



Årsrapport 2009

Miljøgifter i fisk og fiskevarer

En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i oljer til humant konsum

Kåre Julshamn og Sylvia Frantzen

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

Adresse: Postboks 2029 Nordnes, 5817 Bergen, Norway

Telefon: +47 55 90 51 00 **Faks:** +47 55 90 52 99

E-post: postmottak@nifes.no

N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Forord

Denne rapporten beskriver resultater av analyser for dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB), PCB₇, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i seks forskjellige fiskeoljer, tre forskjellige krilloljer og en selolje kjøpt inn fra dagligvareforetninger i Bergensområdet.

Prosjektet ble gjennomført etter en bestilling fra Mattilsynet, Tilsynsavdelingen, Seksjon for fisk og sjømat.

Faglig ansvarlig ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har vært Kåre Julshamn. Teknisk ansvarlig for prosjektet har vært Elin Kronstad. Kåre Julshamn har vært ansvarlig for innkjøp av prøvene. Elin Kronstad har vært ansvarlig for prøveregistrering, prøvesplitting og prøveflyt til de forskjellige laboratoriene.

Karstein Heggstad, Tadesse Negash og Jannicke A. Berntsen har vært ansvarlig for bestemmelsene av dioksiner og dioksinlignende PCB. Dagmar Nordgård har vært ansvarlig for bestemmelsene av PCB₇. Kari Breistein Sæle, Kjersti Pisani, Pablo Cortez og Elilta Hagos har vært ansvarlig for prøveopparbeidelse for de organiske miljøgiftene. Jorunn Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Berit Solli, Edel Erdal og Laila Sedal har vært ansvarlig for metallbestemmelsene med ICPMS.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

Mars 2010

Innhold

Forord	2
Oppsummering	4
Summary	5
Innledning	6
Om dioksiner og dioksinlignende PCB	6
Prosjektets formål	6
Eksperimentelt	7
Prøveinnsamling og -opparbeiding	7
Analyser	7
Bestemmelse av metaller med ICPMS (metode nr. 197).....	8
Bestemmelse av dioksiner (PCDD/F), non-ortoPCB og mono-orto-PCB (dl PCB) med HRGC-HRMS (metode nr. 292)	9
Bestemmelse av PCB ₇ med GC-MS (metode nr. 137).....	9
Resultater og kommentarer	10
Oljer til humant konsum	10
Dioksiner (PCDD/PCDF) og dioksinlignende-PCB (non-orto PCB og mono-orto PCB)	10
Polyklorete bifenyler (PCB ₇).....	11
Metaller	12
Konklusjoner	13
Referanser	13

Oppsummering

I dette prosjektet ble seks forskjellige fiskeoljer, tre forskjellige krilloljer og en selolje, til sammen 10 oljeprøver, kjøpt inn fra dagligvareforetninger i Bergen. Disse prøvene ble analysert for dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og dioksinlignende PCB (dl-PCB), PCB₇ samt grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen.

Alle bestemmelsene ble utført ved NIFES med metoder som er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025. I denne undersøkelsen er det brukt WHO 1998 TEF i beregningen av toksiske ekvivalenter (TE) for dioksiner og dioksinlignende PCB.

Konsentrasjonene av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) i de analyserte oljene varierte fra 0,09 til 0,76 ng TE/kg olje. Det var således ingen av oljene som hadde en konsentrasjon som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi for sum PCDD/F på 2,0 ng TE/kg olje.

Konsentrasjonene av sum PCDD/F og dl-PCB varierte fra 0,52 til 1,8 ng TE/kg olje. Det var således heller ingen prøver som oversteg EUs øvre grenseverdi for sum PCDD/F og dl-PCB på 10 ng TE/kg olje. Det var heller ingen prøver som oversteg Norges øvre grenseverdi for sum PCDD/F og dl-PCB på 5 ng TE/kg i marine oljer.

Konsentrasjonene av sum PCB₇ i de marine oljene varierte fra 0,72 til 89 µg/kg olje. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i en prøve av selolje (i.e. Selolje omega-3). Den viktigste av PCB₇-kongenerne var PCB-153. Bidraget av PCB -153 var høyest for den prøven med høyest PCB₇-konsentrasjon (42 %) og lavest for den prøven med lavest PCB₇-konsentrasjon (15 %).

Konsentrasjonene av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen var gjennomgående lave. Det var kun arsen og selen i de tre prøvene av krillolje som viste konsentrasjoner høyere enn kvantifiseringsgrensene (LOQ).

Summary

In this project, six samples of fish oil, three samples of krill oil and one sample of seal oil were purchased from grocery shops in the Bergen area. The samples were analysed for dioxins (PCDD), furans (PCDF), dioxin-like PCBs (dl-PCB), PCB₇ and the elements arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium.

All the determinations were carried out at NIFES, and all the applied analytical methods are accredited according to NS-EN-ISO 17025. WHO 1998 TEF were used in calculating the toxic equivalencies (TEQs) for dioxins and dl-PCBs in the present study.

The concentrations of sum dioxins and furans (PCDD/F) in the oils ranged from 0.09 to 0.76 ng TEQ/kg oil. No oil samples showed concentrations of sum PCDD/F exceeding the EU's upper limit of 2.0 ng TEQ/kg oil. The concentrations of sum PCDD/F and dl-PCBs ranged from 0.52 to 1.8 ng TEQ/kg oil. No samples exceeded the EU's upper limit for the sum PCDD/F and dl-PCB of 10 ng TEQ/kg oil. Norway has set an upper limit of 5 ng TEQ/kg oil for dioxins and dl-PCBs in marine oils and no samples exceeded this upper limit.

The concentrations of PCB₇ in the marine oils varied from 0.72 to 89 µg/kg oil. The highest concentration was found in a sample of seal oil (i.e. "Selolje omega-3"). In the present study PCB-153 was the most important congener included in PCB₇ and the contribution decreased from 42% in the sample with the highest PCB₇ concentration to 15% in the sample with the lowest PCB₇ concentration.

The concentrations of the elements arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium were generally low. Only arsenic and selenium in the three samples of krill oil showed concentrations higher than the limit of quantification (LOQ).

Innledning

Mattilsynet har fra 1996 utført årlige overvåknings- eller kartleggingsprogrammer for dioksiner og dioksinlignende PCB i ulike matvarer. Fra 2002 ble dette en del av et felles overvåkningsprogram i EU/EØS området (Commision Recommendation 705/2004 senere erstattet av Commision Recommendation 2006/794/EC). Norske data var med i grunnlaget for utarbeidelse av nytt regelverk i EU/EØS som inkluderte etablering av en øvre grenseverdi for dioksinlignende PCB i forskjellige matprodukter (Commision Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006). Fortsatt er datagrunnlaget for dioksiner og dioksinlignende PCB svært begrenset både i Norge og i EU, og det er således viktig at Norge bidrar til å styrke datagrunnlaget, spesielt på sjømatområdet.

Mattilsynets kartleggingsprosjekter for dioksiner, dioksinlignende PCB, PCB₇ og tungmetallene arsen, kadmium, kvikksølv og bly har tidligere år inkludert analyser i et stort antall marine arter, men med få prøver av hver art. Målsettingen med denne prøvetakingsstrategien fra både EUs og norsk side har vært å få en oversikt over hvilke arter som kan være problematiske knyttet til sjømattrygghet, med hovedfokus på disse analyttene. Blant de sjømatproduktene som Mattilsynet har viet spesiell interesse for er tran og andre marine oljer til humant konsum (Julshamn og Frantzen, 2009).

Om dioksiner og dioksinlignende PCB

Dioksiner består av 75 kongener av polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og 135 kongener av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF). Den mest toksiske kongeneren er 2,3,7,8-tetraklordibenzo-p-dioksin (TCDD) og denne har vært vist å være humankarsinogen, i tillegg til å ha negative effekter både nevrologisk og immunologisk.

Polyklorerte bifenyler (PCB) er en gruppe forbindelser som består av til sammen 209 forskjellige kongener som kan deles i to grupper i henhold til kongenernes toksiske egenskaper. Tolv av kongenerne viser toksikologiske egenskaper svært lik de som finnes hos dioksiner, og derfor betegnes de som dioksinlignende PCB (dl-PCB). De øvrige PCB-kongenene viser ikke dioksinlignende toksisitet, men har en annen toksikologisk profil.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB blir beregnet med basis i WHO's toksiske ekvivalensfaktorer (TEF) fra 1997 (Van den Berg et al., 1998), og konsentrasjonene blir oppgitt som ng TE/kg prøve. I 2005 ble WHO 1998 TEF revidert med det resultat at noen av TEF verdiene ble øket, mens andre ble redusert og mens andre ikke ble forandret. Det er fremdeles TEF-verdiene fra 1997 (1998-TEF) som EUs grenseverdier gjelder for, og resultatene er her oppgitt som beregnet med 1998-TEF. EU har satt øvre grenseverdier for sum dioksiner/furaner og sum dioksiner/furaner + dl-PCB til henholdsvis 2 og 10 ngTE/kg fett i marine oljer til humant konsum. I tillegg har Norge satt en egen grenseverdi for dl-PCB på 3 ng TE/kg olje og en egen grenseverdi for sum dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB på 5 ng TE/kg olje.

Prosjektets formål

Formålet med dette prosjektet var å skaffe til veie mer kunnskap om innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i marine oljer til humant konsum.

Eksperimentelt

Prøveinnsamling og -opparbeiding

Seks forskjellige fiskeoljer, tre forskjellige krilloljer og en selolje ble kjøpt inn fra dagligvareforetninger i Bergen høsten 2009. Produktnavn og -beskrivelse av de ulike oljene er gitt i tabell 1. Hos NIFES ble prøvene gitt en egen kode og registrert i laboratoriedatasystemet (LIMS) med informasjon knyttet til hvor og når prøvene var skaffet. Prøvene ble lagret på kjølerom inntil de ble fordelt til laboratoriet for fremmedstoff for bestemmelse av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og metaller.

Tabell 1. Oversikt over produktnavn på de analyserte marine oljene kjøpt i dagligvarebutikker i Bergen.

Table 1. Overview of product names of the different analysed marine oils, all purchased at grocery shops in Bergen.

Produktnavn/ Product name	Prøve type/ Sample type
Superba Krill Oil	Krillolje/ Krill Oil
Krill-Olje Biopharma	Krillolje/ Krill Oil
Krillolje Vitaplex	Krillolje/ Krill Oil
Møllers Total	Fiskeolje/ Fish oil
Oil4Life ITOGHA	Fiskeolje/ Fish oil
Møllersdobbel	Fiskeolje/ Fish oil
Triomega	Fiskeolje/ Fish oil
Trippel Omega-3	Fiskeolje/ Fish oil
Eskimo-3 m/PUFANOX	Fiskeolje/ Fish oil
Selolje omega-3	Selolje/ Seal oil

Analyser

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: arsen, kadmium, kvikksølv, bly, selen, PCB₇ og dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB (PCDD/F og dl-PCB). Hver av analysemetodenes prinsipp, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Forskjellige kjemiske fremmedstoffer som ble inkludert i undersøkelsen, metoder som ble anvendt, status for metodens akkreditering og metodenes kvantifiseringsgrenser (LOQ).

Table 2. Undesirable substances included, analytical methods used, status of the methods used in terms of accreditation, and limits of quantification (LOQ).

Analytt Analyte	Metodeprinsipp Method	Status akkreditering ^{a)} / accreditation	LOQ ^{b)}
As	ICPMS	Ja/Yes	0,03 mg/kg
Cd	ICPMS	Ja/Yes	0,01mg/kg
Hg	ICPMS	Ja/Yes	0,03 mg/kg
Pb	ICPMS	Ja/Yes	0,04 mg/kg
Se	ICPMS	Ja/Yes	0,01
PCDD/PCDF	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0,008-0,4 pg/g (matriseavhengig/matrix dependent)
dl-PCB	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0,01-0,5 pg/g
PCB ₇	GC/MS	Ja/Yes	0,06-0,15µg/kg

^{a)}Analysemetodene som ble anvendt er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025 og NIFES' akkrediteringsnummer er T 050. The applied methods of analysis are accredited according to NS-EN-ISO 17025 and NIFES' number of accreditation is T 050.

^{b)}Basert på tørr prøve. LOQ er matriseavhengig for de organiske halogenerte forbindelsene. Based on dry sample. LOQ is matrix dependent for the halogenated organic compounds.

Bestemmelse av metaller med ICPMS (metode nr. 197)

Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c Induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICPMS), med HP-datamaskin. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid, og deretter oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200 microwave oven). Det ble anvendt kvantitativ ICPMS til bestemmelse av metallene arsen, kadmium, kvikksølv og bly (metaller som EU har prioritert) samt selen, og rhodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet. Riktighet og presisjon for bestemmelsene ble kontrollert ved å analysere to sertifiserte referansematerialer (CRM) fra National Research Council (Ottawa, Canada), nemlig Tort-2 (hepatopankreas av hummer) og Dorm-3 (muskel av pigghå). Dette er de standardreferansematerialene som er kommersielt tilgjengelig på markedet og som er egnet for denne undersøkelsen.

Gjennomsnittet av de målte verdiene, standardavvik og relativ standardavvik i forbindelse med valideringen av metoden, samt de sertifiserte referanseverdiene for arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i hummer hepatopankreas (Tort-2, n=5) er vist i tabell 3. De funne verdiene lå innenfor de akseptable konsentrasjonsområdene for CRM. I tillegg har metoden blitt testet i forskjellige ringtester (SLP) med tilfredsstillende resultat ($-2 < Z < +2$). Kadmiuminnholdet i Tort-2 er svært høyt i forhold til de nivåene som er funnet i dette prosjektet, men ringtestresultatene viser at metoden er akseptabel også for lavere

konsentrasjonsnivåer og andre matriser. Den totale kvalitetsikringen av metoden viser at de systematiske og de tilfeldige feilene er under kontroll for de grunnstoffene som er inkludert i denne undersøkelsen.

Tabell 3. Konsentrasjon (gjennomsnitt, SD og RSD(%)) av arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt for CRM (Tort-2, National Council of Canada).

Table 3. Concentration (means, SD and RSD (%)) of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in CRM (Tort-2, National Council of Canada) are given.

Analytt Analyte	Antall Number (N)	Gjennomsnitt Mean (mg/kg)	SD (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} Certified value (mg/kg)
As	5	24,1	0,8	3,3	21,6±1,8
Cd	5	27,6	0,8	2,7	26,7±0,6
Hg	5	0,29	0,02	7,4	0,27±0,06
Pb	5	0,33	0,02	4,6	0,35±0,13
Se	5	5,6	0,5	8,9	5,63±0,67

^{a)} Mean and 95% uncertainty

Bestemmelse av dioksiner (PCDD/F), non-ortoPCB og mono-orto-PCB (dl PCB) med HRGC-HRMS (metode nr. 292)

Metoden er en tilpasning av US-EPA (Environmental Protection Agency) metoder nr 1613 og 1668. En prøvemengde tilsvarende ca. 3 g fett ble veid inn, og en blanding av ¹³C merkete kongenere ble tilsatt som internstandarder. Porøsitetmiddel (hydromatrix) ble tilsatt før ekstraksjon med heksan under hevet trykk og temperatur i en ASE 300. I opprensingen på en Power-Prep (FMS-USA) ble først fett fjernet ved nedbryting på svovelsur silica. Deretter skjedde det en suksessiv kromatografisk opprensing ved inn- og utkopling av tre kolonner: "Multi layered silica", basisk alumina og aktivt kull. Mobilfasen ble skiftet suksessivt: Heksan, 2 % diklormetan (DCM) i heksan, 50 % DCM i heksan, 20 % toluen i etylacetat og til slutt backflush med toluen. PCDD/PCDF og non-orto PCB (NO-PCB) ble eluert i toluenfraksjonen. Mono-orto PCB (MO-PCB) ble eluert i en DCM/heksan-fraksjon. Etter inndamping av aktuell fraksjon til 10 µl ble to ¹³C-merkete kongenere tilsatt som gjenvinningsstandarder før analyse på høyoppløsende GC-MS (HRGC-HRMS). Metoden kvantifiserer til sammen syv kongenere av PCDD og ti kongenere av PCDF, fire kongenere non-orto PCB (-77, 81, 126 og 169) og åtte kongenere mono-orto PCB (-105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189). Kvalitetssikring av metoden er gjort blant annet ved deltagelse i ringtester med godt resultat. WHO har etablert toksiske ekvivalens faktorer (TEF) for de 17 PCDD/F kongenerne og de 12 kongenerne av dl-PCB. I denne studien er det benyttet TEF-verdiene fra 1997 (WHO 1998 TEF; Van den Berg et al., 1998).

Bestemmelse av PCB₇ med GC-MS (metode nr. 137)

Frysetørket prøve ble tilsatt intern standard (PCB-53) og blandet med hydromatriks før ekstraksjon med heksan på ASE 300 under hevet trykk og temperatur. Fettet ble brutt ned online ved at ASE-cellen ble pakket med svovelsyreimpregnert silicagel. Ekstraktet ble videre syrebehandlet med konsentrert svovelsyre for å bryte ned rester av fett. Prøven ble analysert på GC-MS i SIM mode med electron impact (EI) ionisering. Kvantifiseringen av de ulike

analyttene baseres på intern standard og en ett-punkts kalibreringskurve, lineær gjennom origo. For kvalitetssikring av metoden ble det analysert blank og kontrollprøve sammen med prøven, og metoden prøves i minimum en ringtest per år.

Resultater og kommentarer

Oljer til humant konsum

Dioksiner (PCDD/PCDF) og dioksinlignende-PCB (non-orto PCB og mono-orto PCB)

Tabell 4 viser konsentrasjonene av PCDD, PCDF, non-orto PCB og mono-orto PCB samt summen av disse PCDD/F og dl-PCB i ti forskjellige produkter av krill-, fiske- og seloljer kjøpt i dagligvareforetninger i Bergen. Innholdet av sum PCDD og PCDF varierte fra 0,09 til 0,76 ng TE/kg olje og ingen av prøvene hadde konsentrasjoner som oversteg EUs øvre grenseverdi på 2,0 ng TE/kg olje. Innholdet av sum dioksiner + dl-PCB i de analyserte oljene varierte fra 0,52 til 1,8 ng TE/kg olje. Konsentrasjonene var lave i forhold til både Norges og EUs øvre grenseverdier for sum dioksiner og dl-PCB på henholdsvis 5 og 10 ng TE/kg olje.

De høyeste konsentrasjonene av sum PCDD/F og dl-PCB ble funnet i seloljen og i en av fiskeoljene (Trippel Omega-3), med henholdsvis 1,8 og 1,7 ng TE/kg olje (tabell 4). Lavest konsentrasjon var det i fiskeoljen Eskimo-3 m/PUFANO, med bare 0,52 ng TE/kg olje. De øvrige produktene hadde forholdsvis jevne konsentrasjoner mellom 0,69 og 1,0 ng TE/kg olje.

Tabell 4. Innholdet av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto og mono-orto PCB og summen av PCDD/F og dl-PCB (ng WHO-TE₁₉₉₈ /kg olje "upper bound LOQ") i diverse olje- og tranprøver til humant konsum kjøpt i dagligvareforetninger i Bergen i 2009.

Table 4. Content of dioxins (PCDDs), furans (PCDFs), non-ortho and mono-ortho PCBs as well as sum of PCDD/Fs and dl-PCBs (ng WHO-TEQ₁₉₉₈/kg oil; upper bound LOQ) in oil samples for human consumption purchased at grocery shops in Bergen in 2009.

Produkt Product	PCDD	PCDF	Sum PCDD/F	Non- orto PCB	Mono- orto PCB	Sum dl-PCB	Sum PCDD/F + dl-PCB
	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg	ng TE/kg
Superba Krill Oil	0,54	0,13	0,67	0,11	0,03	0,14	0,82
Krill-Olje Biopharma	0,52	0,25	0,72	0,09	0,01	0,10	0,87
Krillolje Vitaplex	0,42	0,14	0,56	0,10	0,03	0,13	0,69
Møllers Total	0,56	0,08	0,64	0,10	0,04	0,14	0,78
Oil4Life ITOGHA	0,40	0,13	0,53	0,13	0,10	0,23	0,76
Møllersdobbel	0,64	0,12	0,76	0,09	0,05	0,14	0,90
Triomega	0,33	0,12	0,45	0,50	0,08	0,58	1,0
Trippel Omega-3	0,23	0,09	0,32	0,46	0,94	1,4	1,7
Eskimo-3 m/PUFANO	0,35	0,12	0,47	0,06	0,03	0,07	0,52

Produkt Product	PCDD	PCDF	Sum PCDD/F	Non- orto PCB	Mono- orto PCB	Sum dl-PCB	Sum PCDD/F + dl-PCB
Selolje omega-3	0,06	0,03	0,09	0,29	1,41	1,7	1,8

Resultatene i tabell 4 viser videre at PCDD bidro mest til TE for syv av produktene mens mono-orto PCB bidro mest til TE for de tre prøvene som hadde høyest totalkonsentrasjon (Triomega, Trippel Omega-3 og Selolje omega-3). Bidraget av PCDD i de syv oljene der PCDD dominerte varierte fra 59 til 75 %. Bidraget av mono-orto PCB i de tre produktene der mono-orto PCB dominerte varierte fra 58 til 94 %. PCB-118 (mono-orto PCB) var den dominerende kongeneren for Selolje omega-3, mens PCB-126 (non-orto PCB) var den dominerende kongeneren for fiskeoljen Trippel Omega-3.

Polyklorerte bifenyler (PCB₇)

Innholdet av sum PCB₇ samt innholdet av de forskjellige kongenerne i de ti forskjellige produktene av marine oljer til humant konsum er vist i tabell 5. Innholdet av sum PCB₇ varierte fra 0,72 til 89 µg/kg olje. Det var to produkter som hadde sum PCB₇ høyere enn 2,2 µg/kg olje med konsentrasjoner på henholdsvis 38 og 89 µg/kg olje. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i Selolje Omega-3, mens Trippel Omega-3 hadde en konsentrasjon på 38 µg/kg olje. Dette er de samme to produktene som hadde de høyeste konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB. Også i 2007 ble det funnet en høy konsentrasjon av PCB₇ i Selolje Omega-3 (Julshamn et al. 2008). De dominerende kongenerne var PCB-138 og 153 for de to prøvene med de høyeste konsentrasjonene, men for enkelte andre produkter var det PCB-180, 28 og 101 som dominerte (tabell 5).

Tabell 5. Innhold av PCB-kongenerne PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180, samt sum PCB₇ i diverse olje- og tranprøver til humant konsum kjøpt i dagligvareforetninger i Bergen i 2009. Konsentrasjonene er gitt som µg/kg olje.

Table 5. Contents of the PCB congeners PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180, in addition to sum PCB₇ in samples of various oils for human consumption purchased at grocery shops in Bergen in 2009. The concentration given as µg/kg oil.

Produkt Product	PCB-28 (µg/kg)	PCB-52 (µg/kg)	PCB-101 (µg/kg)	PCB-118 (µg/kg)	PCB-138 (µg/kg)	PCB-153 (µg/kg)	PCB-180 (µg/kg)	Sum PCB ₇ (µg/kg)
Superba Krill Oil	0,15	<0,09	0,85	0,09	0,12	0,35	<0,15	1,5
Krill-Olje Biopharma	0,10	<0,09	0,13	<0,09	<0,10	0,11	0,48	0,82
Krillolje Vitaplex	0,13	<0,09	0,56	<0,09	0,20	0,20	<0,15	1,1
Møllers Total	0,08	<0,09	0,25	<0,09	0,12	0,17	0,15	0,77
Oil4Life ITOGHA	0,10	<0,09	0,29	0,28	0,60	0,55	0,39	2,2
Møllersdobbel	<0,06	<0,09	0,15	<0,09	0,18	0,21	0,23	0,77
Triomega	0,08	<0,09	0,16	0,11	0,51	0,51	0,65	2,0

Produkt Product	PCB-28 (µg/kg)	PCB-52 (µg/kg)	PCB-101 (µg/kg)	PCB-118 (µg/kg)	PCB-138 (µg/kg)	PCB-153 (µg/kg)	PCB-180 (µg/kg)	Sum PCB ₇ (µg/kg)
Trippel Omega-3	1,0	0,99	4,0	3,5	12	13	3,8	38
Eskimo-3 m/PUFANOX	0,38	<0,09	0,13	<0,09	0,12	0,20	<0,15	0,84
Selolje omega-3	0,65	2,6	5,9	6,1	28	37	7,8	89

EU har foreløpig ikke satt noen øvre grenseverdier for PCB₇ i matvarer og heller ikke for sjømat, men EU arbeider med å få satt øvre grenseverdier for PCB₆ i matvarer, inkludert sjømat. PCB₆ er det samme som PCB₇ minus den dioksinlignende PCB-118.

Metaller

Konsentrasjonene av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt i tabell 6. Det var bare arsen og selen som forekom i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensene. Konsentrasjonene av arsen varierte fra <0,03 til 4,4 mg/kg olje. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i prøver av krillolje, mens fiskeoljene og seloljen hadde konsentrasjoner lavere enn LOQ på 0,03mg/kg olje. Arsen i disse oljene foreligger mest sannsynlig som arsenolipider (Schmeisser et al., 2005). Konsentrasjonene av selen var høyest i krilloljene Krillolje Vitaplex og Superba krill oil med konsentrasjoner på henholdsvis 0,68 og 0,67 mg/kg olje. Både selen og arsen hadde altså de høyeste konsentrasjonene i krillolje. Konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var alle lavere enn metallenes respektive LOQ på henholdsvis 0,01, 0,03 og 0,04 mg/kg olje.

Tabell 6. Konsentrasjon av arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen (mg/kg olje) i ti prøver av diverse oljer til humant konsum kjøpt i dagligvareforetninger i Bergen i 2009.

Table 6. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury and lead (mg/kg oil) in samples of various oils for human consumption purchased at grocery shops in Bergen in 2009. The concentrations are given as mg/kg oil.

Produkt Product	Arsenic (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Mercury (mg/kg)	Lead (mg/kg)	Selenium (mg/kg)
Superba Krill Oil	4,4	<0,01	<0,03	<0,04	0,67
Krill-Olje Biopharma	2,2	<0,01	<0,03	<0,04	0,15
Krillolje Vitaplex	3,9	<0,01	<0,03	<0,04	0,68
Møllers Total	<0,03	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1
Oil4Life ITOGHA	<0,03	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1
Møllersdobbel	<0,03	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1
Triomega	0,07	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1
Trippel Omega-3	<0,03	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1
Eskimo-3 m/PUFANOX	<0,03	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1
Selolje omega-3	<0,03	<0,01	<0,03	<0,04	<0,1

Konklusjoner

Ingen av de ti oljene hadde et innhold av sum dioksiner (PCDD) og furaner (PCDF) som overskred EUs øvre grenseverdi på 2,0 ng TE/kg eller en konsentrasjon av dioksiner og dl-PCB som oversteg den norske øvre grenseverdien på 5 ng TE/kg. De høyeste konsentrasjonene av sum dioksiner og dl-PCB ble målt i Selolje omega-3 og Trippel Omega-3, med 1,8 og 1,7 ng TE/kg olje.

Konsentrasjonene av sum PCB₇ i de marine oljene varierte fra 0,72 til 89 µg/kg olje. To av prøvene hadde konsentrasjoner av sum PCB₇ høyere enn 10 µg/kg. Selolje omega-3 hadde et innhold på 89 µg/kg olje og Trippel Omega-3 et innhold på 38 µg/kg. For de andre oljene var konsentrasjonene opp til 2,2 µg/kg olje.

Konsentrasjonene av grunnstoffene (i.e. arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen) var gjennomgående lave. Bare noen få prøver viste konsentrasjoner høyere enn kvantifiseringsgrensene (LOQ), og det var arsen og selen i de tre prøvene av krilloljer.

Referanser

Commission Regulation (EC) No. 1881/2006 of 19. Dec. 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.

Julshamn, Kåre og Frantzen, Sylvia (2009). Årsrapport Mattilsynet (2008). Miljøgifter i fisk og fiskevarer, en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. Mattilsynet, 5. juni 2009, 27 sider.

Julshamn, Kåre, Øygard, Joar og Måge, Amund (2008). Kartleggingsprosjektene: Dioksiner, dioksinlignende PCB og andre PCBer i fiskevarer og konsumferdige fiskeoljer, bromerte flammehemmere og andre nye miljøgifter i sjømat og tungmetaller i sjømat. Årsrapport Mattilsynet 2007, juli 2008, 31 sider.

Schmeisser, E, Goessler, W, Kienzl, N, Francesconi, KA, (2005). The direct measurement of lipid-soluble arsenic species in biological samples with HPLC-ICPMS. *Analyst* 130, 948-955.

Van den berg, M, Birnbaum, L, Bosveld, AT, et al. (1998). Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environ Health Perspect* 106, 775-792.