssystem med åbning og lukning af produktionsområder.

6.11.5 Konklusion på algetoksiner

- DSP er den algetoksin der oftest konstateres i Danmark.
- Der registreres sjældent tilfælde af DSP forgiftning forårsaget af konsum af danske muslinger.
- På grund af overvågningssystemet for algetoksiner vurderes det, at der ikke er særlige betænkeligheder ved indtag af muslinger, som stammer fra det kommercielle fiskeri.
- Muslinger samlet af private udgør derimod en risiko, da disse altid er samlet udenfor produktionsområderne.

6.12 Veterinære lægemiddelrester

Lægemidler anvendes kun til opdrættet fisk og er således kun et sundhedsmæssigt spørgsmål i relation til opdrættet fisk. Vildtlevende fisk vil normalt ikke indeholde målbar lægemiddelrester (med oprindelse fra akvakulturbrugene), på grund af den meget store fortynding i havet.

6.12.1 Regler for veterinære lægemiddelrester

For opdrættet fisk er der fastsat grænseværdier for restindhold af de veterinære lægemidler, det er tilladt at anvende, og som kan findes som restindhold i fiskene. EU har fastsat grænseværdier for restindholdet af veterinære lægemidler i fødevarer. Endvidere er der for de fleste lægemidler fastsat en tilbageholdelsestid (perioden mellem at lægemidlet anvendes og til at dyret må slagtes) i forbindelse med godkendelse af præparatet. Dette for at sikre, at et eventuelt restindhold er under grænseværdien.

6.12.2 Forekomst af veterinære lægemiddelrester

Lægemidler anvendes i akvakulturbrug primært med henblik på behandling af bakterielle sygdomme hos fiskene. Fisk er i Danmark den dyregruppe, hvortil der registreres det højeste forbrug af medicin. I 2001 blev der i gennemsnit brugt 79 mg antibiotika pr. kg fisk produceret, mens der til sammenligning i gennemsnit blev brugt 41 mg antibiotika pr. kg svinekød (DANMAP, 2001). Tabel 6.13 viser forbruget af antibiotika fordelt på de forskellige aktivstoffer.

Tabel 6.13. Udlevering af antibiotika til anvendelse i akvakultur i 2001, kg aktivt stof (DANMAP, 2001).

<i>Stofgrupper</i>	<i>Udleveret kg aktivt stof</i>
Sulfonamider/Trimethoprim	2631
Quinoloner	376
Florfenicol	97
Pencilliner	47
Tetracycliner	4
Total	3155

Hyppigheden af fund af veterinære lægemidler i dansk producerede konsumfisk er meget lav (Fødevaredirektoratets rapporter til EU, 1998-2001 og Fødevaredirektoratet, 2000).

Siden 1996 er der blandt mere end 1300 analyserede prøver kun fundet tre prøver med lægemiddelrester – heraf var gældende grænseværdi kun overskredet i én af de tre prøver (tabel 6.14).

Tabel 6.14. Påvist indhold i danske fisk fra 1996 til 2002 (Fødevaredirektoratets kontrol, 1996-2002).

<i>Stofgruppe</i>	<i>Aktiv stoffer påvist</i>	<i>Påvist indhold i µg/kg</i>	<i>Tilladt indhold (MRL)</i>	<i>Bemærkninger</i>
<i>Sulfonamider/trimethoprim</i>	Sulfadizin/ Trimethoprim	> 200/ 25	100/ 50	1998. Grænseværdien overskredet pga manglende overholdelse af tilbageholdelsestid
<i>Sulfonamider/trimethoprim</i>	Sulfadizin	72	100	1998
<i>Quinoloner</i>	Oxolinsyre	195	300	2002

Siden 2001 har der været krav fra EU om undersøgelser for specifikke lægemidler (chloramphenicol, nitrofuraner og malakitgrønt) i fiskerivarer og akvakulturprodukter i alle partier importeret fra visse tredjelande. Partierne tilbageholdes indtil analyseresultatet foreligger og partierne afvises fra indførsel ved positive fund. I 2002 blev ca. 150 prøver undersøgt. Heraf blev der påvist restindhold af nitrofuraner, som er forbudte stoffer, i én prøve, og restindhold af malakitgrønt, som ikke er tilladt at bruge, i 20 prøver (Fødevaredirektoratets kontrol, 2002).

6.12.3 Toksikologi af veterinære lægemiddelrester

Der er ingen kendte tilfælde af forgiftninger som følge af restindhold af veterinære lægemidler i fisk. Lægemidlerne kan ikke blive godkendt som lægemidler, medmindre effekter og bivirkninger er detaljeret beskrevet. Det betyder, at risiciene ved lægemidlerne er kend-

te og bliver inddraget ved vurdering og fastsættelse af grænseværdier. Er risiciene uacceptable for forbrugeren, vil lægemidlet ikke blive godkendt til fødevareproducerende dyr.

Rester af veterinære lægemidler er kun et sundhedsmæssigt spørgsmål i relation til opdrættet fisk, og problemer vil normalt kun forekomme ved manglende overholdelse af tilbageholdelsestiden, og/eller anvendelse af et veterinært lægemiddel, der ikke er tilladt til brug i fødevareproducerende dyr.

I forbindelse med anvendelse af antibiotika er der en risiko for, at bakterier udvikler resistens overfor det anvendte lægemiddel. Der er påvist antibiotikaresistens i bakterier fundet i dambrugsfisk (Schmidt et al., 2001), men risikoen for at disse overføres via spisefisk til mennesker er meget lille. Der er endvidere en risiko for resistensudvikling i bakterier i vandmiljøet i og omkring dambrugene og havbrugene, som indirekte kan have en effekt på de andre led i fødekæden.

6.12.4 Indtag af rester af veterinære lægemidler

Rester af veterinære lægemidler påvises kun sjældent i fisk, hvorfor menneskers indtag vurderes at være ubetydeligt.

6.12.5 Konklusion på rester af veterinære lægemidler

- Der er regler for, hvilke veterinære lægemidler der må anvendes til fisk samt grænseværdier for restindhold.
- Veterinære lægemidler anvendes kun til opdrættet fisk.
- Restindhold af veterinære lægemidler findes kun sjældent.
- Indtaget af veterinære lægemidler fra fisk vurderes at være uden sundhedsmæssige betænkeligheder.

6.13 Rengørings- og desinfektionsmidler

I fødevareindustrien og landbruget anvendes forskellige rengørings- og desinfektionsmidler, smøremidler o.l. Rester af disse produkter kan overføres til fødevarerne.

Rengørings- og desinfektionsmidler til fiskeindustrien skal godkendes af Fødevaredirektoratet, før de må bruges. Godkendelsen skal sikre, at der ikke er nogen sundhedsrisiko ved, at eventuelle rester af produkterne overføres til fødevarerne. Den sundhedsmæssige vurdering er baseret på den værst tænkelige risiko for afsmitning til fødevarerne og forud-

sætter bl.a. at der efterskylles med rent vand efter endt rengøring/desinfektion. Rester af produkterne skal vurderes i henhold til fødevarelovens § 7 stk. 2.

6.14 Andre kemiske forureninger

For andre kemiske forureninger, hvor der ikke er specifikke grænseværdier, gælder fødevarelovens bestemmelser om fødevarer sikkerhed.

Af andre kemiske forureninger kan bl.a. nævnes radioaktiv forurening som vurderes at være uden sundhedsmæssig betydning i relation til indtag af fisk.

7. Voksarter (voksestre, non-triglycerid lipider)

Escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*) og smørmakrel/oliefisk (*Ruvettus pretiosus*) kan give diarré, hvis de ikke tilberedes korrekt. Det skyldes fiskenes naturlige indhold af voksarter (voksestre, non-triglycerid lipider), som er ufordøjeligt fedt, og effekten kan sammenlignes med virkningen af afføringsmidler. Fiskene har desuden et højt indhold af aminosyren histidin. Escolar kan indeholde op til 28 % olie af hvilket ca. 90 % består af voksestre. Andre fiskearter som barrachta, *Thyrsites sp.* og *Leionoura sp.*, der også hører til familien *Gempylidae* indeholder voksestre i varierende mængder. Der er i "Marine biogenic lipids, fats and oils" rapporteret 36 fiskearter med et indhold af voksestre på over 10 % af fiskenes fedtindhold (Ackman, 1999).

Årsagen til at voksestre giver diarré er, at de ikke kan nedbrydes af de menneskelige fordøjelsesenzymer, og dette kan sammen med deres meget lave smeltepunkt gøre, at de opsamles i tarmen og at deres "smørende" effekt giver diarré.

Escolar og smørmakrel/oliefisk importeres fra lande på den sydlige halvkugle, hvor indbyggerne ved, hvordan fiskene skal håndteres og tilberedes.

Sverige og Danmark har en stigende import af escolar og smørmakrel/oliefisk, som i begge lande har forårsaget en række mavetilfælde. Derfor har Fødevaredirektoratet i oktober 1999 udsendt en meddelelse til alle importører af fisk og fiskevarer, hvori der opfordres til, at der ved salget til den endelige forbruger gives vejledning om, hvorledes disse fisk skal tilberedes.

Nogle lande giver råd om tilberedningen af fiskene nogle lande fraråder konsum og nogle lande har forbudt salg af escolar. Det grundlæggende råd er, at fisken kræver en korrekt tilberedning bestående af omhyggelig stegning, kogning eller grillning således, at olieindholdet og hermed voksarterne smelter ud af fisken. Kogevand og stegefedt må ikke anvendes til sovs eller anden madlavning.

8. Mikrobiologiske aspekter og holdbarhed

Fisk adskiller sig fra andre dyr ved ikke at have en selvstændig, naturlig mikroflora. På grund af forskellig levevis har fisk, krebsdyr, toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle forskellig mikrobiologi. Mikrofloraens størrelse og sammensætning er derfor meget varierende og afspejler fangstområdets mikrobiologiske status, om dyrene lever ved bunden eller i de frie vandmasser og hvordan dyrene optager deres fødeemner. De mikroorganismer, der er typiske for vandmiljøer (*Pseudomonas*, *Aeromonas*/ *Vibrio*, *Neisseriaceae* o.lign.), vil næsten altid udgøre en væsentlig del af mikrofloraen.

8.1 Regler

Regler i forbindelse med mikrobiologiske forureninger i fisk og fiskevarer er beskrevet i kapitel 3.

8.2 Kvalitet og holdbarhed

Fiskekød adskiller sig på væsentlige punkter fra fugle – og pattedyrskød. pH i fiskekød ligger normalt på 7,0-7,2. Når fisken er død reduceres pH til omkring 6,0-6,5 afhængig af fiskeart. Dette medfører, at fiskekød har en ringe beskyttelse imod fordærvelsesbakterier, og derfor en væsentlig kortere holdbarhed, sammenlignet med pattedyrskød.

Fisk er koldblodede dyr, der har samme temperatur som omgivelserne. Det betyder, at de bakterier, der findes på fisk, ofte er i stand til at tåle lave temperaturer. Det er derfor vigtigt at opbevare fisken så koldt som muligt – helst i eller på knust is. Holdbarheden af fisk fremgår af tabel 8.1.

Tabel 8.1. Omtrentlig holdbarhed af fisk ved forskellige opbevaringstemperaturer.

<i>Opbevaringstemperatur (°C)</i>	<i>Holdbarhed (dage)</i>	<i>God kvalitet (dage)</i>
0	12-14	ca. 5
2	8-9	ca. 3
5	ca. 6	ca. 1-2

Det afgørende for friskhed af fisk er først og fremmest, hvor lang tid fisken har været opbevaret og ved hvilken temperatur. Friskheden af fisk kan vurderes sensorisk på baggrund af fiskens lugt, udseende, konsistens og smag.

Nedennævnte parametre er karakteristika for helt frisk fisk:

- Øjnene skal være hvævede, hornhinden klar med sort og glinsende pupil.
- Skindet have glans og farve med intakte og fastsiddende skæl og vandklar slim.
- Lugten af skin, gæller og bug skal være frisk af hav eller frisk tang.
- Gællerne skal være blodrøde og uden slim.
- Kødet skal være gennemskinneligt, glat, glinsende, uden forandring af den oprindelige farve.
- Kødet skal være fast og elastisk.
- Ingen misfarvning langs rygbenet, og rygbenet brækker i stedet for at løsne sig.
- Bughinden fast vedhængende.
- Smagen vil udover den for arten karakteristiske smag ofte være tangagtig, sødlig og delikat.

Forandringer i fiskens kvalitet kan følges ved sensoriske bedømmelser. Fisk, der normalt ikke renses efter fangsten (sild, makrel, m.fl.) vil ofte få en afvigende lugt fra bughulen, længe før selve kødet er fordærvet. Sprængning af bughulevæggen på grund af indre fordøjelsesprocesser i foderfyldte fisk kan i nogle tilfælde forekomme få timer efter fangst, i andre tilfælde, når fisken ikke optager føde, ses bugsprængning sjældent.

8.3 Trimethylamin

Mange saltvandsfisk indeholder trimethylaminoxid, som af fordærvelsesbakterier kan nedbrydes til trimethylamin (TMA), som giver den karakteristiske lugt af fisk. Indhold af trimethylamin benyttes til at bestemme fiskens friskhedstilstand. Samtidig med at bakterierne danner TMA, nedbryder de også fiskekødets indhold af aminosyrer. Det medfører dannelse af ammoniak, svovlbrinte mv., dvs. lugt af råddenskab.

8.4 Bakteriologiske forureninger

Der er forskellige typer af biologiske risici i forbindelse med fisk og fiskevarer: parasitter, virus, bakterier, biogene aminer (f.eks. histamin) samt biotoksiner (f.eks. algetoksiner). Mange af de bakterier, der under uheldige omstændigheder kan være årsag til sygdom, er naturligt til stede i vandmiljøet – men i vand og på fisk findes de i så lav koncentration, at det under normale forhold ikke medfører sygdom hos forbrugeren.

Fiskens bakterieflora kan opdeles i naturligt forekommende og ikke naturligt forekommende. Under gruppen af naturligt forekommende bakterier man nævnes *Clostridium bo-*

tulinum, *Vibrio sp.*, *Aeromonas sp.*, *Plesiomonas sp.* og *Listeria sp.* Under gruppen af ikke-naturligt forekommende bakterier kan nævnes *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Escherichia coli* og *Staphylococcus aureus*.

8.4.1 Bakterier

Clostridium botulinum er kendt for at kunne fremkalde den såkaldte pølseforgiftning (botulisme). Den er almindelig i bundsediment i lave koncentrationer og findes naturligt på ydre og indre overflader af fisk og toskallede bløddyr fra kystnære farvande. I skandinaviske farvande er der udelukkende tale om *Clostridium botulinum* type E, og op til 100 % af al fisk kan være forurenet med denne organisme. Minimumtemperatur for vækst af organismen er 3,3 °C. Et saltindhold i vandfasen på 3 % er tilstrækkeligt til at forhindre vækst og toksindannelse (Huss, 1981, 1983). Type E toksinet er varme-labilt og ødelægges ved 80–100 °C efter få minutter. *Clostridium botulinum* er kun et problem i produkter, hvor der ikke er sket en korrekt rensning, køling, konservering, saltning eller varmebehandling. Fersk, iset fisk vil normalt blive fordærvet, inden bakterien har nået at danne toksin, hvorfor indtag af fersk eller frossen fisk aldrig har forårsaget botulisme. *Clostridium botulinum* har derimod forårsaget forgiftning via fiskeprodukter, der har været røgede, gravade eller saltede, men hvor behandlingen har været udført utilstrækkeligt, oftest uden hensyntagen til de mest basale hygiejneregler.

Forebyggelse af botulisme må baseres på at undgå toksindannelse i råvarer, halvfabrikata eller i den færdige fiskevare. Betydningen af hurtig rensning, hurtig nedkøling, anvendelse af selv lave saltmængder ved produktion af røget fisk samt proceskontrol ved produktion af halv- og helkonserves skal fremhæves.

I dag ses forgiftningstilfælde som følge af indtagelse af industrielt fremstillede produkter meget sjældent. De meget få tilfælde, der ses, skyldes oftest hjemmelavede produkter, hvor der er sket grove brud på reglerne om korrekt konservering, f.eks. utilstrækkelig saltning, kombineret med opbevaring ved for høj temperatur.

Botulisme er en alvorlig, men i Danmark sjældent forekommende sygdom, som i værste fald kan medføre døden.

Vibrio*-arter, som *Vibrio parahæmolyticus*, *Vibrio vulnificus* og *Vibrio cholerae, forekommer på og i fisk fra varme farvande, men *Vibrio parahæmolyticus* og *Vibrio vulnificus* er også fundet i danske farvande i varme perioder. *Vibrio parahæmolyticus* og *Vibrio vulnificus* forekommer naturligt i saltvand, mens *Vibrio cholerae* forekommer i spildevandsforurenet

vand i de områder af verden, hvor der også forekommer cholerae hos befolkningen. *Vibrio*-arterne skal normalt opformeres for at give anledning til sygdom. En vigtig undtagelse er indtagelse af rå skaldyr, f.eks. østers, idet østers kan opkoncentrere *Vibrio*-arter til et niveau, som kan medføre sygdomsudbrud. I Danmark er der ikke rapporteret om sygdomstilfælde forårsaget af *Vibrio* i forbindelse med fortæring af fisk eller skaldyr. I de sydlige EU-lande og i de tropiske lande forekommer sygdomsudbrud jævnligt på grund af konsum af levende/rå toskallede bløddyr inficeret med patogene *Vibrio*-arter, fordi de toskallede bløddyr ikke inden konsum enten er blevet rensset eller blevet varmebehandlet.

Listeria monocytogenes er en bakterie, der findes naturligt i jord, og som derfor også kan forekomme på fisk i kystnære farvande. Bakterien kan vokse ved lav temperatur og ved en ret høj saltkoncentration. Da *Listeria monocytogenes* dræbes ved almindelig varmebehandling, udgør den ikke noget problem i f.eks. kogt eller stegt fisk, men i nogle typer af konserveret fisk kan den overleve og vokse ved køletemperatur. Det har vist sig, at *Listeria monocytogenes* kan være meget vanskelig at undgå ved fremstilling af f.eks. koldrøgede og gravade fiskeprodukter.

Man bliver ikke syg af at spise fødevarer med et indhold af få *Listeria monocytogenes* bakterier, men hvis gravad og røget fisk opbevares i længere tid på køl, kan bakterierne vokse til højere niveauer med deraf følgende risiko for sygdom og kan muligvis forårsage aborter. Det er vigtigt, at de holdbarhedstider som producenten har fastsat overholdes, ligesom kølekæden ikke må brydes. Det er især gravide, ældre og personer med et nedsat immunforsvar som har risiko for at blive syge af *Listeria monocytogenes*. Det er dog ikke dokumenteret, at fiskeprodukter har givet anledning til listeriose hos mennesker i Danmark. Der er årligt her i landet ca. 30-40 tilfælde af human listeriose, og det vides ikke i dag præcist hvilke fødevarer, der er årsag til disse tilfælde.

Salmonella kan findes i krebsdyr og fisk opdrættet i tropiske dambrug, der har været forurenede med bakterien, eller hvor foderet har været forurenede. *Salmonella* kan ligeledes forekomme i toskallede bløddyr, som fiskes eller opdrættes i spildevandsforurenede kystområder, og som ikke er blevet rensset eller blevet varmebehandlet inden konsum. I sammenligning med andre fødevarer, er salmonellaproblemet i fisk og krebsdyr meget lille. Der har dog været rapporteret salmonellaudbrud på grund af konsum af levende østers fisket i spildevandsforurenede kystområder bl.a. i USA.

8.5 Parasitter

8.5.1 Regler

Der stilles krav i lovgivningen om nedfrysning af råvarer til restauranter og øvrige virksomheder, der serverer eller fremstiller rå eller næsten rå fisk og fiskeprodukter, som eksempelvis "let saltede sild, matjessild", koldrøgede og gravade produkter, sushi og sashimi.

8.5.2 Forekomst

Forekomst af parasitter hos fisk er almindelig (Møllergaard, 1996, 1997; Huss, 1983, 1992, 1994). Nogle få arter har sundhedsmæssig betydning, men alle har betydning for fiskens kvalitet som konsumfisk, idet tydelige parasitforekomster er uæstetiske, og produkter kan blive afvist af køber eller konsument.

Protozoer er almindelige snyltere hos benfisk, men er uden sundhedsmæssig betydning for mennesket. Særlig interesse knytter sig til klassen *Myxosporidea*. Således er *Myxosoma cerebralis* årsag til den kendte og tabsvoldende drejesyge hos regnbueørred.

En anden myxosporidie, *Henneguya zschokkei* ses jævnligt i importerede stillehavslaks. Organismen fremkalder gråhvide, knudeformede dannelser af riskorn- til ærtestørrelse. Det drejer sig om cyster med en bindevævskapsel og et flødelignende, hvidgulligt indhold med talrige sporer. Sporerne måler ca. 10 µm i diameter, og sporekapslerne har lange trådformede forlængelser. Disse cyster ses ind i mellem i røget laks.

Myxosporidien, *Chloromyxium thyrsites* forekommer i et stort antal fisk, som f.eks. den sydamerikanske kulmule. Denne parasit er vanskelig at få øje på ved fiskens fangst, men efter nogle dages islagring vil hårdt angrebne fisk udvikle blødhed i kødet på grund af parasiternes kraftige produktion af ekstracellulære proteolytiske enzymer. Fileten kan blive helt cremeagtig, og lidelsen har i engelsk litteratur fået betegnelsen "milky hake" eller "milky spots". Problemet kan undertiden ses i importeret kulmule.

Myxosporidien *Kudoa* findes bl.a. i makrel fra den sydlige del af Nordsøen og Kanalområdet. Der er ingen ydre tegn på, at parasitterne er tilstede, men på grund af proteolytiske enzymer i parasitcysterne bliver fiskekødet blødt og henflydende. *Kudoa*-inficeret, røget makrel vil være at føle på som en tube tandpasta.

Spyrion lumpi i rødfisk er en stor parasit, en *Copepod*, som er almindelig forekommende på overfladen af rødfisk fisket i Nordatlanten. *Spyrion lumpi*, som har en krop på op til 2,5 cm med 5-9 cm lange frit hængende kønsorganer, udgør kun et æstetisk problem, og erhvervet har egne sorteringsregler angående salg og fjernelse af de inficerede dele af fiskekødet.

Ichthyophonus hoferi er en *protist*, som kan findes i sild, kuller og andre arter. *Ichthyophonus hoferi* blev tidligere betragtet som en svamp, men placeres nu under gruppen *protister*. Sygdommen, som kaldes "sildesvamp" viser sig som hvide, aflange knudedannelser i sildens muskulatur, især i den mørke muskulatur. Inficerede fisk har en let slimet overflade og de har en karakteristisk "svampet" lugt. Inficerede fisk er uegnede til menneskeføde.

En lang række *Trematoder* (> 40 arter) findes som snyltere hos fisk og kan ved spisning af rå fisk overføres og have mennesket som endelig vært. De fleste forekommer i tropiske farvande og kun en enkelt, *Opisthorchis felineus*, der kan forårsage levercirroses hos mennesket, forekommer i Europa. En af de mest almindeligt forekommende trematoder er den fuldstændig harmløse *Cryptocotyle lingua*, der findes i mørkfarvede cyster lige under skindet hos torsk, sild, makrel og flere andre fiskearter.

En enkelt *Cestode* (bændelorm) har sundhedsmæssig betydning i tempererede farvande, især Østersø-området. Det drejer sig om *Diphyllobothrium latum* (menneskets brede bændelorm), der blandt andet har mennesket som endelig vært og et stort antal fisk som mellemvært. Sygdommen er nu ganske sjælden, idet den – som alle parasitære sygdomme – skal overføres ved fortæring af rå, men ikke frossen, eller ikke varmebehandlet fisk.

Endelig forekommer ofte en del *Nematoder* (rundorme) hos fisk, undertiden i talrige mængder. Mest almindelig er den såkaldte "torskeorm", *Pseudoterranova*, tilhørende familien *Anisakidae*. Ormen, der kan være op til 5-6 cm lang, findes oprullet i fiskens muskulatur eller organer ofte i s-form. Forekomsterne hos fisk er tredje larve-stadium, og den endelige vært er marine pattedyr, især sæler.

Pseudoterranova-inficeret fisk kan være årsag til sygdom hos mennesker, hvor larven kan penetrere mavevæggen og give akutte mavesymptomer (smerte, kvalme) efter spisning af rå fisk eller næsten rå fisk.

Knap så almindelig som ovennævnte, men af lang større sundhedsmæssig betydning, er den kendte "sildeorm", som er laver af *Anisakis spp.*, eksempelvis *Anisakis simplex*.

Anisakis simplex kan findes i mange forskellige fiskearter eksempelvis torsk, makrel, laks, kulmule, sej, hvilling, blåhvilling, ansjos m.fl. Larverne kan forekomme i stort antal i op til 90-100 % af alle sild fra Atlanten og Nordsøen, men er mindre hyppig i fisk i Østersøen. Ved optagelse af levende larver (fra rå eller næsten rå, ikke-frosne fiskeprodukter) kan larven penetrere mave-tarmvæg og give sygdom hos mennesket.

EU-kommissionens Videnskabelige Komité har i 1998 udtalt om *Anisakis simplex*, at der nu også er registreret sensibilisering af personer, medførende tilfælde af allergiske reaktioner hos konsumenter efter konsum af fiskeprodukter indeholdende døde *Anisakis simplex*.

8.5.3 Forebyggende tilberedning

Parasitter dræbes ved de fleste almindelige tilberedningsmåder såsom stegning, kogning, grillning, varmrøgning, kraftig saltning og marinering. Marinering i salt og eddikesyre-løsning kræver dog en vis tid inden parasitterne er døde. Traditionelle danske produktionsmetoder for marinerede sildefileter kræver en tilbageholdelsestid inde salg på 5-6 uger ved et eddikesyreindhold på ca. 2 % w/w og saltindhold er ca. 7,3 % w/w. Eksempelvis vil drab af *Anisakis* kræve en tilbageholdelsestid på ca. 10-12 uger, hvis eddikesyreindholdet er 2,6 % w/w og saltindholdet er 4,3 % w/w.

Fiskens fedtindhold har ligeledes indflydelse på drabshastigheden således, idet et højt fedtindhold sænker drabshastigheden. Eksempelvis kræver fede sild ca. én måneds længere tilbageholdelsestid en magre sild når de marineres under samme betingelser, ca. 6,3 % salt og ca. 3,7 % eddikesyre på ca. én måned (Karl et al., 2002).

Hurtig rensning af fisken ombord er med til at hindre parasitternes eventuelle vandring ind i fiskemuskulaturen. Indfrysning ombord er ligeledes med til at hindre eventuel vandring samtidig med drabseffekten. Varmebehandling til en kernetemperatur på 60 °C i 1 minut eller frysning ved -20 °C i 24 timer dræber alle parasitter.

8.6 Virus

8.6.1 Regler

Der er fastsat EU-harmoniserede regler med krav om, at alle produktionsområder hvori der fiskes, genudlægges eller opdrættes toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle, skal klassificeres i tre mikrobiologiske zoner, A, B og C, således at toskallede bløddyr

fisket fra eller opdrættet i et produktionsområde med A klassificering kan spises levende, rå.

Toskallede bløddyr fra produktionsområde med B klassificering må først markedsføres efter enten varmebehandling eller efter rensning/genudlægning i så lang tid, at bløddyrene opnår A klassificering.

Toskallede bløddyr fra produktionsområde med C klassificering må først markedsføres efter enten sterilisering i hermetisk lukkede beholdere eller efter mindst 2 måneders genudlægning evt. kombineret med rensning, således at bløddyrene opnår A klassificering. I EU reglerne er der fastlagt mikrobiologiske grænser for produktionsområderne A, B og C.

8.6.2 Forekomst

Sygdom forårsaget af virus i østers skyldes næsten altid østers eller andre toskallede bløddyr, som enten er fisket eller dyrket i vand forurenet med spildevand, eller som ikke er rensset i tilstrækkelig grad inden salg. Østers og andre toskallede bløddyr filtrerer store vandmængder for næring, og kan derfor opkoncentrere bl.a. virus (f.eks. Hepatitis A og Norovirus) og patogener bakterier, hvis disse er tilstede i produktionsområderne.

Virus udgør den vigtigste fare ved fortæring af levende toskallede bløddyr. Rå østers har givet anledning til utallige, fødevarebårne infektioner med virus, også herhjemme. I januar og februar 1996 blev mere end 200 mennesker i Storkøbenhavn syge efter indtagelse af irske/engelske østers, som indeholdt Norovirus (Bjergskov et al., 1996).

8.6.3 Symptomer

Symptomerne, der kommer efter 24 - 48 timer, er typisk utilpashed, kvalme, diarré, opkastninger, mavesmerter, og måske hovedpine og let feber. Sygdommen varer normalt fra 12 timer til tre dage og går over af sig selv. Alvorligere sygdomme som leverbetændelse forårsaget af hepatitis A virus er også set.

8.6.4 Konklusion

Det må konstateres, at der altid vil være en vis risiko ved indtagelse af østers og andre toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle i levende/rå stand på grund af indhold af virus.

8.7 Histamin

8.7.1 Regler

Der er i EU fastlagt grænser for indhold af histamin i fisk og fiskevarer, men ikke for de øvrige biogene aminer.

8.7.2 Forekomst

Histamin tilhører gruppen af biogene aminer, som kan forekomme naturligt i små mængder i mange fødevarer. Histaminen dannes ved bakteriel aktivitet, decarboxylering, af naturligt forekommende histidinen. Det er meget varierende, hvor meget histamin der kan påvises i fisk efter uhensigtsmæssig opbevaring, men der er målt værdier på op til 3500-7000 mg/kg (Lam, 1989; Nordisk Ministerråd, 2002).

Histamin og andre biogene aminer dannes som følge af visse bakteriers vækst, der skyldes uhensigtsmæssige tids- og temperaturforhold og uhygiejnisk praksis i forbindelse med fangst, opbevaring, forarbejdning og distribution af fiskevarer.

De fiskefamilier der hyppigst forårsager fødevareforgiftning på grund af deres store indhold af aminosyren histidin er:

- *Scombridae* (makrelfamilien herunder tun og bonit),
- *Clupeidae* (sildefamilien),
- *Engraulidae* (ansjosfamilien),
- *Coryphaenidae* (guldmakrelgruppen),
- *Gempylidae* (slangemakrelfamilien, herunder Escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*) og smørmakrel/oliefisk (*Ruvettus pretiosus*))

Histaminforgiftning ses undertiden omtalt som ”scombroid forgiftning” efter de familier/slægter af fisk – *Scombridae*, *Scomberomorus* og *Scomber*, hvis medlemmer man først fandt som årsager til histaminforgiftningstilfælde. Der er dog mange andre fiskearter og fiskeprodukter, hvori der kan dannes histamin og andre biogene aminer under uheldige opbevaringsforhold f.eks. hornfisk, koldrøget laks og mange af de tropiske fiskearter, som nu importeres som kølede, vakuumpakkede skiver eller som eksempelvis oparbejdes i Danmark til koldrøgede produkter.

Af histaminproducerende bakterier kan nævnes *Enterobacteriaceae*, nogle *Vibrio*, få *Clostridium* og *Lactobacillus sp.* De mest potente histamin-producerende bakterier er *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* og *Hafnia alvei*. Disse bakterier kan findes på de fleste fisk,

formentlig som efterkontamination efter fangsten, og de kan vokse under 10°C men under 5 °C hæmmes histaminproduktionen dog kraftigt. Den kuldetolerante *Photobacterium sp.* er dog kraftig histaminproducerende ved temperaturer under 5 °C.

8.7.3 Symptomer

Symptomerne på forgiftninger med histamin er en brændende fornemmelse i mund og svælg. Der kan forekomme blærer på læber og tunge, rødmen i ansigt og på hals og bryst, hovedpine, kvalme, opkastning, mavesmerter, opsvulmede læber og nældefeber. I visse tilfælde kløe, svimmelhed på grund af blodtryksfald, og ved svære forgiftninger kan der forekomme chok, bronchiale smerter og åndedrætsforstyrrelser.

Histaminforgiftning karakteriseres ved kort "inkubationstid" – fra få minutter til få timer – og af kort varighed – få timer. Der forekommer dog længerevarende forgiftninger på op til flere dage. Det er individuelt, hvor store mængder histamin man kan indtage før der opstår symptomer på histaminforgiftning. Lave doser udgør normalt intet problem. Almindeligvis regner man med, at histamintolerancen er ca. 6 mg totalt for et menneske på 70 kg. Forgiftningen klassificeres som mild indtil indtagelse af ca. 40 mg histamin.

8.7.4 Konklusion

Lave niveauer af biogene aminer udgør normalt ikke en risiko for mennesker, men indtagelse af fødevarer med høje indhold af disse stoffer, kan forårsage akutte symptomer på forgiftning. Stoffernes giftvirkning kan forøges, hvis der samtidigt er indtaget alkohol eller visse lægemidler. Andre biogene aminer kan ligeledes øge histaminets giftvirkning.

9. Eksisterende kostråd for fisk i Danmark og andre lande

I Danmark og vores nabolande har der igennem flere år været kostanbefalinger omkring indtagelse af fisk. Anbefalingerne er en blanding af et generelt kostråd om indtagelse af fisk, men også vejledning om begrænset indtag i visse tilfælde. Dette afsnit er en gennemgang af nogle af vore egne og vores nabolandes kostråd for indtag af fisk. Kostrådene er delvist fundet på følgende hjemmesider:

Sverige: www.slv.se

Norge: www.snt.no

Storbritannien: www.food.gov.uk

Afsnittet indeholder ligeledes kostråd fra Finland (www.nfa.fi).

Nedenstående er en gennemgang af kostrådene i forkortet version. Det vil fremgå, at kostrådene er forskellige i de enkelte lande. Baggrunden for dette er i nogle tilfælde forskellige kostvaner (f.eks. stort indtag af ferskvandsfisk i Sverige og Norge) og i andre tilfælde at der er forskellige nationale grænseværdier (eller undtagelser herfor), som tilfældet f.eks. er med dioxin i Sverige og Finland, hvor fisk med dioxinindhold højere end EU-grænseværdierne godt må sælges på det nationale marked.

9.1 Danmark (www.fdir.dk og www.altomkost.dk)

I Danmark er det eksisterende kostråd for indtag af fisk baseret på et generelt kostråd:

Spis 200-300 gram fisk om ugen

Voksne bør spise 200-300 gram fisk om ugen og variere mellem fede og magre fiskearter. Anbefalingen svarer til 1-2 hovedmåltider med fisk samt fisk som pålæg jævnligt.

Spis forskellige slags fisk

Det er bedst at spise forskellige fiskearter, både de fede som laks, sild, makrel og ål, og de magre fisk som skrubber, rødspætter torsk og tun. De forskellige fiskearter rummer forskellige mængder af de sunde stoffer. Fede fisk indeholder sunde fiskeolier, men de kan også indeholde mere forurening.

Fisk og forurening

Fisk kan være forurennet blandt andet med dioxin og kviksølv, men der er fangstforbud

der, hvor forureningen er størst. Fødevaredirektoratet vurderer, at sundhedsgevinsten ved at spise flere og varierede fisk er mærkbart større end risikoen ved forurening.

Gravide og ammende

Visse fisk har et naturligt indhold af kviksølv. For en sikkerheds skyld anbefales gravide og ammende derfor ikke at spise hovedmåltider af tun, rokke, helleflynder, escolar og smør-makrel/oliefisk, sværdfisk, sildehaj, gedde, aborre og sandart. Andre almindelige spisefisk er der ingen specielle problemer med.

Grillning

Indtaget af PAH kan reduceres ved at spise varieret og ikke ensidigt grillede og røgede fødevarer. Indholdet af PAH i grillmad kan mindskes ved at anvende en grill, hvor kullene står lodret.

Fedt fra kød eller marinade bør ikke dryppe ned på det glødende kul, da det vil danne tjæreholdig røg, som øger risikoen for at udvikle kræft. Man kan undgå, at det drypper fra kødet ved at lægge folie under kødet eller bruge en grillmarinade uden olie.

Hvis kødet bliver branket, bør man skære de brankede skorper af, da brankede skorper indeholder stoffer, der øger risikoen for at udvikle kræft.

Fisk skal i køleskabet

Frisk fisk skal i køleskab straks efter indkøb, og skal enten spises samme dag eller fryses ned. En varm ret, der skal gemmes til næste dag, skal sættes i køleskab, så snart den er dampet af. Frossen fisk skal optøs i køleskabet, f.eks. i en skål, så det ikke drypper på andre madvarer.

Rå fisk og fiskevarer

Ved anvendelse af rå fisk, for eksempel råmarineret og gravad laks samt fisk i sushi-retter, skal fisken have været frosset ned i et døgn ved minus 20 grader for at dræbe eventuelle snyltere (parasitter og orm), der eventuelt kan være i fiskekødet.

Levende rå østers og andre toskallede bløddyr kan indeholde virus og sygdomsfremkaldende bakterier og der vil altid være en vis risiko ved at spise østers og andre toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle i levende/rå stand.

Histamin og andre biogene aminer

Fødevarer, som indeholder meget histamin, giver en brændende fornemmelse især på tungen, men også på læberne og i svælget, når man spiser dem. Der kan også komme blærer på tunge og læber. Hvis man oplever det, skal man spytte maden ud og lade være med at spise resten.

Nye fiskearter der kan give diarré

Escolar og smørmakrel/oliefisk er nye eksotiske fiskearter, der kræver korrekt tilberedning.

Escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*) og smørmakrel/oliefisk (*Ruvettus pretiosus*) kan give diarre, hvis den ikke tilberedes korrekt. Det skyldes fiskenes naturlige indhold af voksarter (ufordøjeligt fedt), og effekten kan sammenlignes med virkningen af amerikansk olie. Fiskene har desuden et højt indhold af aminosyren histidin.

Det grundlæggende råd er, at fisken kræver en korrekt tilberedning bestående af omhyggelig stegning, kogning eller grillning således, at olieindholdet og hermed voksarterne smelter ud af fisken. Kogevand og stegefedt må ikke anvendes til sovs eller anden madlavning.

Privates indsamling af muslinger

- Lad være at samle i nærheden af å- eller spildevandsudløb.
- Lad være med at samle i nærheden af en område, der er lukket for kommercielt fiskeri.
- Vær opmærksom på risikoen for algegifte i områder, der ikke overvåges. Ofte vil amterne kunne give oplysninger om eventuel forekomst af giftige alger. Følg evt. med i dagspressen i dagene op til indsamlingstidspunktet.

Tilberedning af muslinger Muslinger kan være døde, når man køber eller samler dem. For at undgå at blive syg af at spise døde muslinger, bør man gøre følgende:

- muslinger, der er åbne inden kogning, skal lukke sig ved et let slag på skallen.
- muslinger, der ikke lukker tæt, er døde og skal kasseres.
- muslinger, der ikke har åbnet sig under kogningen, skal også kasseres.

9.2 Sverige (www.slv.se)

Kostråd om fiskeindtag generelt

- Fisk er nyttig mad, som er rig på vitaminer og mineraler.
- Fed fisk som sild, strömming, laks og makrel indeholder flerumættede fedtsyrer som kan mindske risikoen for hjerte- kar sygdomme.
- Visse ferskvandsfisk og fede østkystfisk har forhøjet indhold af miljøforureninger. Derfor bør visse grupper af forbrugere være forsigtige.
- Eksempler på fisk og fiskeprodukter som har lavt indhold af miljøforureninger, og som kan spises uden begrænsning:
 - al fisk fanget ved vestkysten og i det åbne hav (undtagen store helleflyndere)
 - torsk og fladfisk fra Østersøen
 - dambrugsfisk
 - produkter som for eksempel fiskeboller, fiskepinde og sildekonserves.

Svenske kostråd for gravide

Fisk er nyttig mad, men visse fisk kan indeholde skadelige miljøforureninger.

Spis gerne en gang om måneden, men ikke oftere:

- strömming og sild fra Østersøen og den Botniske Bugt
- vildtfanget laks og vildtfanget ørred fra Väneren, Østersøen og den Botniske Bugt
- vildtfanget laks og röding fra Vättern

Spis ikke:

- aborre, gedde, sandart, ål fanget i søer og (store) helleflyndere
- lever fra torsk og ferskvandskvabbe/knude

Al opdrættet fisk kan spises.

Ovenstående råd gælder også for kvinder i den fødedygtige alder med undtagelse af de fiskearter, som kan have forhøjet indhold af kviksølv (f.eks. aborre), og som kan spises en gang om ugen. Spis ikke rå skaldyr eller gravad fisk, hvis den ikke er nygravad. Undgå desuden røget og varmrøget fisk samt vakuumpakket fisk.

Svenske kostråd for ammende kvinder om fisk og skaldyr

Fisk fra visse farvande bør spises sjældent eller helt undgås, når man ammer.

<i>Spis så meget du vil af</i>	<i>Forudsætning/Motivering</i>
--------------------------------	--------------------------------

Fiskeprodukter som f.eks. fiskeboller og fiskepinde	Kommercielt producerede fiskeprodukter fremstilles af fisk fanget i uforurenede vand
Marineret sild	Kommercielt tilgængelig marineret sild produceres af fisk fanget i rent vand.
Gravad fisk	Undgå sortimentet med begrænsninger pga. miljøgifte.
Kaviar på tube	
Kuller fra det åbne hav	
Kogt hummer	
Kogt krabbe	
Kogte krebs	
Kulmule fra det åbne hav	
Laks fra vestkysten	
Makrel fra det åbne hav	
Dambrugs laks	
Regnbue ørred	
Röding	Hvis den ikke er fra Vättern.
Røget fisk	Undgå sortimentet med begrænsninger pga. miljøgifte. Böckling er røget sild fanget i rent vand.
Sej fra det åbne hav	
Helt	
Sild	Hvis den ikke kommer fra Østersøen eller den Botniske bugt.
Rødspætte	
Stenbider rogn (færdigpakket)	
Stillehavslaks	
Laks	Hvis den ikke er fra Vättern
Torsk fra det åbne hav	
Hvilling fra det åbne hav	
Ørred	Hvis den ikke kommer fra Østersøen eller den Botniske Bugt eller Väneren.
Spis gerne en gang om måneden, men ikke oftere:	Forudsætning/Motivering
Vildtfanget laks fra Østersøen, den Botniske Bugt eller Väneren	Kan indeholde miljøgifte.
Vildtfanget laks og röding fra Vättern	Kan indeholde miljøgifte.
Vildtfanget ørred fra Østersøen, den Botniske Bugt eller Väneren	Kan indeholde miljøgifte.
Sild/strømning fra Østersøen eller den Botniske Bugt	Kan indeholde miljøgifte.
Surstrømning fra Østersøen eller den Botniske Bugt	Kan indeholde miljøgifte.
Undlad at spise	Forudsætning/Motivering
Aborre	Kan indeholde miljøgifte.
Gedde	Kan indeholde miljøgifte.
Sandart	Kan indeholde miljøgifte.
Lake	Kan indeholde miljøgifte.
Lever fra torsk og lake	Kan indeholde miljøgifte.
Stor helleflynder	Kan indeholde miljøgifte.

9.3 Norge (www.snt.no)

Kostråd for fisk og skaldyr

- Kostrådene er primært baseret på at reducere indtaget af miljøgifte fra fisk og skaldyr.
- Kostrådene er i noget omfang relateret til geografiske områder eller visse fiskearter.
- I et vist omfang er der omsætningsforbud for fisk fanget i visse geografiske områder.

For indtag af fisk og skaldyr fra 29 specifikt nævnte fjordområder langs kysten gælder følgende kostråd:

Ferskvandsfisk

Visse typer ferskvandsfisk indeholder sundhedsskadelige mængder af kviksølv.

Forbrugere bør ikke spise følgende fiskearter mere end én gang om måneden i gennemsnit:

- gedde
- aborre over ca. 25 cm
- ørred over ét kilo
- røye over ét kilo

Rådene gælder kun for fisk, som er fisket i ferskvand. Opdrættet fisk og havørred kan trygt spises.

Blåmuslinger

Det anbefales, at man kun fanger blåmuslinger tæt på åbne fangststeder for at sikre sig mod indhold af algetoksiner.

Krabbeindmad

Krabbeindmad kan indeholde algegifte, hvorfor indtag frarådes. Der er ingen problemer i at spise hvidt krabbekød. Rådet gælder for krabber fanget udenfor fangstområderne, for blåmuslinger samt ved køb af krabber, hvor fangstområdet er ukendt.

Norske kostråd til gravide for indtag af fisk og skaldyr

- Fisk er en vigtig kilde til flere næringsstoffer for gravide.
- Opdrættet fisk kan trygt spises, uanset type og størrelse. Skaldyr, fiskelever og nogle specielle fiskearter kan imidlertid være forurenede med miljøgifte. Fisk og skaldyr bør varmebehandles før de spises.
- Gravide kan spise alle typer fisk og skaldyr, bortset fra

1. ferskvandsfisk af typen gedde, aborre over 25 cm, ørred over ét kilo, røye over ét kilo.
 2. fiskelever.
 3. krabbeindmad (hvidt krabbekød i klør og skal kan trygt spises).
 4. eksotisk fisk: haj, sværdfisk, rokke, fersk tunfisk (tunfisk på dåse kan derimod trygt spises).
- I havne og fjorde langs Norges kyst, hvor der er specielt forurenet, giver SNT særlige kostråd og nedlægger omsætningsforbud for fisk og skaldyr. Disse særlige kostråd er specielt vigtige at følge for gravide.

9.4 Finland (www.nfa.fi)

Finland har haft anbefalinger for fiskeindtag siden midten af 1990'erne:

- Forbrugere bør spise fisk to gange ugentligt og samtidig sikre, at kosten indeholder en tilstrækkelig variation af fisk. Formålet med dette er at undgå fede fisk fanget i det Baltiske hav (sild og laks).
- Det anbefales, at man kun spiser sild under 3 år og med en maksimal længde på 17 cm og en maksimal vægt på 20 gram. Dette råd er baseret på, at små sild indeholder lavere koncentrationer af dioxin.
- En ubalanceret kost, som indeholder mange fede fisk fra det Baltiske hav, skal undgås.
- Det er særligt vigtigt, at yngre kvinder og mænd såvel som gravide og ammende kvinder spiser så forskellige fisk som muligt og spiser sild og laks mere sjældent.

9.5 Storbritannien (www.food.gov.uk)

Fisk og skaldyr

- En sund kost indeholder mindst to måltider ugentligt med fisk - heraf ét med fed fisk.
- Fisk er en god kilde til mineraler som f.eks. jod. Fisk som f.eks. sardiner, whitebait og laks på dåse, hvor man spiser benene, er også en god kilde til calcium, fosfor og fluorid.
- Fede fisk som sardiner, sild, makrel, ørred og laks samt lever fra fisk som torsk og helleflynder er gode kilder til vitamin A og D. Fede fisk indeholder også omega 3 fedtsyrer, som kan forebygge hjertesygdomme.

Bakterier og virus

Rå og halvforarbejdede fiskevarer kan indeholde skadelige vira og bakterier.

- Vibrio forårsager flest fødevarerborne sygdomme fra forkert håndterede rå fisk og skaldyr.
- Norwalk virus findes i rå østers.
- Hepatitis A (leverbetændelse) findes i rå eller halvrå skaldyr.

Specielt gravide, fostre, yngre børn og ældre mennesker er særligt udsatte for sygdom i forbindelse med bakterier og virus fra fisk og skaldyr og bør ikke spise rå eller halvrå fisk og skaldyr.

På grund af allergiske reaktioner bør småbørn under 6 måneder ikke spise fisk og skaldyr.

Kemiske forureninger

Gravide og kvinder, som forsøger at blive gravide, bør ikke spise haj, sværdfisk og marlin på grund af indhold af kviksølv. Indholdet af kviksølv er meget lavt i de fisk og skaldyr, som oftest spises i UK.

10. Diskussion og konklusion

10.1 Forudsætning for sundhedsmæssig vurdering

På baggrund af viden om ernæringsmæssige fordele ved at spise fisk samt viden om kemiske og mikrobiologiske forureninger i fisk har Fødevaredirektoratet lavet en opdateret sundhedsmæssig vurdering af fisk som fødevarer. Den sundhedsmæssige vurdering har taget udgangspunkt i det eksisterende kostråd om at spise 200-300 gram fisk om ugen, og at det skal være en blanding af fede og magre fisk. Det fremgår af kapitlet om indtag af fisk, at den typiske dansker spiser under 100 gram om ugen, samt at kun 25 % af befolkningen spiser mere end 175 gram fisk om ugen, og kun 5 % af befolkningen spiser mere end 350 gram fisk om ugen. En sundhedsmæssig vurdering med udgangspunkt i de eksisterende kostråd vil således beskytte hovedparten af befolkningen – og vil beskytte de forbrugere, der efterlever kostrådet.

Der er forskellige hensyn at tage i en sundhedsmæssig vurdering af forskellige kemiske forureninger. Hvor der er tale om en akut toksisk effekt, er den sundhedsmæssige vurdering baseret på et worst case scenarie, hvorimod der for forureninger med langtidseffekter er taget udgangspunkt i en gennemsnitskost, som vil følge det eksisterende kostråd. Den sundhedsmæssige vurdering for methyalkviksølv og dioxin er således baseret på forskellige scenarier.

10.1.1 Ernæringsaspekter af fisk

Der er generelt set videnskabelig enighed om, at der er store sundheds- og ernæringsmæssige fordele ved at spise fisk. Fisk er en vigtig kilde til vitaminer og mineraler. Specielt bidrager D-vitaminindholdet i fisk til det totale indtag med cirka en tredjedel. Næsten en femtedel af gennemsnitskostens indhold af vitamin B₁₂ kommer fra fisk. Selen- og jodindholdet i fisk har ligeledes betydning for en tilstrækkelig forsyning af disse næringsstoffer. Størst fokus har der imidlertid været på fisks indhold af de langkædede omega-3 fedtsyrer. Disse fedtsyrer kan dæmpe betændelsesreaktionen ved en række kroniske sygdomme, nedsætter formentlig blodets størkende egenskaber, nedsætter blodets fedtindhold og synes at kunne stabilisere hjerterytmen. Der er gode videnskabelige holdepunkter for, at et indtag af fisk i en mængde på 1-2 fiskemåltider om ugen nedsætter risikoen for pludselig død af blodprop i hjertet og slagtilfælde.

Undersøgelser har også vist, at tilskud af fiskeolie kan nedsætte risikoen for at dø af blodpropper i hjertet hos patienter, der allerede har overlevet en blodprop, og at tilskud af fiskeolie kan lindre ledsymptomer ved ægte gigt.

Der findes som nævnt en sammenhæng mellem nedsat risiko for hjertekarsygdom og indtaget af selv mindre mængder af både de magre og fede fisk. Det er forsat mindre velbetydende, om der er en specielt gunstig effekt af at spise de fede fisk sammenlignet med de mindre fedtholdige fisketyper (selv om interventionsundersøgelserne med fiskeolietilskud peger i den retning). FDA har vurderet, at et indtag af op til 3 g/dag af marine omega-3 fedtsyrer generelt må anses for at være sikkert (GRAS - Generally Recognized As Safe). Nogle bivirkninger er dog fundet hos patienter, der indtager mellem 1 og 3 g/dag, mens indtag op til 1 g/dag tolereres af de fleste (AHA, 2002).

På grund af de ernæringsmæssige fordele anbefales det, at indtaget af fisk øges til 200 – 300 g svarende til 1-2 fiskemåltider om ugen og fiskepålæg flere gange om ugen, samt at veksle mellem fede og magre fisk. Et øget fiskekonsum herudover synes ikke at øge beskyttelsen mod udvikling af hjertekarsygdom, hvorfor der ikke er en sundhedsmæssig gevinst ved et højere fiskeindtag.

10.1.2 Aspekter om kemiske forureninger i fisk

Nogle arter af fisk kan indeholde betydelige mængder af methyلكviksølv, PCB, dioxin og andre organiske forureninger. Grunden hertil er, at disse stoffer findes i små mængder i sediment fra ferskvand og havvand, og stofferne kan opkoncentreres i den akvatiske fødekæde. Derfor er koncentrationerne generelt højest i ældre og store fisk, især rovfisk samt visse havpattedyr, f.eks. sæler. Fisk og skaldyr kan indeholde organiske forureninger. Den gavnlige effekt på hjertekarsygdom og de øvrige ernæringsmæssige fordele ved at spise fisk er imidlertid så stor, at det er Fødevareredirektoratets klare opfattelse, at varieret fiske-spisning er en væsentlig del af en sund kost.

Forbrugeren bør være opmærksom på fordele og ulemper ved fiskespisning. Gravide samt kvinder, der ammer, har en øget risiko for effekter ved et højt indtag af for meget methyلكviksølv. Derfor er det vigtigt, at disse grupper undgår indtag af store rovfisk, som kan have høje koncentrationer af methyلكviksølv, som f.eks. sværdfisk, sildehaj, tun og hellefisk, som det allerede er anbefalet i Fødevareredirektoratets kostanbefalinger til gravide. Samtidigt er risikoen for at få hjertekarsygdomme lav hos kvinder i den fødedygtige alder.

For bly og cadmium er der fastsat grænseværdier i fisk, krebsdyr, muslinger og fiskeolie, der i tilstrækkelig grad sikrer, at fiskespisning ikke er noget sundhedsmæssigt problem for den almindelige forbruger.

En række andre forureninger er påvist i fisk i små mængder (organiske tinforbindelser, moskusstoffer og bromerede flammehæmmere). Der er endnu ikke et tilstrækkeligt antal analyser, der kan afgøre, om der kunne være sundhedsmæssige problemer herved. De få foreliggende analyser tyder dog på, at de fundne mængder ikke udgør et sundhedsmæssigt problem.

Dioxiner og dioxinlignende PCB findes specielt i de fede fisk som sild, makrel og laks. Kvinder i den fødedygtige alder bør derfor ikke, i overensstemmelse med de generelle kostråd, udelukkende spise fede fisk, da de derved kan få et indtag der overskrider TWI (tolerable ugentlige indtag) for dioxiner og dioxinlignende PCB. Dette gælder især laks og sild fra den Botniske Bugt, som har de højeste indhold af dioxin og af PCB. Effekten af dioxin er langtidseffekter og ikke akutte effekter. Det er altså indtaget af dioxiner over længere tid, som har betydning. Der er fastsat grænseværdier for dioxin i fisk. Såfremt fisk ikke kan overholde denne værdi, må de ikke sælges. Datagrundlaget for dioxin i fisk fra danske farvande er begrænset, men de få data, der foreligger, tyder på, at grænseværdierne overholdes. Fødevedirektoratet har dog et igangværende projekt om indsamling af data for dioxin i fisk – specielt fra Østersøen. Fødevedirektoratet har specielt vurderet indtagelse af fed fisk og/eller fiskeolie under graviditeten og fundet, at der ikke er noget, der taler for et behov for yderligere kostråd (udover de generelle) rettet specifikt mod den gravide. Det vil endda være vildledende at hævde, at der kan opnås en beskyttelse ved at afstå fra fede fisk eller fiskeolie under graviditeten. Dette skyldes, at graviditetsperioden er alt for kort til, at der kan opnås et fald af betydning i kropsbelastningen med disse stoffer og dermed belastningen af det ufødte foster. For midaldrende og ældre mænd samt for kvinder efter menopausen opvejer de sundhedsmæssige fordele ved at spise fisk langt ulemperne.

De fleste kommercielle fiskeolier på det danske marked overholder den grænseværdi, der er fastsat for indhold af dioxin, og indtagelsen af dioxin ved brug af disse fiskeolier vurderes at være uden sundhedsmæssig betydning, også for kvinder i den fødedygtige alder og for gravide.

PAH-indtaget med kosten bør være så lavt som muligt. En mindre del svarende til ca. 4 % af PAH-indtaget via kosten stammer fra fisk. Fisk udgør derfor kun en vigtig kilde, såfremt der ensidigt indtages røget eller grillet fisk, og specielt hvis man spiser fiskeskindet herfra, fordi disse fisk kan indeholde større mængder.

Forbrugerne bør være opmærksomme på fordele og ulemper ved indtag af fisk i den enkelte fase af livet. Gravide og kvinder, der ammer, er i en speciel risikogruppe for at indtage for meget methykviksølv, men er derimod i lav risikogruppe for hjertekarsygdom. For midaldrende mænd, ældre mænd og postmenopausale kvinder opvejer fordelene ved et højt indtag af fisk langt risikoen ved de forureninger, der evt. findes i fisken. Konsum af et bredt sortiment af fisk reducerer indtaget af methykviksølv og øger indtaget af de gavnlige omega-3 fedtsyrer og andre vigtige næringsstoffer.

10.1.3 Aspekter om mikrobiologisk forurening i fisk

Sygdomsfremkaldende mikroorganismer (bakterier, virus og parasitter) kan forekomme i rå fisk, krebsdyr og toskallede bløddyr, ligesom det er tilfældet med andre typer af rå fødevarer som f.eks. kød og grøntsager. De sædvanlige råd for fremstillingshygiejne (varm ordentlig igennem, nedkøl så hurtigt og effektivt som muligt, og undgå forurening ved at holde forskellige slags mad adskilt) gælder derfor også for retter tilberedt af fisk.

Sushi og sashimi vurderes dog at kunne spises uden særlig risiko under forudsætning af, at der anvendes frisk fisk, der har været nedfrosset til -20 °C i 24 timer for at dræbe eventuelt forekommende parasitter.

Rå skaldyr som østers og muslinger kan ikke garanteres fri for sygdomsfremkaldende mikroorganismer og kan derfor udgøre en sygdomsrisiko for forbrugeren.

Østers og andre toskallede bløddyr mv. filtrerer store vandmængder for næring og kan derfor opkoncentrere mikroorganismer som giftige alger (og hermed algetoksine), og sundhedsskadelige virus og bakterier, hvis disse er tilstede i fangstområdet. Derfor skal østers og andre toskallede bløddyr stamme fra særligt rene produktionsområder (zone A områder), eller de skal være rensset i rent havvand, indtil de er i overensstemmelse med de mikrobiologiske grænseværdier, der er stillet til de særligt rene produktionsområder (zone A områder).

Alligevel vil der altid være en vis risiko ved at spise østers og andre toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle i levende/rå stand.

Hvad angår gravad og kold-røgede fisk har det vist sig, at det ved produktion af disse varer kan være meget vanskeligt at undgå forekomst af *Listeria monocytogenes*. *Listeria monocytogenes* i lave niveauer er almindeligt forekommende og udgør ingen eller ringe risiko for forbrugeren. Hvis gravad og røget fisk opbevares i længere tid på køl, kan bakterierne dog vokse til højere niveauer med deraf følgende risiko for konsumenterne. Det er derfor vigtigt, at de af producenten fastsatte holdbarhedstider aldrig overskrides og at opbevaringstemperaturen altid overholdes. Især gravide, ældre og mennesker, der får medicin, der nedsætter immunforsvaret, er i risiko for at blive syge af *Listeria monocytogenes*. For personer tilhørende disse grupper kan det derfor tillige anbefales ikke at spise røgede og gravad fisk ved slutningen af holdbarhedstiden, hvis denne er meget lang dvs. mere end ca. 3 uger.

10.1.4 Kostanbefalinger på baggrund af den sundhedsmæssige vurdering

På den baggrund skal Fødevederedirektoratet ud fra en samlet sundhedsmæssig vurdering anbefale:

- at konsum af fisk øges til et – to ugentlige måltider samt fiskepålæg flere gange om ugen svarende til 200 – 300 gram pr. uge
- at der veksles mellem fede og magre fisk
- at gravide samt kvinder, der ammer, undgår indtag af fisk, som f.eks. sværdfisk, sildehaj, tun og hellefisk, der kan have høje koncentrationer af methyلكviksølv.

10.2 Information til forbrugerne om risikoreduktion

På trods af, at risikovurderingen af indtag af fisk ikke ændrer ved Fødevederedirektoratets kostanbefalinger for fisk, skal der her listes en række forhold, som alligevel kan reducere forbrugernes indtag af kemiske og mikrobiologiske forureninger ved hensigtsmæssigt indtag og håndtering af fisk. Vigtigst af alt er det dog at spise varieret, dvs. veksle mellem magre og fede fisk.

10.2.1 Store rovfisk til gravide (kviksølv)

En del af det generelle kostråd for fisk er, at gravide og ammende skal undgå hovedmåltider af store rovfisk pga. et højt indhold af methyلكviksølv. Tun er en af de store rovfisk, som har et højt indhold af kviksølv. Tun på konservesdåse fremstilles typisk af små tunfisk og små bonit, som har et lavere indhold af kviksølv, hvorfor det er mindre problematisk at spise dåsetun end en tunbøf.

10.2.2 Grillet og røget fisk (PAH)

Grillet og røget fisk indeholder, som andre grillede og røgede fødevarer, høje koncentrationer af PAH. Indtag af grillet og røget fisk bør derfor begrænses i stil med begrænsning af andre grillede og røgede produkter. Fiskeskindet fra grillet og røget fisk bør ikke spises.

10.2.3 Levertran (dioxin og PCB)

Levertran (fiskeleverolie) har et højt indhold af A-vitamin og kan have et højt indhold af dioxin. Dioxinindholdet er reguleret med en grænseværdi, men levertrans høje indhold af A-vitamin betyder, at gravide ikke bør spise levertran. Andre voksne kan indtage op til en spiseskefuld levertran dagligt.

Ved indtagelse af fiskeolie og levertran skal man være opmærksom på, at fiskeolie og levertran kan bidrage til en forøgelse af kropsvægten ved indtag over længere tid, hvis kostmængden ellers er uændret (3 kapsler med hver 1 gram fiskeolie om dagen bliver til 1,3 kg ekstra fedt på kroppen om året).

10.2.4 Skind kan fjernes før tilberedning (dioxin og PCB)

Indholdet af dioxiner og PCB er højest i fedt. Indtaget af dioxiner og PCB vil således kunne reduceres ved at fjerne skind og det underliggende fedt før tilberedningen eller inden konsum.

10.2.5 Fede fisk fra Østersøen og den Botniske Bugt (dioxin og PCB)

Sild og specielt store laks fra Østersøen og den Botniske Bugt kan have et højere indhold af dioxin end andre fisk og end sild og laks fra andre lokaliteter. Indholdet af dioxin i fisk er reguleret med grænseværdier. Hvis grænseværdierne er overskredet, må produkterne ikke sælges. Kun fisk, der handles kommercielt, er underlagt kontrol. Fritidsfiskere og lystfiskere skal være opmærksomme på dette, og specielt bør kvinder i den fødedygtige alder efterleve kostrådet om at spise varieret og ikke udelukkende spise fede fisk fra Østersøen og den Botniske Bugt.

10.2.6 Kammuslinger (cadmium)

Kammuslinger fra arktiske områder har generelt et højt indhold af cadmium, som dog er reguleret med grænseværdier. På grund af det høje indhold af cadmium kan kammuslinger bidrage til et øget indtag af cadmium, hvorfor kostrådet om at spise varieret bør efterleves.

10.2.7 Holdbarhed af fersk fisk

Fersk fisk har en kort holdbarhed i forhold til kødprodukter. Fiskens friskhed vurderes på fiskens udseende, konsistens, lugt og smag og sensorisk bedømmelse:

- Øjnene skal være hvælvede, hornhinden klar med sort og glinsende pupil.
- Skindet have glans og farve med intakte og fastsiddende skæl og vandklar slim.
- Lugten af skin, gæller og bug skal være frisk af hav eller frisk tang.
- Gællerne skal være blodrøde og uden slim.
- Kødet skal være blåligt, gennemskinneligt, glat, glinsende, uden forandring af den oprindelige farve
- Kødet skal være fast og elastisk.

Med hensyn til de mikrobiologiske forureninger er der visse fiskeprodukter, som er mere problematiske end andre. Også her kan forbrugerne selv træffe nogle valg:

10.2.8 Opbevaring (histamin)

Histamin og andre biogene aminer dannes som følge af visse bakteriers vækst. Fisk og fiskevarer skal opbevares og håndteres på en sådan måde, at man undgår u hensigtsmæssig tids- og temperaturforhold, uhygiejnisk praksis i forbindelse med fangst, opbevaring, forarbejdning, distribution og den endelige tilberedning i restauranter og hos forbrugerne.

Histamin kan give forgiftning i form af en brændende fornemmelse i mund og svælg. Der kan forekomme blærer på læber og tunge, rødmen i ansigt og på hals og bryst, hovedpine, kvalme, opkastning, mavesmerter, opsvulmede læber og nældefeber. I visse tilfælde kan der forekomme kløe, svimmelhed på grund af blodtryksfald, og ved svære forgiftninger kan der forekomme chok, bronchiale smerter og åndedrætsforstyrrelser.

Det er specielt fisk fra makrelfamilien, herunder tun og bonit, sildefamilien, ansjosfamilien, guldmakrelgruppen, slangemakrelfamilien, herunder escolar og smørmakrel/oliefisk, der hyppigst forårsager fødevarerforgiftning. Der er dog andre fiskearter, hvori der kan dannes histamin f.eks. hornfisk, koldrøget laks og visse tropiske fiskearter.

Det er vigtigt at huske på, at fisk og fiskevarer, som indeholder histamin i større mængder - selv under grænseværdierne - giver en brændende fornemmelse i mund og svælg, hvilket konsumenten bør være opmærksom på og derfor undlade at spise sådanne produkter.

10.2.9 Tilberedning af fisk

Varmebehandlet fisk (kogt, stegt, grillet) giver sjældent anledning til fødevarebåren sygdom. Rå fisk til f.eks. sushi og sashimi kan indeholde parasitter og skal derfor nedfryses til -20°C i 24 timer inden tilberedning.

10.2.10 Visse fisk skal varmebehandles korrekt for at undgå diarre (voksarter)

Fisk som indeholder større mængder af voksarter (voks estre, ufordøjeligt fedt) kan give diarré, hvis de ikke tilberedes rigtigt. Det drejer sig især om escolar og smørmakrel/oliefisk, som er fisk, der indeholder høje mængder af voksarter. Fiskene skal gennemsteges, koges eller grilles omhyggeligt eller tilberedes sådan, at olieindholdet og hermed voksarterne forsvinder. Kogevand og stegfedt må ikke anvendes til sovs eller anden madlavning, da voksarterne netop er afsmeltet heri.

10.2.11 Røget og gravad fisk til gravide og ældre (*Listeria monocytogenes*)

Røget og gravad fisk kan indeholde den patogene *Listeria monocytogenes*, som kan forårsage listeriose og muligvis abort. Det er vigtigt, at de fastsatte holdbarhedstider overholdes, og at kølekæden ikke brydes.

10.2.12 Rå skaldyr (virus og bakterier)

Levende rå østers og andre toskallede bløddyr kan indeholde virus og sygdomsfremkaldende bakterier, og der vil altid være en vis risiko ved at spise østers og andre toskallede bløddyr, pighuder, sækdyr og havsnegle i levende/rå stand.

10.3 Konklusion

På baggrund af en sundhedsmæssig vurdering fastholder Fødevaredirektoratet de eksisterende kostråd for fisk, hvor det anbefales:

- at indtaget af fisk bør øges til et – to ugentlige måltider samt fiskepålæg flere gange om ugen i alt svarende til 200 – 300 g/uge
- at der veksles mellem fede og magre fisk
- at gravide samt kvinder, der ammer, undgår indtag af fisk, som f.eks. sværdfisk, sildehaj, tun og hellefisk, der kan have høje koncentrationer af methykviksølv.

Samtidig informeres om, hvilke forholdsregler forbrugerne selv kan tage for at minimere risikoen ved indtag af fisk.

11. Litteratur

- Ackman R G. (1999) Marine biogenic lipids, fats and oils. Canadian Inst. Of Fisheries Technology, 199
Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for mercury (update) Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- AHA (2002). Scientific statement. Fisk consumption, fish oil, omega-3 fatty acid, and cardiovascular disease. *Circulation* 106, 2747-2757.
- Albert CM, Hennekens CH, O'Donnell CJ, Ajani UA, Carey VJ, Willett WC, Ruskin JN, Manson JE. (1998) Fish consumption and risk of sudden cardiac death. *JAMA* 279:23-8.
- Andersen, P., Bjergskov, T., Jørgensen K. & Thorbjørnsen, B. R. (2001). Toksiske alger og algetoksiner i muslingefiskeriet 2000. Fødevaredirektoratet.
- Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Giovannucci EL, Willett WC. (1995). Dietary intake of marine n-3 fatty acids, fish intake, and the risk of coronary disease among men. *N Engl J Med.* 332:977-998.
- Augustsson K, Michaud DS, Rimm EB, Leitzmann MF, Stampfer MJ, Willett WC, Giovannucci E. (2003). A prospective study of intake of fish and marine fatty acids and prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomark Prev.* 12:64-7.
- Baguma-Nibeshika M, Brenna JT, Nathanielsz PW. (1999). Delay of preterm delivery in sheep by omega-3 long-chain polyunsaturates. *Biol Reprod.* 60:698-701.
- Bang HO, Dyerberg J, Sinclair HM.(1980). The composition of the Eskimo food in north western Greenland. *Am J Clin Nutr.* 33:2657-2661.
- Barlow, S.M.; Sullivan, F.M. (1982) Reproductive hazards of industrial chemicals. Academic Press, London.
- Basheer, C., K. S. Tan & h. K. Lee (2002). Organotin and Irgarol-1051 contamination in Singapore coastal waters. *Mar. Pollut-Bull.* 44, 697-703.
- Beckles WN, Elliott TM, Everard ML. (2003). Omega-3 fatty acids (from fish oils) for cystic fibrosis (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 1, Oxford: Update Software.
- Belluzi A, Boschi S, Brignola C, Munarini A, Cariani G, Miglio F. (2000). Polyunsaturated fatty acids and inflammatory bowel disease. *Am J Clin Nutr.* 71(suppl):339S-42S.
- Birch EE, Birch DG, Hoffman DR, Uyay R. (1992). Dietary essential fatty acid supply and visual acuity development. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 33:3245-53.

- Bjerregaard P, Hansen JC. (1996). Effects of smoking and marine diet on birthweight in Greenland. *Arctic Med Res* 55:156-64.
- Bjergskov T, Christensen B F. (1996). Levnedsmiddelforgiftning forårsaget af østers. *Dansk Vet. Tidsskr.* 1996, 79, 11, 1/6.
- Bjergskov T, Larsen J, Moestrup Ø, Sørensen H M, Krogh P. (1990) Toksiske og potentielt toksiske alger i danske farvande.
- Bjerselius, R., Aune, M., Darnerud, P.O., Atuma, S., Tysklind, M., Bergek, S., Enkel, K.L., Karlsson, L., Appelberg, M. og Glynn, A. (2002a). *Organohalogen Compounds* 57 189-192.
- Bjerselius, R., Aune, M., Darnerud, P.O., Atuma, S., Tysklind, M., Bergek, S., Enkel, K.L., Karlsson, L., Appelberg, M. og Glynn, A (2002b). *Organohalogen Compounds* 57 209-212.
- Branchi, I, Alleva, E, Costa, L.G. (2002). Effects of perinatal exposure to a polybrominated diphenyl ether (PBDE 99) on mouse neurobehavioural development. *NeuroToxicology* 23, 375-384.
- Bulstra-Ramakers MT, Huisjes HJ, Visser GH. (1995). The effects of 3 g eicosapenaenoic acid daily on recurrence of intrauterine growth retardation and pregnancy induced hypertension. *Br J Obstet Gynaecol* 102:123-6.
- Burr ML, Gilbert JF, Holliday RM, Elwood PC, Fehily AM, Rogers S, Sweetnam PM, Deadman NM. (1989). Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART). *Lancet* 2:757-61.
- Calder PC, Zurier RB. (2001). Polyunsaturated fatty acids and rheumatoid arthritis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 4:115-21.
- Calder PC. (2003). Polyunsaturated fatty acids and cytokine profiles: a clue to the changing prevalence of atopy? *Clin Exp Allergy* 33:412-5.
- Cederberg, T., Fromberg, A & Mosegaard, M. (2000). Bioaccumulation of persistent halogenated organic compounds in herrin (*Clupea harengus*) *Organohalogen Compounds* **49S** 17-20.
- Christensen JH, Gustenhoff P, Korup E, Aaroe J, Toft E, Moller J, Rasmussen K, Dyerberg J, Schmidt EB. (1996). Effect of fish oil on heart rate variability in survivors of myocardial infarction: a double blind randomised controlled trial. *BMJ.* 312:677-8.
- Christensen JH, Korup E, Aaroe J, Toft E, Moller J, Rasmussen K, Dyerberg J, Schmidt EB. (1997). Fish consumption, n-3 fatty acids in cell membranes, and heart rate variability in survivors of myocardial infarction with left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol.* 79:1670-3.

- Clark KJ, Makrides M, Neumann MA, Gibson RA. (1992). Determination of the optimal ratio of linoleic acid to alpha linolenic acid in infant formulas. *J Pediatr.* 120:S151-8.
- Collier PM, Ursell A, Zaremba K, Payne CM, Staughton RC, Sanders T. (1993). Effect of regular consumption of oily fish compared with white fish on chronic plaque psoriasis. *Eur J Clin Nutr.* 47:251-4.
- Dambrugsudvalget (2002). Dambrugsudvalget (udvalget vedr. dambrugserhvervets udviklingsmuligheder) Rapport, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, marts 2002).
- DANMAP (2001). Use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, foods and humans in Denmark.
- Danmarks Miljøundersøgelser (2001). NOVA 2003, Marine områder 2000 – Miljøtilstand og udvikling, Faglig rapport fra DMU, Nr. 375, ISBN 87-7772-641-3, ISSN (elektronisk)1600-0048
- Danmarks Miljøundersøgelser (2000). NOVA 2003, Status over miljøtilstanden i 1999, Faglig rapport fra DMU, Nr. 333, ISBN 87-7772-575-1, ISSN (trykt) 0905-815x, ISSN (elektronisk) 1600-0048.
- Darnerud, P.O.; Eriksen, G.S.; Jóhannesson, T; Larsen, P.B.; Viluksela, M. (1998). Polybrominated Diphenyl Ethers: Food Contamination and Potential Risks. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 1998. TemaNord 1998: 503.
- Daviglus ML, Stamler J, Orenca AJ, Dyer AR, Liu K, Greenland P, Walsh MK, Morris D, Shekelle RB. (1997). Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *N Engl J Med.* 336:1046-53.
- de Lorgeril M, Salen M, Martin J-L, Monjaud I, Delaye J, Mamelle N. (1999). Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction. Final report of the Lyon Diet Heart Study. *Circulation* 99:779-85.
- DFU (2000). DFU-Rapport nr. 79. Undersøgelse af eventuelle miljøpåvirkninger ved anvendelse af hjælpestoffer og medicin i ferskvandsdambrug samt metoder til at reducere/eliminere sådanne påvirkninger. Juli 2000.
- Dolocek TA, Grandits G. (1991). Dietary polyunsaturated fatty acids and mortality in the multiple risk factor intervention trial (MRFIT). *World Rev Nutr Diet* 66:205-16.
- Dyerberg J, Bang HO. (1985). Pre-eclampsia and prostaglandins. *Lancet* 1:1267.
- Eriksson, P, Jakobsson, E, Frederiksson, A. (2001). Brominated flame retardants: a novel class of developmental neurotoxicants in our environment? *Env Health Perspect* 109, 903-908.

- European Commission (2000). Directorate General Industry A study to establish a programme of detailed procedures for the assessment of risk to health and the environment from cadmium in fertilisers. Final report 2000. Environmental Resources Management. London.
- EU (1999). Risk assessment. Hexabromocyclododecane. Draft from 5. March 1999.
- European Union Risk Assessment Report, MUSK KETONE, CAS-No.: 81-14-1, EINECS-No.: 201-328-9.
- European Union Risk Assessment Report, MUSK XYLENE, CAS-No.: 81-15-2, EINECS-No.: 201-329-4.
- Farmer A, Montori V, Dinneen S, Clar C. (2003). Fish oil in people with type 2 diabetes mellitus (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 1, 2003. Oxford: Update Software.
- Fiskeriministeriets bekendtgørelse nr. 710 af 16. oktober 1986 om ilandbringelse af fisk fra områder med kemisk krigsmateriel.
- Foldspang A, Hansen JC. (1990). Dietary intake of methylmercury as a correlate of gestational length and birth weight among newborns in Greenland. *Am J Epidemiol* 1990;132:310-7.
- Forbrugerinformation (2002). Tænk+Test nr. 26
- Fromberg, A. (2001). PCB kongener og chlorpesticider i fiskeolie eller levertran. www.foedevaredirektoratet.dk/FDir/Publications/2001902/Rapport.pdf
- Fødevarerdirektoratet (2000). Overvågningssystemet for levnedsmidler 1993-1997. Del 1-5. Fødevarer rapport 200:01 til 200:05.
- Fødevarerdirektoratet (2000a). Rapport over Dioxinhandlingsplan 2000.
- Fødevarerdirektoratet (2000b). Danskernes kostvaner 1995 - Mad og Måltider
- Fødevarerdirektoratet (1998-2001). Rapporteringer til EU. Danish Residue Results 1998-2001.
- Fødevarerdirektoratet (2000-2001). Årsrapporter 2000-2001. Veterinære lægemiddelrester i fødevarer – resultater fra den danske kontrol af veterinære lægemiddelrester. Fødevarerdirektoratets kontrol 1996 til 2002.
- Fødevarerdirektoratet (2002). Danskernes kostvaner 2000-2001 Udviklingen i danskernes kost – forbrug, indkøb og vaner
- Gaard M, Tretli S, Loken EB. (1996). Dietary factors and risk of colon cancer: a prospective study of 50,535 young Norwegian men and women. *Eur J Cancer Prev* 5:445-54.
- Geelen A, Brouwer IA, Zock PL, Kors JA, Swenne CA, Katan MB, Schouten EG. (2002). (n-3) fatty acids do not affect electrocardiographic characteristics of healthy men and women. *J Nutr.* 132: 3051-3054.
- Geleijnse JM, Giltay EJ, Grobbee DE, Donders ART, Kok FJ. (2002). Blood pressure response to fish oil supplementation: metaregression analysis of randomized trials. *J Hypertens* 20:1493-9.
- Gillum RF, Mussolino ME, Madans JH. (1996). The relationship between fish consumption and stroke incidence: the NHANES1 Epidemiologic Follow-up Study. *Arch Intern Med.* 156:537-42.
- Giovannucci E, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Ascherio GA, Willett WC. (1994). Intake of fat, meat and fiber in relation to risk of colon cancer in men. *Cancer Res.* 54:2390-7.

- Gissi (1999). Prevenzione Investigators. Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction. *Lancet* 354:447-55.
- Granbom, P. O. (1996). Sea-dumped chemical weapons: Aspects, problems and solutions. *NATO Asi. Ser.* 1;7, 41-48.
- Grandjean P, Bjerve KS, Weihe P, Steuerwald U. (2002). Birth weight in a fishing community: Significance of essential fatty acids and marine food contaminants. *Int J Epidemiol.* 30:1272-8.
- Grandjean, P., P. Weihe, R. F. White, F. Debes, S. Araki, K. Yokoyama, K. Murata, N. Sørensen, R. Dahl, P. J. Jørgensen (1997). Cognitive deficit in 7-years-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol. Teratol.* 19, 417-428.
- Gullar, E., et al. (2002). Mercury, fish oil, and risk of myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 347, 1747-1754.
- Hass U and Wamberg, C (2002). Developmental toxicity of the brominated flame retardant tetrabromobisphenol A in rats. Abstract at European Teratology Society Conference, Hannover
- Hansen GV, Nielsen L, Kluger E, Thysen M, Emmertsen H, Stengaard-Pedersen K, Hansen EL, Unger B, Andersen PW. (1996). Nutritional status of Danish rheumatoid arthritis patients and effects of a diet adjusted in energy intake, fish-meal, and antioxidants. *Scand J Rheumatol.* 25:325-30.
- Harris WS. (1989). Fish oils and plasma lipid and lipoprotein metabolism in humans: a critical review. *J Lipid Res.* 30:785-807.
- He K, Rimm EB, Merchant A, Rosner BA, Stampfer MJ, Willett WC, Ascherio A. (2002). Fish consumption and risk of stroke in men. *JAMA* 288:3130-6.
- Hellou, J., Parsons, D. & Mercer, G. (1997). Organochlorine Contaminants in the Northern Shrimp, *Pandalus borealis*, Collected from the Northwest Atlantic. *Marine Environmental Research*, 44, 1, 99-113.
- Hirai A, Terano T, Tamura Y, Yoshida S. (1989). Eicosapentaenoic acid and adult disease in Japan: Epidemiological and clinical aspects. *J Intern Med.* 225,suppl.1:69-75.
- Hu FB, Bronner L, Willett WC, Stampfer FJ, Rexrode KM, Albert CM, Hunter D, Manson JE. (2002). Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *JAMA* 287:1815-21.
- Huss H H, Jacobsen J, Liston J. (1992). Quality Assurance in the Fish Industry, Proceedings of an Int. Conf., Copenhagen, 26-30 Aug. 1991. *Development in Food Science* 30. Elsevier.
- Huss H H. (1981). *Clostridium botulinum* Type E and Botulism. Technical Laboratory, Min. of Fisheries, DTU.
- Huss H H. (1983). *Frisk fisk Kvalitet og holdbarhed*. Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium.
- Huss H H. (1988). *Fresh fish – quality and quality changes*. FAO Fisheries ser. 29.
- Huss H H. (1994). *Assurance of seafood quality*. FAO Fisheries Technical Paper. 334.
- IARC (1999). *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*, vol. 71, IARC, Lyon, France.
- IPCS (1994) *Environmental health Criteria* 161, Phenol, World Health Organization, Geneva.

IPCS (1998). Environmental health criteria 202, Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. World Health Organization, Geneva.

Instituttet for Fødevarerikkerhed og Ernæring(2002). Rapport over Dioxinhandlingsplan 2002.

Iso H, Rexrode KM, Stampfer MJ, Manson JE, Colditz GA, Speizer FE, Hennekens CH, Willett WC. (2001). Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women. *JAMA* 285:304-12.

JECFA (2002). Polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans, and coplanar polychlorinated biphenyls. WHO Food Additives Series. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Prepared by the Fifty Seventh meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). International Programme on Chemical Safety (IPCS), World Health Organization, Geneva, pp 451-664.

JECFA (2003). Sixty-first meeting, Rome 10-19 June 2003. Summary and conclusions. Methylmercury p 18-22. Jørgensen, Henrik L. & Larsen, Erik H. (1996). . "Sporelementer i udenlandske skaldyr (Arsen, cadmium, chrom, kviksølv, bly, nikkel og selen i skaldyr)". Fødevaredirektoratet, rapport IL 1996.5

Kang JX, Leaf A. (2000). Prevention of fatal cardiac arrhythmias by polyunsaturated fatty acids. *Am J Clin Nutr.* 71(1 suppl):202S-7S.

Karl H, Roepstorff A, Huss H H, Bloemsma B. (1995). Survival of *Anisakis* larvae in marinated herring fillets. *Int. J. of Food Sci. and Technology*, 29,661-670.

Karl, H., Ruoff, H. og Blüthgen, A. (2002) *Chemosphere* 49 765-773.

Katan MB. (1995). Fish and heart disease: what is the real story? *Nutr Rev.* 53: 228-230.

Kato I, Akhmedkhanov A, Koenig K, Tonioli PG, Shore RE, Riboli E. (1997). Prospective study of diet and female colorectal cancer: the New York University Women's Health Study. *Nutr Cancer* 28:276-81.

Keri SO, Feskens EJM, Kromhout D. (1994). Fish consumption and the risk of stroke: the Zutphen Study. *Stroke*25:328-32.

Kromhout D, Bosschieter EB, Coulander C deL. (1985). The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *N Engl J Med.* 312:1205-9.

Lam H. Rye.(1989). Histamin og Histaminforgiftning. *Dansk Vet. Tidsskr.* 72, 2015/10.

Landmark K, Abdelnoor M, Kilhovd B, Dorum HP. (1998a). Eating fish may reduce infarct size and the occurrence of Q wave infarcts. *Eur J Clin Nutr.* 52:40-4.

Landmark K, Abdelnoor M, Urdal P, Kilhovd B, Dorum HP, Borge N, Refvem H. (1998b). Use of fish oils appears to reduce infarct size as estimated from peak creatine kinase and lactate dehydrogenase activities. *Cardiology* 89:94-102.

Lauritzen L, Hansen HS, Jørgensen MH, Michaelsen KF. (2001). The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to the development and function of the brain and retina. *Prog Lipid Res.* 40:1-94.

Lebwohl M. (2003). Psoriasis. *Lancet* 361:1197-204.

Lucas A, Morley R, Cole TJ, Lister G, Leeson-Payne C. (1992). Breastmilk and subsequent intelligence quotient in children born preterm. *Lancet* 339:261-4.

- Marchioli R, Barzi F, Bomba E, Chieffo C, Di Gregorio D, Di Mascio R, Franzosi MG, Geraci E, Levantesi G, Maggioni AP, Mantini L, Marfisi RM, Mastrogiuseppe G, Mininni N, Nicolosi GL, Santini M, Schweiger C, Tavazzi L, Tognoni G, Tucci C, Valagussa F. (2002). GISSI-Prevenzione Investigators. Early protection against sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction: time-course analysis of the results of the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto Miocardico (GISSI)-Prevenzione. *Circulation* 105:1897-903.
- Maidment ID. (2000). Are fish oils an effective therapy in mental illness--an analysis of the data. *Acta Psychiatr Scand* 102:3-11
- Marckmann P, Lerche C, Nørtoft LL. (1992). Bør jeg også spise fiskeolier? *Ugeskr Laeger* 154(34):2288-92.
- Marckmann P, Grønbæk M. (1999). Fish consumption and coronary heart disease mortality. A systematic review of prospective cohort studies. *Eur J Clin Nutr.* 53:585-90.
- Meerts, I.A.; van Zanden, J.J.; Luijckx, E.A.; van Leeuwen-Bol, I.; Marsh, G.; Jakobsson, E.; Bergman, A.; Brouwer A. (2000) Potent competitive interactions of some brominated flame retardants and related compounds with human transthyretin in vitro. *Toxicol. Sci.* 56, 95-104.
- Møllgaard S. (1996). Parasitinfektioner hos fisk med levnedsmiddelhygiejniske aspekter. *Fisk og Hav, Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser*, nr. 47, 2-13,
- Møllgaard S. (1997). Levnedsmiddelhygiejniske aspekter ved Parasitinfektioner hos fisk. *Fisk og Hav, Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser*, nr. 47, 2-13,
- Miljøstyrelsen (1999). Brominated Flame Retardants, Environmental Project No. 494. ISSN 0105-3094, ISBN 87-7909-415-5.
- Morris MC, Manson JE, Rosner B, Buring JE, Willett WC, Hennekens CH. (1995). Fish consumption and cardiovascular disease in the Physicians' Health Study: a prospective study. *Am J Epidemiol* 142:166-75.
- Müller H, de Toledo FW, Resch K-L. (2001). Fasting followed by vegetarian diet in patients with rheumatoid arthritis: a systematic review. *Scand J Rheumatol* 30:1-10.
- Nilsen DW, Albrektsen G, Landmark K, Moen S, Aarsland T, Woie L. (2001). Effects of a high-dose concentrate of n-3 fatty acids or corn oil introduced early after an acute myocardial infarction on serum triacylglycerol and HDL cholesterol. *Am J Clin Nutr.* 74:50-6.
- Nordisk Ministerråd (1992). Nordic Recommendations on n-3 Fatty Acid Preparations from Fish Oils. Nordisk Ministerråd.
- Nordisk Ministerråd (2001). Pentabromodiphenyl ether as a global POP. *TemaNord* 2001:579, ISBN 92-893-0690-4.
- Nordisk Ministerråd (2002). Present status of biogenic amines in foods in Nordic Countries. *TemaNord* 2002:524.
- Norén, Koidu & Meironyté (2000). Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* 40, 1111-1123.
- Olsen SF, Joensen HD. (1985). High liveborn birth weights in the Faroes: a comparison between birth weights in the Faroes and in Denmark. *J Epidemiol Comm Health* 39:27-32.
- Olsen SF, Hansen HS, Sørensen TI, Jensen B, Secher NJ, Sommer S. (1986). Intake of marine fat, rich in (n-3)-polyunsaturated fatty acids may increase birthweight by prolonging gestation. *Lancet* 2:367-9.

- Olsen SF, Secher NJ. (1990). A possible preventive effect of low-dose fish oil on early delivery and pre-eclampsia: indications from a 50-year old controlled trial. *Br J Nutr.* 64:599-609.
- Olsen SF, Sørensen JD, Secher NJ, Hedegaard M, Henriksen TB, Hansen HS. (1992). Randomised controlled trial of the effect of fish-oil supplementation on pregnancy duration. *Lancet* 339:1003-7.
- Olsen SF. (1994). Further on the association between retarded foetal growth and adult cardiovascular disease. Could low intake of marine diets be a common cause? *J Clin Epidemiol* 47:565-9.
- Olsen SF Hansen HS, Secher NJ, Jensen B, Sandström B. (1995). Gestation length and birth weight in relation to intake of marine n-3 fatty acids. *Br J Nutr.* 73:397-404.
- Olsen SF, Secher NJ, Tabor NJ, Tabor A, Weber T, Walker JJ, Gluud C. (2000). Randomised clinical trials of fish oil supplementation in high risk pregnancies. *Br J Obstet Gynaecol* 107:382-95.
- Olsen SF, Secher NJ. (2002). Low consumption of seafood in early pregnancy as a risk factor for preterm delivery: prospective cohort study. *BMJ.*
- Onwude JL, Lilford RJ, Hjartardottir H, Staines A, Tufnell D. (1995). A randomised double blind placebo controlled trial of fish oil in high risk pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol.* 102:95-100.
- Opresko, D. M. et al. (2001). Chemical warfare agents: Current status of oral reference doses. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 172, 65-85.
- Orencia AJ, Daviglus ML, Dyer AR, Shekelle RB, Stamler J. (1996). Fish consumption and stroke in men: 30-year findings of the Chicago Western Electric study. *Stroke* 27:204-9.
- Palmblad J. (1996). ω 3- och ω 6-fettsyror och inflammation. *Scand J Nutr.* 40:125-28.
- Pedersen, K.H. (2000). Indhold af syntetiske muskusforbindelser i dambrugsfisk og modermælk fra Danmark. Specialerapport.
- Peet M, Brind J, Ramchand CN, Shah S, Vankar GK. (2001). Two double-blind placebo-controlled pilot studies of eicosapentaenoic acid in the treatment of schizophrenia. *Schizophr Res.* 49:243-51
- Pritzl, G. (2001). Personlig kommunikation med Marianne Cleemann. Data fra 1998-1999.
- Rimkus, G. (1999). Polycyclic musk fragrances in the aquatic environment. *Toxicology Letters* Vol. 111: 37-56.
- Rose DP. (1997). Effects of dietary fatty acids on breast and prostate cancers: evidence from in vitro experiments and animal studies. *Am J Clin Nutr.* 66 (Suppl):1513S-22S.
- Sanco (2000). OSPAR Background Document on musk xylene and other musks. OSPAR Commission, ISBN 0 946956 55 3.
- SanGiovanni JP, Parra-Cabrera S, Colditz GA, Berkey CS, Dwyer JT. (2000). Meta-analysis of dietary essential fatty acids and long-chain polyunsaturated fatty acids as they relate to visual resolution acuity in healthy preterm infants. *Pediatrics* 105:1292-8.
- SCF (2000). Opinion of the Scientific Committee on Food (SCF) on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. Adopted on 22nd November 2000.
[Http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/outcome_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/outcome_en.html)

SCF (2001). Opinion of the Scientific Committee on Food (SCF) on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. Update based on new scientific information available since the adoption of the SCF opinion of 22nd November 2000. Adopted on 30 May 2001.

[Http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/outcome_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/outcome_en.html)

SCF (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Adopted on 4 December 2002.

[Http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/outcome_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/outcome_en.html)

Schmidt, A.S. et al. (2001). Incidence, Distribution, and Spread of Tetracycline Resistance Determinants and Integron-Associated Antibiotic Resistance Genes among Motile Aeromonads from a Fish Farming Environment. *Applied and Environmental Microbiology*, **67**, 5675-5682

SCOOP (2003). Scientific co-operation on questions relating to food: Assessment of the dietary exposure to organotin compound of the population of the EU member states. SCOOP task 3.2.13.

Simmer K. (2003). Longchain polyunsaturated fatty acid supplementation in infants born at term (Cochrane review). In: *The Cochrane Library*, Issue 1. Oxford: Update Software.

Simonsen N, van't Veer P, Strain JJ, Martin-Moreno JM, Huttunen JK, Navajas JF, Martin BC, Thamm M, Kardinaal AF, Kok FJ, Kohlmeier L. (1998). Adipose tissue omega-3 and omega-6 fatty acid content and breast cancer in the EURAMIC study. European Community Multicenter Study on Antioxidants, Myocardial Infarction, and Breast Cancer. *Am J Epidemiol*. 147:342-52.

Simopoulos A. (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am J Clin Nutr*. 70(3 Suppl):560S-9S.

Singh RB, Niaz MA, Sharma JP, Kumar R, Rastogi V, Moshiri M. (1997). Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of fish oil and mustard oil in patients with suspected acute myocardial infarction: the Indian experiment of infarct survival--4. *Cardiovasc Drugs Ther*. 11:485-91.

Smit HA. (2001). Chronic obstructive pulmonary disease, asthma and protective effects of food intake: from hypothesis to evidence? *Respir Res*. 2:261-4.

Smuts CM, Huang M, Mundy D, Plasse T, Major S, Carlson SE. (2003). A randomised trial of docosahexaenoic acid supplementation during the third trimester of pregnancy. *Obstet Gynecol* 101:469-79.

Soyland E, Funk J, Rajka G, Sandberg M, Thune P, Rustad L, Helland S, Middelfart K, Odu S, Falk ES et al. (1993). Effect of dietary supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids in patients with psoriasis. *N Engl J Med*. 328:1812-6.

Statens næringsmiddeltilsyn (1997). Dioksiner og dioksinlignende PCB i næringsmidler i Norge. SNT-rapport 9.

Strand, J & Jacobsen, J.A. (2000). Forekomst af organiske tinforbindelser i planter og dyr fra danske farvande: Akkumulering og fødekæderelationer. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 135.

Tanskanen A, Hibbeln JR, Tuomilehto J, Uutela A, Haukkala A, Viinamaki H, Lehtonen J, Vartiainen E. (2001). Fish consumption and depressive symptoms in the general population in Finland. *Psychiatr Serv*. 52:29-31.

Temboury MC, Otero A, Plaonco I, Arribas E. (1994). Influence of breastfeeding on the infant's intellectual performance. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 18:32-6.

- Terry P, Lichtenstein P, Feychting M, Ahlbom A, Wolk A. (2001). Fatty fish consumption and risk of prostate cancer. *Lancet* 357:1764-6.
- Uauy RD, Birch DG, Birch EE, Tyson JE, Hoffman DR. (1990). Effect of dietary n-3 fatty acids on retinal function of very low birthweight neonates. *Pediatr Res.* 28:485-92.
- United Nations Environment Programme (1987). Pentachlorophenol. Environmental Health Criteria 71. International Labour Organisation; World Health Organization. . ISBN 92 4 154271 3.
- United Nations Environment Programme (1997). Flame Retardants: A General Introduction. Environmental Health Criteria 192, International Labour Organisation; World Health Organization. . ISBN 92 4 157192 6.
- United Nations Environment Programme (1989). Chlorophenols Other Than Pentachlorophenol. Environmental Health Criteria 93. International Labour Organisation; World Health Organization.. ISBN 92 4 154293 4.
- Vatten LJ, Solvoll K, Loken EB. (1990). Frequency of meat and fish intake and risk of breast cancer in a prospective study of 14,500 Norwegian women. *Int J Cancer* 46:12-5.
- Van den Berg M, Birnbaum L, Bosveld ATC, Brunström B, Cook P, Feeley M, Giesy JP, Hanberg A, Hasegawa R, Kennedy SW, Kubiak T, Larsen JC, van Leeuwen FXR, Liem AKD, Nolt C, Peterson RE, Poellinger L, Safe S, Schrenck D, Tillitt D, Tysklind M, Younes M, Wærn F and Zacharewski T (1998). Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and for Wildlife. *Environ. Health Perspec.* 106, 775-792.
- Von Schacky C (2000). n-3 fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. *Am J Clin Nutr.* 71(suppl):224S-227S.
- Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Rosner BA, Speizer FE. (1990). Relation of meat, fat, and fiber intake to the risk of colon cancer in a prospective study among women. *N Engl J Med.* 323:1664-72.
- Wolmarans P, Benadé AJS, Kotze TJvW, Daubitzer AK, Marais MP, Laubscher R. (1991). Plasma lipoprotein response to substituting fish for red meat in the diet. *Am J Clin Nutr.* 53:1171-6.
- Woods RK, Thien FCK, Abramson MJ. (2003). Dietary marine fatty acids (fish oil) for asthma in adults and children (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 1. Oxford: Update Software.
- World Health Organisation (1995). Tetrabrombisphenol A and derivatives. IPCS Environmental Health Criteria 172, Geneva, Switzerland.
- Yoshizawa et al. (2002). Mercury and the risk of coronary heart disease in men. *N. Eng. J. Med.* 347, 1755-1760.
- Yuan JM, Ross RK, Gao YT, Yu MC. (2001). Fish and shellfish consumption in relation to death from myocardial infarction among men in Shanghai, China. *Am J Epidemiol.* 154:809-16.
- Ågren JJ, Hänninen O, Julkunen A, Fogelholm L, Vidgren H, Schwab U, Pynnönen O, Uusitupa M. (1996). Fish diet, fish oil and docosahexaenoic acid reduce fasting and postprandial plasma lipid levels. *Eur J Clin Nutr.* 50:765-71.