



N I F E S
NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Rapport
2013

Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2013:
Dioksiner og dioksinlignende PCB,
ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte
flammehemmere og tungmetaller i marine oljer

Bente M. Nilsen og Amund Måge

**Nasjonalt institutt for ernærings- og
sjømatforskning (NIFES)**

07.10.2014

på oppdrag fra **Mattilsynet**

Statens tilsyn for fisk, dyr og næringsmidler

INNHALDSFORTEGNELSE

Innholdsfortegnelse	3
1. Oppsummering	4
2. English summary	5
3. Innledning	6
4. Materiale og metoder	7
4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding.....	7
4.2 Analyser.....	7
5. Resultater	9
5.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB	9
5.2 Ikke-dioksinlignende PCB (PCB ₆) og PBDE.....	11
5.3 Metaller	12
6. Diskusjon.....	13
7. Konklusjon.....	15
8. Anbefalinger.....	15
9. Referanser	16

1. OPPSUMMERING

I dette prosjektet ble ti ulike marine oljer til humant konsum (tre fiskeoljer, fire blandingsoljer av fiske- og planteoljer, to seloljer og én krillolje) analysert for dioksiner (PCDD/F), dioksinlignende PCB (dl-PCB), ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆), polybromerte flammehemmere (PBDE₇) og grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. Alle bestemmelsene ble utført ved NIFES med metoder akkreditert i henhold til NS-EN ISO 17025.

Resultatene viste at innholdet av miljøgifter var gjennomgående lavt i alle oljene som ble undersøkt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F varierte mellom 0,16 og 0,84 ng TE/kg olje, og sum PCDD/F+dl-PCB varierte mellom 0,19 og 1,2 ng TE/kg olje. Det var således ingen oljer som hadde verdier over grenseverdiene verken for sum PCDD/F på 1,75 ng TE/kg olje eller for sum PCDD/F+dl-PCB der grenseverdien i Norge er 4,0 ng TE/kg olje og grenseverdien i EU er 6,0 ng TE/kg olje i marine oljer til humant konsum. De fire oljene som var blanding av fiskeoljer og planteoljer hadde heller ikke verdier over grenseverdiene på 0,25 ng TE/kg olje for sum PCDD/F eller 1,25 ng TE/kg olje for sum PCDD/F+dl-PCB som er grenseverdier både i Norge og EU for vegetabiliske oljer. Konsentrasjonene av sum PCB₆ varierte mellom 1,2 og 70 µg/kg olje, og sum PBDE₇ varierte mellom 0,3 og 11 µg/kg olje. Ingen av oljene hadde verdier over grenseverdien for PCB₆ på 200 µg/kg olje for marine oljer, og ingen av oljene som var blanding av fiske- og planteoljer hadde verdier over grenseverdien for PCB₆ på 40 ng TE/kg olje for vegetabiliske oljer. Det er ikke fastsatt grenseverdi for PBDE₇ verken i marine eller vegetabiliske oljer. Konsentrasjonene av tungmetallene kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for alle oljene, mens konsentrasjonen av arsen og selen varierte mellom 0,015 og 4,0 mg/kg olje for arsen og mellom < 0,01 og 0,62 mg/kg olje for selen.

Nivået av miljøgiftene varierte mellom oljene. Konsentrasjonene av ikke-dioksinlignende PCB og PBDE₇ var klart høyest i seloljene, noe lavere i de rene fiskeoljene og lavest i krilloljene og oljene som var blanding av fiskeoljer og planteoljer. Konsentrasjonen av dioksiner og dioksinlignende PCB var derimot høyest i en av de rene fiskeoljene, mens seloljene ikke hadde høyere nivåer av disse miljøgiftene enn de andre oljene. Nivået av arsen var betydelig høyere i krilloljen enn i alle de andre oljene.

2. ENGLISH SUMMARY

In this project ten different marine oils for human consumption (three fish-oils, four mixed oils of fish oil and plant oil, two seal oils and one krill oil) were analysed for dioxins (PCDD/F), dioxin-like PCBs (dl-PCB), non-dioxin-like PCBs (PCB₆), polybrominated flame retardants (PBDE₇) and the elements arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium. All the analyses were performed at NIFES using methods accredited according to NS-EN ISO 17025.

The results showed that the levels of environmental contaminants were generally low in all the marine oils investigated. The concentration of sum PCDD/F varied between 0.16 and 0.84 ng TEQ/kg oil, and the sum PCDD/F+dl-PCB varied between 0.19 and 1.2 ng TEQ/kg oil. Thus, no oils had concentrations above the EU maximum levels of 1.75 ng TEQ/kg oil for sum PCDD/F or 6.0 ng TEQ/kg oil for sum PCDD/F+dl-PCB in marine oils intended for human consumption. The concentrations of these contaminants in the four oils containing mixtures of fish oils and plant oils were also well below the EU maximum levels for vegetable oils of 0.25 ng TEQ/kg oil for sum PCDD/F and 1.25 ng TEQ/kg oil for sum PCDD/F+dl-PCB. The concentrations of sum PCB₆ and sum PBDE₇ varied between 1.2 and 70 µg/kg oil and 0.3 and 11 µg/kg oil, respectively, and no oils had values above the EU maximum level of 200 µg/kg for sum PCB₆ in marine oils. The concentrations of PCB₆ in the four oils containing mixtures of fish oils and plant oils were also well below the EU maximum level of 40 µg/kg for vegetable oils. No maximum levels have been set for PBDE₇ in marine oils or vegetable oils. The concentrations of the heavy metals cadmium, mercury and lead were very low and below the limit of quantification for all the oils, while the levels of arsenic and selenium varied between 0.015 and 4.0 mg/kg oil for arsenic and between < 0.01 and 0.62 mg/kg oil for selenium.

The levels of environmental contaminants varied between the different oils. The concentrations of non-dioxin-like PCBs and PBDE₇ were highest in the seal oils, lower in the fish oils and lowest in the krill oils and the oils containing mixtures of fish oils and plant oils. On the other hand, the highest concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs were found in one of the fish oils whereas the level in seal oils were not significantly higher than in the other oils. The level of arsenic was significantly higher in the krill oil than in all other oils investigated.

3. INNLEDNING

Overvåkningsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» er et program som ble startet i 2008, der Mattilsynet ønsker å kartlegge ulike miljøgiftproblemstillinger knyttet til norsk sjømat. Programmet har undersøkt ulike typer av sjømat hvert år og de siste årene har det vært analysert miljøgifter i makrell, ål og svolværpostei (Julshamn og Frantzen, 2009), brisling og brislingprodukter (Julshamn et al., 2011), dypvannsfisk og skalldyr fra Hardangerfjorden (Måge et al., 2012) og kongekrabbe (Julshamn et al., 2013). I tillegg har programmet hvert år undersøkt innholdet av miljøgifter i kommersielle marine oljer til humant konsum (Julshamn og Frantzen, 2009, Julshamn og Frantzen, 2010, Julshamn et al., 2011, Måge et al., 2012, Julshamn et al., 2013). Både fiskeoljer, seloljer og krilloljer har vært inkludert i disse undersøkelsene.

I perioden 2013-2015 skal programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» benyttes til en stor kartleggingsundersøkelse av innholdet av miljøgifter i Atlantisk kveite med sluttrapport i 2016. I programmet skal det i tillegg som vanlig analyseres ti kommersielle marine oljer til humant konsum årlig, og resultatene fra dette rapporteres hvert år. Denne rapporten omhandler resultater for de marine oljene som er kjøpt inn og analysert i 2013.

I delprosjektet som omhandler marine oljer har hovedfokus i disse årene vært på innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB og polybromerte flammehemmere (PBDE). Urensede marine oljer kan ha svært høye nivåer av disse fettløselige organiske miljøgiftene, og marine oljer til humant konsum blir derfor rensed for å fjerne disse fremmedstoffene. Overvåkning av innholdet av organiske miljøgifter i det brede utvalget av konsumferdige marine oljer er viktig for å kontrollere at renseprosedyrene som blir benyttet er gode nok til å sikre at nivåene av de organiske miljøgiftene ikke overskrider EUs og Norges øvre grenseverdier for disse stoffene i sjømat.

De marine oljene har også vært analysert for arsen og tungmetaller hvert år, og i 2011 og 2012 ble oljene i tillegg analysert for perfluorerte alkylstoffer (PFAS). Innholdet av *Salmonella*-bakterier har vært undersøkt i oljene én gang, i 2012. Nivåene av tungmetallene kvikksølv, kadmium og bly har vært svært lave i de undersøkte oljene, men arsen som kan foreligge som arsenolipider, er blitt funnet i noe høyere nivåer, særlig i krilloljer. PFAS-forbindelsene er ikke blitt funnet i kvantifiserbare mengder i de marine oljene, og det ble ikke påvist *Salmonella* i noen av oljene som ble undersøkt i 2012.

I 2013 er tre fiskeoljer, fire blandingsoljer av fiskeolje og planteoljer, to seloljer og én krillolje analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆), polybromerte flammehemmere (PBDE₇), arsen, kvikksølv, kadmium og bly.

4. MATERIALE OG METODER

4.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding

Det ble kjøpt inn ti ulike marine oljer til humant konsum fra en butikk i Bergen i mai 2013 av personell fra NIFES. Tre av oljene var rene fiskeoljer, fire var en blanding av fiske- og planteoljer, to var seloljer og én var krillolje (tabell 1).

Table 1. Product names and other information about the fish-, seal- and krill oils analysed, all purchased in a shop in Bergen in May-2013.

Product name	Manufacturer	Sample type (source)	Formulation
Islandsk tran	Lysi HF	Fish oil (cod liver)	Liquid
Arctic cod liver oil	Nordic Naturals	Fish oil (cod liver)	Liquid
Omega-3	Nordic Naturals	Fish oil (anchovy, sardine)	Capsules
Ultra Omega 3-6-9	Solaray	Fish and plant oil (deep water fish, flaxseed, borageseed)	Capsules
Mega 3/6/9 Omega blend	Nature's Way	Fish and plant oil (sardine, anchovy, olive, flaxseed and borageseed)	Capsules
Eskimo-3 kids	Cardinova AB	Fish and plant oil (fish and rapeseed)	Liquid
Eye Q Flytende	New Nordic	Fish and plant oil (sardine, anchovy, evening primrose)	Liquid
Arctic Omega-3 Selolje	JFM Sunile AS	Seal oil (harp seal)	Capsules
Selolje Omega-3	Vitality Line	Seal oil	Capsules
OmegaRed™ Krillolje	Medica Nord AS	Krill oil (Antarctic krill)	Capsules

4.2 Analyser

Oljeprøvene ble analysert for følgende analytter: dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB), ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆), PCB₇, polybromerte difenyletere (PBDE), arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. I tillegg ble oljeprøvene analysert for fettinnhold. Prinsipper for analysemetodene samt akkrediteringsstatus og kvantifiseringsgrenser (LOQ) er gitt i tabell 2. Analysemetodene er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025. For ytterligere metodedetaljer vises det til årsrapport for 2012 (Julshamm et al, 2013).

Table 2. Undesirable substances included, analytical methods used, accreditation status of the methods and limits of quantification (LOQ) for the marine oils analysed.

Analyte	Method	Status	
		Accreditation	LOQ
Arsenic	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg olje
Cadmium	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg olje
Mercury	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg olje
Lead	ICP-MS	Yes	0.03 mg/kg olje
Selenium	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg olje
PCDDs and PCDFs	HRGC/HRMS	Yes	0.000024-0.5 pg TEQ/g olje ^{b)}
dl-PCBs, non-ortho PCBs	HRGC/HRMS	Yes	0.00006-0.04 pg TEQ/g olje ^{b)}
dl-PCBs, mono-ortho PCBs	GC-MSMS	Yes ^{a)}	0.0024-0.003 pg TEQ/g olje ^{b)}
PCB ₆	GC-MSMS	Yes	0.2 ng/g olje
PBDE ₇	GC-MS	Yes	0.03-0.07 ng/g olje ^{b)}
Fat content	Gravimetry	Yes	0.1 g/100 g olje

a) The method is not accredited for mono-ortho PCB-123.

b) Depending on analyte and matrix.

Ved bestemmelse av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB) ble det kvantifisert syv kongenere av dioksiner (PCDD), ti kongenere av furaner (PCDF), fire kongenere av non-orto PCB (PCB-77, -81, -126 og -169) og åtte kongenere av mono-orto PCB (PCB-105, -114, -118, -123, -156, -157, -167 og -189). Toksiske ekvivalentverdier ble bestemt ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalensfaktorer, WHO-TEF 2005. Ved beregning av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB for vurdering opp mot EUs og Norges grenseverdier ble konsentrasjoner mindre enn kvantifiseringsgrensen (LOQ) satt lik LOQ (upperbound LOQ) slik regelverket for grenseverdier krever (EU, 2006, Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler).

Ved bestemmelse av ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) ble følgende seks kongenere kvantifisert: PCB-28, -52, -101, -138, -153 og -180. Sum PCB₆ ble beregnet med upperbound LOQ slik regelverket krever når verdiene skal vurderes opp mot EUs og Norges øvre grenseverdier.

Metoden for bestemmelse av PBDE kvantifiserer ti ulike kongenere av PBDE, inkludert syv kongenere som summeres til en "standard sum PBDE" (PBDE-28, -47, -99, -100, -153, -154 og -183). Sum PBDE₇ ble beregnet med lowerbound LOQ der konsentrasjoner under LOQ settes til null.

5. RESULTATER

5.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB

Tabell 3 viser konsentrasjonene av fett, dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), sum dioksiner og furaner (PCDD/F), non-orto PCB, mono-orto PCB og sum dioksinlignende PCB (dl-PCB) samt totalsummen av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB) i ti ulike produkter av fiskeoljer, fiske- og planteoljer, seloljer og en krillolje innkjøpt i en dagligvarebutikk i Bergen.

Konsentrasjonen av sum PCDD/F varierte fra 0,16 til 0,84 ng TE/kg olje, og ingen av oljene hadde verdier over grenseverdien på 1,75 ng TE/kg olje som er gjeldende for marine oljer til humant konsum både i EU og Norge. Konsentrasjonen av sum dioksinlignende PCB varierte mellom 0,03 og 0,38 ng TE/kg olje, mens konsentrasjonen av sum PCDD/F+ dl-PCB varierte mellom 0,19 og 1,20 ng TE/kg olje. Konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB var således lave i forhold til både Norges øvre grenseverdi for marine oljer på 4,0 ng TE/kg olje og EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg olje. Fire av oljene som ble undersøkt var blandinger av fiskeoljer og planteoljer (Ultra Omega 3-6-9, Mega 3/6/9 Omega blend, Eskimo-3 kids og Eye Q flytende), og må derfor også vurderes opp mot grenseverdiene for vegetabiliske oljer. Grenseverdiene for vegetabiliske oljer er betydelig lavere enn for marine oljer, men ingen av blandingsoljene hadde verdier over grenseverdiene på 0,75 ng TE/kg olje for sum PCDD/F eller 1,25 ng TE/kg for sum PCDD/F+dl-PCB.

Selv om alle analyseresultatene var langt under grenseverdiene var det likevel forskjeller i nivå mellom oljene. De høyeste verdiene for sum PCDD/F, dl-PCB og sum PCDD/F+dl-PCB ble funnet i en av fiskeoljene (Islandsk tran) som med konsentrasjoner av sum PCDD/F på 0,82 ng TE/kg olje og sum PCDD/F+dl-PCB på 1,20 ng TE/kg olje hadde klart høyere verdier enn de andre fiske- og seloljene. Også krilloljen hadde et høyere innhold av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB enn de fleste andre oljene, mens innholdet av dl-PCB i krilloljen var enten lavere eller på samme nivå som i de andre oljene (tabell 3).

Table 3. Concentrations of fat, dioxins (PCDD), furans (PCDF), sum of dioxins and furans (PCDD/F), non-ortho PCBs, mono-ortho PCBs, sum of dl-PCBs and the overall sum PCDD/F+dl-PCB in marine oil samples for human consumption purchased in Bergen in May 2013. Concentrations were calculated as ng WHO-TEQ/kg oil, using TEF-2005 and upperbound LOQ.

Product	Fat content ^{a)} (g/100 g oil)	Sum	Sum	Sum	Non-	Mono-	Sum	Sum	
		PCDD	PCDF	PCDD/F	ortho PCB	ortho PCB	dl-PCB	PCDD/F +dl-PCB	
		ng TEQ/kg oil							
Islandsk tran	109	0.67	0.15	0.82	0.33	0.05	0.38	1.20	
Arctic cod liver oil	108	0.23	0.06	0.29	0.13	0.05	0.18	0.47	
Omega-3	109	0.18	0.04	0.22	0.21	0.02	0.23	0.45	
Ultra Omega 3-6-9	111	0.30	0.06	0.35	0.08	0.02	0.11	0.46	
Mega 3/6/9 Omega blend	110	0.12	0.04	0.16	0.01	0.02	0.03	0.19	
Eskimo-3 kids	103	0.18	0.05	0.23	0.01	0.02	0.03	0.26	
Eye Q Flytende	100	0.20	0.05	0.25	0.03	0.03	0.06	0.31	
Arctic Omega-3 Selolje	108	0.19	0.05	0.24	0.03	0.04	0.08	0.32	
Selolje Omega-3	108	0.33	0.08	0.41	0.06	0.11	0.17	0.58	
OmegaRed™ Krillolje	94	0.68	0.16	0.84	0.06	0.02	0.09	0.93	
Max. level for marine oils in EU				1.75				6.0	
Max. level for marine oils in Norway				1.75				4.0	
Max. level for vegetable oils in EU and Norway				0.75				1.25	

a) Due to measurement uncertainty some oils show numbers above 100 g/100 g oil.

Konsentrasjonene av alle summer som er oppgitt i tabell 3 er beregnet med upperbound LOQ slik det er fastsatt i regelverket når summene skal vurderes opp mot grenseverdiene for matvarer til humant konsum. Upperbound LOQ betyr at alle kongenerne med verdier under LOQ er satt lik LOQ ved beregning av summene. Veldig mange av kongenerne som inngår i summene i tabell 3 hadde verdier under LOQ, og verdiene i tabell 3 er derfor til dels betydelig overestimert for alle oljene.

Sammenligning av verdier beregnet med upperbound LOQ og lowerbound LOQ (der verdier under LOQ settes til null) viste at det var særlig verdiene for sum PCDD/F og bare i mye mindre grad verdiene for dl-PCB som ble overestimert ved bruk av upperbound LOQ (resultater ikke vist).

5.2 Ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) og PBDE

Konsentrasjonen av PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ i de ti ulike produktene av marine oljer er vist i tabell 4. Resultater er vist for både PCB₆ og PCB₇ da EU og Norge fra 2012 har innført grenseverdier for innholdet av PCB₆ i matvarer mens PCB₇ (PCB₆ + PCB-118) ikke har egen grenseverdi, men har vært rapportert tidligere og derfor er inkludert for å lette sammenligning med tidligere data. PCB₇ er også av interesse i forbindelse med miljøvurderinger der denne summen fremdeles er i bruk.

Table 4. Concentrations of sum PCB₆ (PCB-28, 52, 101, 138, 153 and 180) sum PCB₇ (PCB₆ + PCB-118) and sum PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 and 183) in marine oil samples for human consumption purchased in Bergen in 2013. Sums PCB₆ and PCB₇ were calculated using upperbound LOQ and sum PBDE₇ were calculated using lowerbound LOQ.

Product	PCB ₆	PCB ₇	PBDE ₇
	----- (µg/kg oil)-----		
Islandsk tran	8.2	8.9	1.5
Arctic cod liver oil	13	14	1.5
Omega-3	7.2	7.4	0.3
Ultra Omega 3-6-9	2.0	2.2	0.2
Mega 3/6/9 Omega blend	1.2	1.3	0.1
Eskimo-3 kids	1.4	1.5	0.0
Eye Q Flytende	9.3	9.4	0.07
Arctic Omega-3 Selolje	28	28	7.3
Selolje Omega-3	70	72	10
OmegaRed™ Krillolje	3.2	3.3	0.07
Maximum level for marine oils in EU and Norway	200	-	-
Maximum level for vegetable oils in EU and Norway	40	-	-

Det var stor variasjon i konsentrasjonen av både PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ mellom oljene, med konsentrasjoner av PCB₆ mellom 1,2 og 70 µg/kg olje og konsentrasjoner av PBDE₇ mellom 0.07 og 10 µg/kg olje. Ingen av oljene hadde imidlertid konsentrasjoner av PCB₆ over grenseverdien for marine oljer på 200 µg/kg olje. Grenseverdien for PCB₆ i vegetabiliske oljer er betydelig lavere enn for marine oljer, men ingen av de fire oljene som var blandinger av fiske- og planteoljer (Ultra Omega 3-6-9, Mega 3/6/9 Omega blend, Eskimo-3 kids og Eye Q flytende) hadde verdier over grenseverdien på 40 µg/kg olje for vegetabiliske oljer. Verken EU eller Norge har foreløpig satt grenseverdier for PBDE i oljer til humant konsum.

De høyeste konsentrasjonene av både PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ ble funnet i de to seloljene, og de laveste konsentrasjonene ble funnet i krilloljen og tre av oljene som var en blanding av fiskeolje og planteoljer

(tabell 4). Det er også i tidligere undersøkelser funnet at seloljer har relativt høye konsentrasjoner og krilloljer har relativt lave konsentrasjoner av sum PCB₆ og PCB₇ i forhold til de fleste rene fiskoljer. I tidligere undersøkelser har konsentrasjonene av PCB₇ i seloljer variert mellom 23 og 89 mg/kg olje, mens konsentrasjonen av PCB₇ i krilloljer har variert mellom 0,16 og 1,7 mg/kg olje (Julshamn et al 2013, Maage et al., 2012, Julshamn et al., 2011, Julshamn og Frantzen, 2010).

Kongenerprofilen varierte mellom de ulike oljene. For de to seloljene, krilloljen og den ene fiske- og planteoljen (Ultra Omega 3-6-9) var det PCB-153, PCB-138 og PCB-180 som bidro mest til sum PCB₆, mens for alle de øvrige oljene var det PCB-28 som var den dominerende kongeneren i denne summen. I sum PBDE₇ var PBDE-47 den dominerende kongeneren for de aller fleste oljene, men det var forskjeller i hvilke andre kongener som bidro til summen. For de to torskeleroljene (Islandsk tran og Arctic cod liver oil) var det PBDE-100 og PBDE-154 som bidro mest i tillegg til PBDE-47, mens for de to seloljene var det PBDE-99 som i tillegg til PBDE-47 ga det største bidraget til PBDE₇.

5.3 Metaller

Konsentrasjonen av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt i tabell 5. Det var bare arsen og selen som forekom i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensene. Konsentrasjonen av arsen varierte mellom 0,015 og 4,0 mg/kg olje. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i krilloljen, mens alle fiskeoljene og seloljene hadde konsentrasjoner av arsen lavere enn 0,05 mg/kg olje. Disse resultatene stemmer godt overens med tidligere resultater der konsentrasjonen av arsen i ulike krilloljer til humant konsum har variert mellom 2,2 og 5,4 mg/kg olje mens konsentrasjonen i ulike fiskeoljer og seloljer har vært mye lavere og variert mellom <0,01 og 0,16 mg/kg olje (Julshamn et al 2013, Maage et al., 2012, Julshamn et al., 2011, Julshamn og Frantzen, 2010). Det er ikke fastsatt noen grenseverdi for arsen i oljer til humant konsum.

Også konsentrasjonen av selen var mye høyere i krilloljen enn i fiske- og seloljene. Konsentrasjonen i krilloljen var på 0,62 mg/kg olje. Dette stemmer godt overens med tidligere resultater som har vist konsentrasjoner mellom 0,15 og 0,68 mg/kg olje for selen i ulike krilloljer, mens verdiene for ulike fiskeoljer og seloljer har vært lavere enn 0,1 mg/kg olje (Julshamn og Frantzen, 2010).

Table 5. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in oil samples for human consumption purchased in Bergen in 2013.

Product	Arsenic (mg/kg oil)	Cadmium (mg/kg oil)	Mercury (mg/kg oil)	Lead (mg/kg oil)	Selenium (mg/kg oil)
Islandsk tran	0.035	< 0.004	< 0.004	< 0.03	0.094
Arctic cod liver oil	0.046	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.050
Omega-3	0.017	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.041
Ultra Omega 3-6-9	0.017	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.030
Mega 3/6/9 Omega blend	0.034	< 0.004	< 0.004	< 0.03	0.013
Eskimo-3 kids	0.019	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.013
Eye Q Flytende	0.017	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.010
Arctic Omega-3 Selolje	0.015	< 0.004	< 0.004	< 0.03	<0.01
Selolje Omega-3	0.016	< 0.004	< 0.004	< 0.03	<0.01
OmegaRed™ Krillolje	4.0	< 0.005	< 0.005	< 0.03	0.62
Maximum level in EU and Norway	-	-	-	0.10	-

6. DISKUSJON

Det ble som tidligere funnet lave verdier av de organiske miljøgiftene dioksiner, dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB i de fleste marine oljene som ble undersøkt, og ingen av oljene hadde verdier som overskred grenseverdiene for sum PCDD/F, sum PCDD/F + dl-PCB eller sum PCB₆.

De høyeste verdiene av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB ble funnet i en av torskeleveroljene (Islandsk tran) samt i krilloljen. Det er også i enkelte tidligere år funnet at krilloljene hadde høyere nivåer av sum PCDD/F enn de fleste fiske- og seloljene (Julshamn et al. 2011, Julshamn et al., 2013), men dette har ikke bestandig vært tilfelle i de årene der krilloljer har blitt undersøkt (Måge et al., 2012, Julshamn og Frantzen, 2010). Heller ikke i dette arbeidet var det helt entydig om krilloljen og torskeleveroljen Islandsk tran faktisk hadde høyere nivåer av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB enn de andre oljene. Siden svært mange av kongenerne som inngår i sum PCDD/F var tilstede i oljene i konsentrasjoner under LOQ, er det mulig at forskjellene mellom de ulike oljene når verdiene beregnes som upperbound LOQ til dels er et resultat av at LOQ-verdiene for de ulike kongenerne som

inngår i sum PCDD/F varierte mellom de ulike oljene. For mange av kongenerne som inngikk i sum PCDD/F var LOQ verdiene høyere i Islandsk tran og i krilloljen enn i de andre oljene som ble undersøkt.

Det var stor variasjon i konsentrasjonen av både PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ mellom de ulike oljene, og konsentrasjonen av PCB₆ varierte fra svært lave verdier på 1-2 µg/kg olje til 70 µg/kg olje som er vesentlig høyere, men fremdeles godt under grenseverdien på 200 µg/kg olje. Denne variasjonen reflekterer trolig både hvilket råstoff som er benyttet til oljene (fisk, sel, krill, planter), hvilket område råstoffene er hentet fra og graden av rensing av oljene. I samsvar med tidligere undersøkelser ble de høyeste verdiene av PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ funnet i de to seloljene, mens krilloljen var blant oljene med de laveste verdiene av disse stoffene. Enkelte av kongenerne som inngår i sum PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ var tilstede i konsentrasjoner under LOQ, men LOQ-verdiene varierte svært lite mellom de ulike oljene, og variasjonen mellom oljene kan derfor ikke skyldes forskjeller i LOQ-verdier. Selv om de to seloljene hadde betydelig høyere innhold av ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) og PBDE₇ enn alle de andre oljene, ble det ikke funnet høyere nivåer av dioksiner og/eller dioksinlignende PCB i seloljene enn i de andre oljene som ble undersøkt.

Resultatene for metaller viste som tidligere at konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for alle oljene. Konsentrasjonene av arsen var noe høyere, og som i tidligere undersøkelser var nivået av arsen i krilloljen betydelig høyere enn i fiskeoljene og seloljene som ble undersøkt. Nivået av arsen i krilloljen (4,0 mg/kg olje) lå innenfor det området som er vanlig å finne i ulike urensede fiskeoljer (0,2-19 mg/kg olje; Sele et al, 2012), mens nivået i fiskeoljene og seloljene som ble undersøkt var mye lavere enn dette (0,015-0,046 mg/kg olje). Arsen i marine oljer foreligger primært som arsenolipider (Schmeisser et al., 2005, Sele et al., 2012). Det er tidligere vist at rensede fiskeoljer inneholder mye lavere nivåer av arsen enn urensede fiskeoljer, noe som trolig skyldes at de rensedyrene som benyttes for å anrike omega-3 fettsyrene og redusere innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i oljene også bidrar til å redusere innholdet av arsenolipider (Schmeisser et al., 2005, Sele et al, 2013). Hvor mye av arsenolipidene som fjernes ved slik rensing vil trolig være avhengig både av rensemetoden og av i hvilken form arsenolipidene foreligger i den urensede oljen. Det er ikke kjent om krilloljen som er undersøkt her (OmegaRed krillolje) er renses, og i tilfelle hvilken metode som er benyttet for rensing. Det er heller ikke kjent om arsenolipider i krilloljer foreligger i samme form(er) som i fiske- og seloljer.

7. KONKLUSJON

Resultatene i denne rapporten har vist at innholdet av miljøgifter var lavt i alle de marine oljene som ble undersøkt. Ingen av oljene hadde verdier av sum dioksiner, sum dioksiner og dioksinlignende PCB, sum PCB₆ eller bly over de øvre grenseverdiene som gjelder for marine oljer til humant konsum i EU og Norge. Fire av oljene var blandingsoljer av fiske- og planteoljer og disse hadde heller ikke verdier av miljøgiftene over grenseverdiene for vegetabiliske oljer til humant konsum.

Nivået av de forskjellige miljøgiftene varierte ulikt mellom de ulike oljene. Konsentrasjonene av ikke-dioksinlignende PCB og PBDE₇ var klart høyest i seloljene, noe lavere i de rene fiskeoljene og lavest i krilloljene og oljene som var blanding av fiske- og planteoljer. Konsentrasjonen av dioksiner og dioksinlignende PCB var derimot høyest i en av de rene fiskeoljene, mens seloljene ikke hadde høyere nivåer av disse miljøgiftene enn de andre oljene. Nivået av arsen var betydelig høyere i krilloljen enn i alle de andre oljene.

8. ANBEFALINGER

I likhet med resultater fra tidligere år, hadde ingen av de marine oljene som er undersøkt i dette arbeidet verdier av miljøgifter over grenseverdiene som gjelder for marine oljer til humant konsum. Blandingsoljene av fiske- og planteoljer hadde heller ikke verdier over grenseverdiene for vegetabiliske oljer. Siden ingen av resultatene i rapporten var problematiske i forhold til mattrygghet, er det ikke identifisert noen behov for tiltak for å sikre mattrygghet.

9. REFERANSER

EU (2006). Commission regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1881:20120901:EN:PDF>

Forskrift 27. september 2002 nr. 1028: Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, § 3 Gjennomføring av forordning (EF) nr. 1881/2006. <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20020927-1028.html>

Julshamm, K. og Frantzen, S. (2010) Miljøgifter i fisk og fiskevarer - En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i oljer til humant konsum. Mattilsynet, årsrapport 2009, 13 sider.

Julshamm, K., Frantzen, S., Valdersnes, S. og Lunestad, B.T. (2011). Miljøgifter i fisk og fiskevarer-en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, polybromerte flammehemmere (PBDE), perfluoreerte alkylstoffer (PFAS), tungmetaller og Salmonella i oljer til humant konsum, brisling og brislingprodukter. Mattilsynet, årsrapport 2010, 30 sider.

Måge, A., Bjelland, O., Olsvik, P., Nilsen, B. og Julshamm, K. (2012) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2011: Kvikksølv i djupvassfisk og skaldyr frå Hardangerfjorden samt miljøgifter i marine oljer. Mattilsynet, årsrapport 2011, 31 sider.

Julshamm, K., Duinker, A., Valdersnes, S., Lunestad, B.T. og Måge, A. (2013). Mattilsynets program: Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2012. - Undersøkelse av fremmedstoffer i kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) og oljer. Mattilsynet, årsrapport 2012, 28 sider.

Schmeisser, E., Goessler, W., Kienzl, N. og Francesconi, K.A. (2005). Direct measurement of lipid-soluble arsenic species in biological samples with HPLC-ICPMS. *Analyst*. **130**: 948-955.

Sele, V, Amlund, H., Berntssen, M.H.G., Berntzen, J., Skov, K. og Sloth, J. (2013). Detection of arsenic-containing hydrocarbons in a range of commercial fish oils by GC-ICPMS analysis. *Anal Bioanal Chem* **405**, 5179-5190.

Sele, V, Sloth, J., Holmelid, B., Valdersnes, S., Skov, K. og Amlund, H., (2014). Arsenic-containing fatty acids and hydrocarbons in marine oils using reversed phase HPLC-ICP MS and HPLC-qTOF-MS. *Talanta* **121**, 89-96.