

Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2017

– Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer til humant konsum

Bente M. Nilsen og Monica Sanden



Prosjektrapport

Rapport: RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN
Nr. – År: 29-2018
Dato: 10.07.2018

Tittel (norsk og engelsk):
Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2017

Contaminants in fish and fish products 2017 – Dioxins and dioxin-like PCBs, non-dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants and heavy metals in marine oils for human consumption.

Forfattere:
Bente M. Nilsen og Monica Sanden

Distribusjon: Åpen

Havforskningsprosjektnr.:
15223

Oppdragsgiver(e):
Mattilsynet

Oppdragsgivers referanse:
M17120 Tiltaksnummer 43390

Program:
Trygg og sunn sjømat

Forskningsgruppe:
Fremmed- og smittestoff

Antall sider totalt:
21

Sammendrag (norsk):

Ti ulike marine oljer til human konsum, syv fiskeoljer, én blandingsolje av fiskeolje og planteolje, én selolje og én mikroalgeolje, ble analysert for dioksiner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. Prosjektet er gjennomført på oppdrag fra Mattilsynet, og alle analysene ble utført ved NIFES (nå Havforskningsinstituttet) med metoder akkreditert i henhold til NS-EN ISO 17025. Resultatene viste at det var stor variasjon i innholdet av organiske miljøgifter mellom de ulike marine oljene som ble undersøkt, men ingen av oljene hadde nivåer over gjeldende øvre grenseverdier i Norge og EU for lovlig omsetning av marine oljer. Blandingsoljen av fiskeolje og planteolje oversteg heller ikke de lavere grenseverdiene som gjelder for vegetabiliske oljer. De høyeste konsentrasjonene av organiske miljøgifter ble funnet i en kaldpresset haileverolje, en lakseolje som var oppgitt å være framstilt ved enzymatisk hydrolyse og en kaldpresset selolje, mens resten av oljene hadde betydelig lavere verdier av alle de organiske miljøgiftene. Konsentrasjonene av tungmetallene kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for de fleste oljene. Konsentrasjonen av arsen varierte mellom oljene, men i de fleste oljene var nivåene svært lave.

Summary (English):

Ten different marine oils for human consumption; seven fish oils, one mixed fish and plant oil, one seal oil and one microalgae oil, were analysed for dioxins, dioxin-like PCBs, non-dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants, and the elements arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium. The project was commissioned by the Norwegian Food safety Authority, and all analyses were performed at NIFES (now Institute of Marine Research) using methods accredited according to NS-EN ISO 17025. The results showed a large variation in the levels of organic contaminants between the different oils investigated, but none of the oils exceeded the EU maximum levels for these contaminants in marine oils. Neither did the mixed fish- and plant oil exceed the lower maximum levels for organic contaminants in vegetable oils. The highest levels of organic contaminants were found in a shark liver oil, a salmon oil and a seal oil, which were stated to be cold pressed (extra virgin) or produced by enzymatic hydrolysis. All the other oils had significantly lower levels of the organic contaminants. The concentrations of the heavy metals cadmium, mercury and lead were very low and below the limit of quantification for most of the oils. The concentration of arsenic varied between the oils, but were low in most of the oils.

Emneord (norsk):

Marine oljer, organiske miljøgifter, tungmetaller
Bente M. Nilsen

prosjektleder

Subject heading (English):

Marine oils, organic contaminants, heavy metals
Monica Sanden

faggrupeleder



Innhold

1	Innledning/Introduction	4
2	Materiale og Metoder/Materials and Methods	5
	2.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding	5
	2.2 Analyser	5
3	Resultater/Results	7
	3.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB	7
	3.2 Ikke-dioksinlignende PCB (PCB ₆) og PBDE	9
	3.3 Daglig inntak av organiske miljøgifter ved anbefalt daglig dose	10
	3.4 Metaller	11
4	Diskusjon/Discussion	13
5	Konklusjon/Conclusion	17
6	Anbefalinger	18
7	Referanser/References	19

1 Innledning/Introduction

Overvåkingsprogrammet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» gjennomføres på oppdrag fra Mattilsynet, Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, og ble startet i 2008 for å kartlegge ulike problemstillinger knyttet til norsk sjømat. Programmet er en videreføring av en kartlegging av dioksiner og PCB som startet i 2003 på bakgrunn av en anbefaling fra EU-kommisjonene for å innhente data til risikovurderinger og fastsettelse av grenseverdier.

Programmet har undersøkt ulike typer 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 m.fl., 2011), dypvannsfisk og skalldyr fra Hardangerfjorden (Måge m.fl., 2012), kongekrabbe (Julshamn m.fl., 2013) og Atlantisk kveite (Nilsen m.fl., 2016). I tillegg har programmet hvert år undersøkt innholdet av miljøgifter i kommersielle marine oljer til humant konsum (Julshamn og Frantzen, 2009 og 2010, Julshamn m.fl., 2011, Måge m.fl., 2012, Julshamn m.fl., 2013, Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016, Nilsen m.fl., 2017).

I programmet for marine oljer har hovedfokus 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 må derfor som regel renses for å redusere innholdet av disse fremmedstoffene til et lovlig nivå. Overvåkning av innholdet av organiske miljøgifter i det brede utvalget av konsumferdige marine oljer er viktig for å kontrollere at renseprosedyrene som benyttes er gode nok til å sikre at nivåene av de organiske miljøgiftene ikke overskrider EUs og Norges øvre grenseverdier for lovlig omsetning.

I perioden 2007-2016 har totalt 124 prøver av kommersielle marine oljer til humant konsum vært analysert i dette overvåkingsprogrammet. Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer, en raudåteolje og en hvalolje har vært undersøkt, og blant disse oljene har kun to havmusleveroljer og en haileverolje analysert i 2014, en havmusleverolje, en selolje og en hvalolje analysert i 2015 og en torskeleverolje og en havmusleverolje i 2016 hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Nilsen og Måge, 2015 og 2016, Nilsen m.fl. 2017). De fleste av oljene med nivåer over grenseverdiene har vært kaldpressede oljer. Oljer fra havmuslever, hailever og hval hadde ikke vært undersøkt før 2014, og de høye analyseresultatene for disse oljene førte til en anbefaling om å inkludere flere slike sjeldne oljer i dette overvåkingsprogrammet.

Denne rapporten omhandler resultater for de ti marine oljene som er kjøpt inn i 2017. Til sammen syv fiskeoljer (fra hailever, laks, ansjos, ansjos/sardin og torskelever), én blandingsolje av fiskeolje (sild/ansjos/makrell) og planteolje (kokos), én selolje og én olje fremstilt fra den marine mikroalgen *Cryptocodinium cohnii*, ble analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆), polybromerte flammehemmere (PBDE₇), arsen, kvikksølv, kadmium, bly og selen. Det er første gang en marin olje fra mikroalger analyseres i dette programmet.

2 Materiale og Metoder/Materials and Methods

2.1 Prøveinnsamling og -oppbeiding

Det ble kjøpt inn ti ulike marine oljer til humant konsum fra ulike nettbutikker og helsekostbutikker i Bergen i oktober og november 2017 av personell fra NIFES. De ti oljene var syv fiskeoljer, én blandingsolje av fiskeolje og planteolje, én selolje og én mikroalgeolje fremstilt fra den marine dinoflagellaten *Cryptocodinium cohnii* (tabell 1).

Table 1. Product names and other information about the fish-, seal and microalgae oils analysed. The oils were purchased from online shops and shops in Bergen in October/November 2017.

Product name	Manufacturer	Sample type (source)	Formulation
Extra Virgin Haiolje	MedicMarine AS	Fish oil (shark liver)	Liquid
Cardio Salmon oil	Hofseth Biocare	Fish oil (salmon)	Capsules
Vital Arctic oil	Myrevolution	Fish oil (salmon)	Liquid
Islandsk fiskeolje, Citrus	Bornholms (LYSI)	Fish oil (anchovy and sardine)	Liquid
Life Omega-3 70%	Croda International Plc	Fish oil (anchovy and sardine)	Capsules
Premium Omega-3 EPA	Norwegian PURE-3 AS	Fish oil (anchovy)	Capsules
Golden Oil	Skin Medical Gruppen AS	Fish oil (herring, anchovy, mackerel) and MCT-oil (coconut)	Liquid
Möllers Omega-3 Fisk	Möller's	Fish oil (cod liver)	Gummy fish
Eduflex Gurkemeie og DPA	Medica Nord	Seal oil	Capsules
Probioform Liposomal Omega-3	Probioform	Microalgae oil (<i>Cryptocodinium cohnii</i>)	Liquid

Fem av de marine oljene var i væskeform og ble analysert som de var. Fire av disse oljene var rene oljer, mens den siste, «Probioform Liposomal Omega-3», var en algeolje som er oppgitt å være «i en liposomal løsning av fosfatidylcholine». Fire av de marine oljene var i kapselform, og for disse ble kapslene åpnet og oljen inne i kapslene ble tatt ut og analysert. Den siste oljen, «Möllers Omega-3 Fisk» var i en formulering der oljen var inkorporert i en fast «gele-fisk». For denne oljen ble «gele-fiskene» homogenisert, og homogenatet av de fullstendige «gele-fiskene» ble analysert.

2.2 Analyser

Oljeprøvene ble analysert for følgende analytter: dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB), ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆), PCB₇, polybromerte difenyletere (PBDE₇), 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 metodetaljer vises det til årsrapport for 2012 (Julshamn m.fl., 2013).

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 (TE) 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 krever¹. To av oljene, «Möllers Omega-3 gelefisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3», inneholdt mindre enn 100 g olje/100 g produkt og for disse oljene ble konsentrasjonene regnet om til fettvekt før vurdering opp mot grenseverdiene.

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 PBDE₇" (PBDE-28, -47, -99, -100, -153, -154 og -183). Sum PBDE₇ ble beregnet med upperbound LOQ.

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

Analyte	Method	Status Accreditation	LOQ	MU (%)
Arsenic	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg oil	20 ^{c)}
Cadmium	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg oil	20 ^{c)}
Mercury	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg oil	25 ^{c)}
Lead	ICP-MS	Yes	0.03 mg/kg oil	25 ^{c)}
Selenium	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg oil	25 ^{c)}
PCDDs and PCDFs	HRGC/HRMS	Yes	0.000024-0.5 pg TEQ/g oil ^{b)}	25 ^{d)}
dl-PCBs, non-ortho PCBs	HRGC/HRMS	Yes	0.00006-0.04 pg TEQ/g oil ^{b)}	25 ^{d)}
dl-PCBs, mono-ortho PCBs	GC-MSMS	Yes ^{a)}	0.0024-0.003 pg TEQ/g oil ^{b)}	25 ^{d)}
PCB ₆	GC-MSMS	Yes	0.3 ng/g oil	30 ^{e)}
PBDE ₇	GC-MS	Yes	0.05-0.10 ng/g oil ^{l)}	25
Fat content	Gravimetry	Yes	0.1 g/100 g oil	5 ^{f)}
Fat content	Acid hydrolysis	Yes	1.0 g/100 g ww	5 ^{f)}

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

b) Depending on analyte and matrix.

c) Measurement uncertainty (MU) at concentrations above 10xLOQ. At lower concentrations, MU is higher (70% for mercury and 40% for the other elements).

d) MU at concentrations between 1 and 10 ng TEQ/kg ww. At lower concentrations MU is higher (30-35%), at higher concentration MU is lower (20%).

e) MU at concentrations between 1 and 5 µg/kg ww. At lower concentration MU is higher (45%), at higher concentrations the MU is lower (25%).

f) MU at concentrations between 5 and 100 g/100 g. At lower concentration, MU is higher (10-15%).

¹ EU, 2006; Forskrift 3. juli 2015 Nr. 870 om visse forurensende stoffer i næringsmidler

3 Resultater/Results

3.1 Dioksiner og dioksinlignende PCB

Tabell 3 viser konsentrasjonene av 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 de ti ulike produktene av marine oljer til humant konsum som ble innkjøpt over internett og i helsekostbutikker i Bergen i 2017. Åtte av produktene som ble undersøkt var rene oljer (100 g fett per 100 g produkt), mens to av produktene, «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» inneholdt henholdsvis 25,4 gram og 21,5 gram fett per 100 gram av produktet (tabell 3). Konsentrasjonene av alle oljene i tabell 3 er oppgitt på fettvektbasis for vurdering mot grenseverdiene, og for de to produktene «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» betyr dette at konsentrasjonene omregnet til fettvekt i tabell 3 er henholdsvis omtrent fire ganger og fem ganger høyere enn i de opprinnelige produktene.

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 næringsmidler til humant konsum jf. EU, 2006; *Forskrift 3. juli 2015 Nr. 870 om visse forurensende stoffer i næringsmidler*. Upperbound LOQ betyr at alle kongenerne med verdier under kvantifiseringsgrensen for metoden (LOQ) er satt lik LOQ ved beregning av summene. Veldig mange av kongenerne som inngår i summene i tabell 3 hadde verdier under LOQ i alle oljene, og verdiene i tabell 3 er derfor trolig til dels betydelig overestimert for alle oljene. Dette er særlig tydelig for de to produktene «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» som hadde svært lave verdier av dioksiner og dioksinlignende PCB i de opprinnelige produktene, med konsentrasjoner under LOQ for nesten alle PCDD-, PCDF- og dl-PCB kongenerne. For disse oljene medførte bruk av upperbound LOQ en overestimert konsentrasjon av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB som ble ytterligere forsterket ved at upperbound konsentrasjonene ble ganget opp 4-5-ganger ved omregning til fettvekt. Konsentrasjonene i tabell 3 for disse to oljene er derfor forholdsvis høye i forhold til de andre oljene på tross av at nivåene av nesten alle kongenerne som ble målt var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene.

Konsentrasjonene av sum PCDD/F var forholdsvis lave i alle de ti undersøkte oljene og varierte mellom 0,17 og 0,60 ng TE/kg fett i åtte av de ti oljene, mens nivåene i «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» etter omregning til fettvekt hadde konsentrasjoner av sum PCDD/F på henholdsvis 0,85 og 0,90 ng TE/kg fett. Alle oljene hadde konsentrasjoner godt under grenseverdien på 1,75 ng TE/kg fett som gjelder for marine oljer til humant konsum (EU, 2006; *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Blandingsoljen «Golden Oil», som ifølge innholdsdeklarasjonen består av 32% fiskeolje (sild, ansjos og makrell) og 68% vegetabilsk olje (MCT-olje fra kokos) hadde en konsentrasjon av sum PCDD/F på 0,34 ng TE/kg fett. De øvre grenseverdiene for sum PCDD/F gjelder for de to utgangsoljene som inngår i denne blandingsoljen der grenseverdien for fiskeoljen (før blanding) er 1,75 ng TE/kg fett og grenseverdien for den vegetabilske oljen (før blanding) er 0,75 ng TE/kg fett (EU, 2006; *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Omregning i henhold til blandingsforholdet mellom oljene viste at den opprinnelige fiskeoljen maksimalt kunne hatt en konsentrasjon av sum PCDD/F på 1,1 ng TE/kg fett dersom kokosoljen ikke bidro med noe PCDD/F til blandingen. Motsatt kunne den opprinnelige kokosoljen maksimalt hatt en konsentrasjon av sum PCDD/F på 0,50 ng TE/kg fett dersom fiskeoljen ikke bidro med noe PCDD/F til blandingen. Dette betyr at ingen av utgangsoljene oversteg grenseverdiene for sum PCDD/F i henholdsvis fiskeoljer og vegetabilske oljer til humant konsum.

Det var stor variasjon i konsentrasjonene av sum PCDDF+dl-PCB mellom oljene, men ingen av oljene hadde konsentrasjoner av sum PCDDF+dl-PCB over Norges øvre grenseverdi på 4,0 ng TE/kg fett (*Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*) eller EUs øvre grenseverdi på 6,0 ng TE/kg fett (EU, 2006). For blandingsoljen «Golden Oil» gjelder de øvre grenseverdiene for sum PCDD/F+dl-PCB for de to utgangsoljene som inngår i blandingen, der grenseverdien for fiskeoljen (før blanding) er 4,0/6,0 ng TE/kg fett og grenseverdien for den vegetabiliske kokosoljen (før blanding) er 1.25 ng TE/kg fett (EU, 2006; *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Ved omregning i henhold til blandingsforholdet mellom fiskeoljen (32%) og kokosoljen (68%) som inngikk i denne blandingsoljen, fant vi at den opprinnelige fiskeoljen maksimalt kunne hatt en konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB på 1.2 ng TE/kg fett mens den opprinnelige kokosoljen maksimalt kunne hatt en konsentrasjon på 0,57 ng TE/kg fett. Verdiene for utgangsoljene lå altså klart under de øvre grenseverdiene for sum PCDD/+dl-PCB i henholdsvis marine oljer og vegetabiliske oljer til humant konsum.

Den høyeste konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB ble funnet i lakseoljen «Cardio salmon Oil» med en konsentrasjon på 2,4 ng TE/kg fett, mens haioljen «Extra Virgin Haiolje» hadde en konsentrasjon på 1,1 ng TE/kg fett. Torskeleveroljen «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» hadde begge en konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB på 1,0 ng TE/kg fett etter omregning til fettvekt. De øvrige seks oljene hadde lave konsentrasjoner av sum PCDD/F+dl-PCB mellom 0,24 og 0,67 ng TE/kg fett.

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 from online shops and shops in Bergen in 2017. Concentrations were calculated as ng WHO-TEQ/kg fat, using TEF-2005 and upperbound LOQ.

Product	Fat content ^{a)}	Sum PCDD	Sum PCDF	Sum PCDD/F	Non-ortho PCB	Mono-ortho PCB	Sum dl-PCB	Sum PCDD/F +dl-PCB
	g/100 g	----- ng TEQ/kg fat -----						
Extra Virgin Haiolje	105	0.12	0.049	0.17	0.50	0.43	0.93	1.1
Cardio Salmon oil	105	0.18	0.42	0.60	1.7	0.15	1.8	2.4
Vital Arctic oil	105	0.14	0.049	0.19	0.027	0.024	0.052	0.24
Islandsk fiskeolje, Citrus	103	0.20	0.043	0.25	0.20	0.029	0.23	0.48
Life Omega-3 70%	109	0.17	0.050	0.22	0.12	0.020	0.14	0.35
Premium Omega-3 EPA	111	0.14	0.048	0.19	0.18	0.016	0.20	0.38
Golden Oil	102	0.20	0.14	0.34	0.028	0.016	0.043	0.39
Möllers Omega-3 Fisk ^{b)}	25.4	0.63	0.22	0.85	0.13	0.024	0.15	1.0
Eduflex Gurkemeie og DPA	105	0.38	0.11	0.49	0.12	0.064	0.18	0.67
Probioform Liposomal Omega-3 ^{b)}	21.5	0.67	0.23	0.90	0.12	0.025	0.15	1.0
Max. level for marine oils, EU				1.75				6.0
Max. level for marine oils, Norway				1.75				4.0
Max. level for vegetable oils, EU and Norway				0.75				1.25

a) Due to measurement uncertainty, some oils show values for fat content above 100 g/100 g product

b) Concentrations of almost all dioxin, furan and PCB congeners in these oils were below LOQ. Use of upperbound LOQ and multiplication of the upperbound values to obtain concentrations based on fat weight has most likely led to a significant overestimation of the concentrations of these two oils.

3.2 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 har 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. Verken EU eller Norge har foreløpig satt grenseverdier for PBDE i oljer til humant konsum. Konsentrasjonene av alle oljene i tabell 4 er oppgitt på fettvektsbasis for vurdering mot grenseverdien for PCB₆. For de to produktene «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» betyr dette at konsentrasjonene på fettvektsbasis i tabell 4 er henholdsvis omtrent fire ganger og fem ganger høyere enn i de opprinnelige produktene.

Konsentrasjonene av alle summer i tabell 4 er beregnet med upperbound LOQ. Siden tre av oljene, «Life Omega-3 70%», «Möllers Omega-3 gelefisk» og «Probioform Liposomal Omega-3», hadde svært lave nivåer under kvantifiseringsgrensen for *alle* PCB-kongenerne som inngår i sum PCB₆ og sum PCB₇ er konsentrasjonene for sum PCB₆ og PCB₇ i disse tre oljene trolig betydelig overestimert.

Det var stor variasjon i konsentrasjonen av PCB₆ (1,2 til 130 µg/kg fett) og PCB₇ og noe mindre variasjon i konsentrasjonen av PBDE₇ (0,17 til 7,4 µg/kg fett) mellom oljene. Den høyeste konsentrasjonen av PCB₆ og PCB₇ ble funnet i «Extra Virgin Haiolje», men konsentrasjonen av PCB₆ på 130 µg/kg fett i denne oljen oversteg ikke EUs og Norges grenseverdi for marine oljer på 200 µg/kg fett. Lakseoljen «Cardio Salmon Oil» og den kaldpressede seloljen «Eduflex Gurkemeie og EPA» hadde konsentrasjoner av sum PCB₆ på 23 µg/kg fett, mens alle de øvrige oljene hadde konsentrasjoner av sum PCB₆, under 8 µg/kg fett. Blandingsoljen «Golden Oil», som er en blanding av en fiskeolje og en vegetabilsk olje, ble vurdert både mot grenseverdien på 200 µg/kg fett for marine oljer og mot grenseverdien for vegetabiliske oljer på 40 µg/kg fett (EU, 2006; *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Grenseverdiene gjelder for utgangsoljene som inngår i blandingen, og ved omregning i henhold til blandingsforholdet (32% fiskeolje og 68% kokosolje) fant vi at den opprinnelige fiskeoljen (før blanding) maksimalt kunne hatt en konsentrasjon av sum PCB₆ på 7,8 µg/kg fett mens den opprinnelige kokosoljen (før blanding) maksimalt kunne hatt en konsentrasjon på 3,7 µg/kg fett. Verdiene for utgangsoljene som inngår i blandingsoljen «Golden Oil» lå altså langt under de øvre grenseverdiene for sum PCB₆ i henholdsvis marine oljer og vegetabiliske oljer til humant konsum.

Også for PBDE ble den høyeste konsentrasjonen funnet i «Extra Virgin Haiolje», som hadde et nivå på 7,4 µg/kg fett, mens «Cardio Salmon Oil» og den kaldpressede seloljen «Eduflex Gurkemeie og EPA» hadde verdier på henholdsvis 2,9 og 4,6 µg/kg fett. Alle de øvrige oljene hadde lavere konsentrasjoner mellom 0,17 og 1,8 µg/kg fett.

Kongenerprofilen varierte mellom de ulike oljene. For de aller fleste oljene var det PCB-153 og PCB-138 som var de dominerende kongenerne i sum PCB₆, og PCB-180 og/eller PCB-101 som bidro mest i tillegg til disse. Blandingsoljen «Golden Oil» var den eneste som skilte seg ut med en annen kongenerprofil, der PCB-28 dominerte over alle de andre kongenerne i sum PCB₆. Tre av oljene, «Life Omega-3 70%», «Möllers Omega-3 Fisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3», hadde konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen for alle PCB₆-kongenerne. Kongenerprofilen kunne derfor ikke bestemmes for disse.

I sum PBDE₇ var PBDE-47 den dominerende kongeneren for de fleste oljene. Bare blandingsoljen «Golden Oil», «Möllers Omega-3 gelefisk» og algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» skilte seg noe fra dette mønsteret ved at flere andre PBDE-kongener (PBDE-99, PBDE-100, PBDE-154 og PBDE-119 eller PBDE-153) bidro med nesten like mye som PBDE-47 til sum PBDE₇.

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 from online shops and shops in Bergen in 2017. Sums PCB₆, PCB₇ and PBDE₇ were calculated based on fat weight and using upperbound LOQ.

Product	PCB ₆	PCB ₇	PBDE ₇
	----- µg/kg fat -----		
Extra Virgin Haiolje	130	140	7.4
Cardio Salmon oil	23	26	2.9
Vital Arctic oil	3.9	4.1	1.8
Islandsk fiskeolje, Citrus	7.9	8.2	0.61
Life Omega-3 70%	1.2	1.3	0.55
Premium Omega-3 EPA	1.6	1.7	0.41
Golden Oil	2.5	2.6	0.34
Möllers Omega-3 Fisk	1.2	1.3	0.17
Eduflex Gurkemeie og DPA	23	24	4.6
Probioform Liposomal Omega-3	1.2	1.3	0.18
Maximum level for marine oils in EU and Norway	200	-	-
Maximum level for vegetable oils in EU and Norway	40	-	-

3.3 Daglig inntak av organiske miljøgifter ved anbefalt daglig dose

Anbefalt daglig dose oppgitt av produsentene for de ulike marine oljene varierte mye, fra 1-2 kapsler (som tilsvarer 1-2 g olje) for «Life Omega-3 70%» til 15 ml (som tilsvarer 14 g olje) for «Extra Virgin Haiolje» (tabell 5). Tabell 5 viser beregnet daglig inntak av sum PCDD/F+dl-PCB, sum PCB₆ og sum PBDE₇ ved inntak av anbefalt dagsdose for hver av de marine oljene. For de marine oljene som var formulert som kapsler eller gele-fisk, var antall gram fett per dagsdose oppgitt av produsentene, og for de fem oljene som var i væskeform, ble volumet som var oppgitt som anbefalt daglig dose veid for å bestemme gram fett per dagsdose. For «Probioform Liposomal Omega-3» som inneholdt 21,5 g fett/100 g olje (tabell 3), ble gram olje omregnet til gram fett ved å multiplisere med 0,215.

Resultatene viste at daglig inntak av organiske miljøgifter ved anbefalt dagsdose varierte svært mye mellom oljene. Det høyeste inntaket av organiske miljøgifter per anbefalt dagsdose fant vi for haioljen «Extra Virgin Haiolje» der en dagsdose vil gi et daglig inntak på 15 pg TE av PCDD/F-dl-PCB, 1760 ng PCB₆ og 102 ng PBDE₇. Grensen for tolerabelt ukentlig inntak (TWI) for sum PCDD/F+dl-PCB er satt til 14 pg TE/kg kroppsvekt per uke (SCF, 2001), eller 980 pg TE per uke for en person på 70 kg. Siden anbefalt dagsdose av «Extra Virgin Hailolje» inneholder 15 pg TE PCDD/F-dl-PCB, vil inntaket av PCDD/F+dl-PCB per uke bli 105 pg TE som utgjør ca. 11% av TWI for en person på 70 kg. Det er foreløpig ikke fastsatt TWI-verdier for PCB₆ eller PBDE₇.

Inntaket av organiske miljøgifter fra anbefalt dagsdose av «Extra Virgin Haiolje» var betydelig høyere enn inntaket per dagsdose for alle de andre oljene som ble undersøkt. De resterende oljene kunne deles inn i to grupper, der de to lakseoljene «Cardio Salmon Oil» og «Vital Arctic oil», ansjos/sardin-oljen «Islandsk fiskeolje Citrus» og seloljen «Eduflex Gurkemeie og DPA» ga daglige inntak på 1,3-4,8 pg TE av PCDD/F-dl-PCB, 36-94 ng PCB₆ og 5,8-18 ng PBDE₇, og de fem siste oljene (tabell 5) ga lavere daglige inntak på 0,36-1,8 pg TE av PCDD/F-dl-PCB, 1,3-12 ng PCB₆ og 0,55-1,6 ng PBDE₇. Oljene som ga det aller laveste daglige inntaket av organiske miljøgifter var ansjos/sardin-oljen «Life Omega-3 70%» og «Möllers Omega-3 Fisk», og det daglige inntaket av PCDD/F+dl-PCB ved høyeste anbefalte dagsdose av disse produktene utgjorde ca 0,5% av TWI PCDD/F+dl-PCB for en person på 70 kg.

Table 5. Daily intake of sum PCDD/F+dl-PCB, sum PCB₆ and sum PBDE₇ at recommended daily dose of ten different marine oils for human consumption purchased from online shops and shops in Bergen in 2017.

Product	Daily dose ^{a)}	Gram fat per daily dose ^{b)}	Amount of PCDD/F+dl-PCB per daily dose (pg TEQ)	Amount of PCB ₆ per daily dose (ng)	Amount of PBDE ₇ per daily dose (ng)
Extra Virgin Haiolje	1 tablespoon = 15 ml	14	15	1760	102
Cardio Salmon Oil	2 capsules	2.0	4.8	45	5.8
Vital Arctic oil	10 ml	9.2	2.2	36	16
Islandsk fiskeolje, Citrus	10 ml	9.4	4.5	74	5.8
Life Omega-3 70%	1-2 capsules	1.0-2.0	0.36-0.71	1.3-2.5	0.55-1.1
Premium Omega-3 EPA	2-4 capsules	2.0-4.0	0.77-1.5	3.3-6.6	0.8-1.6
Golden Oil	5 ml	4.6	1.8	12	1.6
Möllers Omega-3 Fisk	2 gummy fish	0.6	0.60	0.71	0.10
Eduflex Gurkemeie og DPA	2-4 capsules	2.0-4.0	1.3-2.7	47-94	9.1-18
Probioform Liposomal Omega-3 ^{c)}	6 ml	1.3 ^{c)}	1.4	1.6	0.24

a) As recommended by the manufacturers of each marine oil product.

b) Gram fat per daily dose for oils formulated as capsules or gummy fish were used as declared by the manufacturer on the product. For the marine oils in liquid formulations, the daily dose volume was weighed to determine gram fat per daily dose.

c) Gram fat per daily dose for "Probioform Liposomal Omega-3" was determined by weighing 6 ml of the oil (=6.0 g), and then calculating the amount of fat by using the fat content of 21.5 g/100 g as determined in this study (table 3.)

3.4 Metaller

Konsentrasjonen av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen er gitt i tabell 6, sammen med grenseverdiene for kadmium, kvikksølv og bly i kosttilskudd som er gjeldende både i EU og i Norge (EU, 2006a; FOR-2015-07-03-870 *Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler*). Siden disse grenseverdiene gjelder for kosttilskudd slik det selges, er konsentrasjonene i tabell 6 ikke omregnet til fettvekt.

Konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene i alle eller nesten alle oljene. Én olje, «Extra Virgin haiolje» hadde målbar kvikksølvkonsentrasjon, men konsentrasjonen var svært lav (0,007 mg/kg olje) og mye lavere enn den øvre grenseverdien på 0,10 mg/kg olje som gjelder for kosttilskudd både i EU og Norge.

Table 6. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, lead and selenium in oil samples for human consumption purchased from online shops and shops in Bergen in 2017.

Product	Arsenic	Cadmium	Mercury	Lead	Selenium
	----- mg/kg wet weight -----				
Extra Virgin Haiolje	0.32	< 0.005	0.007	< 0.02	0.025
Cardio Salmon oil	0.75	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.01
Vital Arctic oil	< 0.008	< 0.004	< 0.004	< 0.02	< 0.008
Islandsk fiskeolje, Citrus	< 0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.038
Life Omega-3 70%	< 0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.014
Premium Omega-3 EPA	0.025	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.009
Golden Oil	< 0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.01
Möllers Omega-3 Fisk	< 0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.02	< 0.01
Eduflex Gurkemeie og DPA	< 0.009	< 0.004	< 0.004	< 0.02	< 0.009
Probioform Liposomal Omega-3	< 0.009	< 0.005	< 0.005	< 0.02	0.013
Maximum level in EU and Norway	-	1.0	0.10	3.0	-

Konsentrasjonen av arsen varierte mellom <0,008 og 0,75 mg/kg våtvekt. Det er ikke fastsatt noen grenseverdi for arsen i oljer til human konsum. De høyeste konsentrasjonene av arsen ble funnet i «Cardio Salmon Oil» og «Extra Virgin Haiolje» som inneholdt henholdsvis 0,75 og 0,32 mg/kg våtvekt. De øvrige oljene hadde svært lave konsentrasjoner av arsen som lå under eller like over kvantifiseringsgrensen på 0,01 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonen av selen var svært lav i alle oljene og varierte mellom <0,008 og 0,038 mg/kg våtvekt.

4 Diskusjon/Discussion

Det var stor variasjon i innholdet av de organiske miljøgiftene dioksiner, dioksinlignende PCB og ikke-dioksinlignende PCB i de ti marine oljene til humant konsum som ble analysert i denne undersøkelsen. Konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra 0,24 ng TE/kg fett til 2,4 ng TE/kg fett, og ingen av oljene hadde konsentrasjoner over Norges eller EUs grenseverdier på henholdsvis 4,0 og 6,0 ng TE/kg fett. Konsentrasjonene av sum PCB₆ varierte fra 1,2 til 130 µg/kg fett, og ingen av oljene hadde konsentrasjoner over den øvre grenseverdien på 200 µg/kg fett som gjelder for marine oljer til humant konsum i Norge og EU. Også innholdet av PBDE₇ varierte mye mellom oljene, fra 0,17 til 7,4 µg/kg fett.

Den store variasjonen i innholdet av organiske miljøgifter reflekterer trolig både hvilket råstoff som er benyttet til oljene (ulike typer fisk/fiskelever, sel og den marine mikroalgen *Cryptocodinium cohnii*), hvilket område råstoffene er hentet fra og graden av rensing av oljene. Marine oljer framstilt fra marine mikroalger har aldri tidligere vært analysert i dette overvåkningsprogrammet, men blant de totalt 124 prøvene av kommersielle marine oljer til humant konsum som har vært undersøkt, har det vært oljer framstilt fra en rekke ulike råstoffer. Både fiskeoljer, seloljer, krilloljer, én raudåteolje og én hvalolje har vært undersøkt, og blant disse oljene er det bare to havmusleveroljer og én haileverolje analysert i 2014, én havmusleverolje og én hvalolje fra 2015 samt én torskeleverolje og én havmusleverolje fra 2016 som har hatt overskridelser av grenseverdiene for organiske miljøgifter (Julshamn og Frantzen, 2008, 2009 og 2010; Julshamn m.fl., 2011; Måge m.fl., 2012; Julshamn m.fl., 2013; Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016; Nilsen m.fl., 2017).

Ulike metoder har vært benyttet for rensing av oljene som har vært undersøkt i dette programmet, og et fellestrekk for de fleste av oljene som har oversteget grenseverdiene de siste årene er at de har vært kaldpressede oljer, gjerne merket «Extra virgin» eller «Handcrafted». Selv om ikke alle oljene merket kaldpresset og/eller «Extra virgin» har oversteget grenseverdiene, har de som oftest hatt høyere verdier av organiske miljøgifter i forhold til andre analyserte oljer, og det er derfor tydelig at metoden(e) som benyttes ved fremstilling av disse oljene ofte ikke er tilstrekkelig for å sikre et lavt nivå av organiske miljøgifter i oljen. Selv om en mer forsiktig ekstrahering og rensing av marine oljer kan være en fordel for å bevare innholdet av fettløselige positive næringsstoffer som for eksempel vitamin E i oljene, må rensingen likevel være tilstrekkelig for å sikre at innholdet av miljøgifter ikke overskrider grenseverdiene for lovlig omsetning.

Ingen av oljene som ble innkjøpt i 2017 hadde nivåer av organiske miljøgifter over grenseverdiene, men også i denne undersøkelsen ble det funnet at kaldpressede oljer hadde høyere nivåer av særlig sum PCB₆ enn de andre oljene som ble undersøkt.

Det høyeste nivået av sum PCB₆ i denne undersøkelsen ble funnet i den kaldpressede haileveroljen «Extra Virgin Haiolje» som hadde en konsentrasjon av sum PCB₆ på 130 µg/kg fett. Nivået av sum PCDD/F+dl-PCB var også høyere i denne oljen enn i de fleste andre oljene, og ved bruk av anbefalt daglig dose av dette produktet vil inntaket av PCDD/F+dl-PCB utgjøre ca 11% av tolerabelt ukentlig inntak (TWI), et betydelig høyere inntak enn for alle de øvrige oljene som ble undersøkt. Tidligere analyser av tre ulike haileveroljer som ble analysert i dette programmet i 2014, 2015 og 2016, har vist svært ulike nivåer av organiske miljøgifter i haileveroljer. En kaldpresset haileverolje som ble analysert både i 2014 og 2016, hadde svært høye konsentrasjoner av både sum PCDD/F+dl-PCB (25 ng TE/kg fett) og sum PCB₆ (3500 µg/kg fett), langt over grenseverdiene for disse stoffene da den ble analysert i 2014. Nivåene var mye lavere da den samme oljen ble analysert på nytt i 2016, men konsentrasjonen av sum PCB₆ var likevel fremdeles høy (220 µg/kg fett), og høyere enn nivået i den kaldpressede haileveroljen «Extra Virgin Haiolje» som ble analysert i 2017. På den annen side hadde to andre haileveroljer analysert i 2015 og 2016, som *ikke* var oppgitt å være kaldpresset, mye lavere nivåer av

alle de organiske miljøgiftene (Nilsen og Måge, 2015 og 2016; Nilsen m.fl. 2017). Forskjellen i fremmedstoffnivåer mellom ulike haileveroljer skyldes trolig forskjeller i rensemotodene som er benyttet, og resultatene tyder på at de kaldpressede haileveroljene kan ha mye høyere nivåer av organiske miljøgifter enn haileveroljer framstilt på andre måter.

Også den kaldpressede seloljen «Eduflex Gurkemeie og EPA», hadde et nivå av sum PCB₆ som var noe høyere enn de fleste andre oljene som ble analysert i 2017, men nivået av både sum PCB₆ (25 µg/kg fett) og sum PCDD/F+dl-PCB (0,67 ng TE/kg fett) i denne oljen var likevel svært mye lavere enn grenseverdiene for disse stoffene, og rensemotoden har derfor vært tilstrekkelig for å sikre et lavt nivå av organiske miljøgifter i denne oljen. Ved høyeste anbefalte dagsdose av dette produktet, vil det daglige inntaket av PCDD/F+dl-PCB være lavt og utgjøre rundt 2% av TWI for en person på 70 kg. Nivåene av organiske miljøgifter i denne seloljen var mye lavere enn nivåene i den eneste andre kaldpressede seloljen som tidligere har vært analysert i dette programmet, en olje analysert i 2015 som hadde nivåer av sum PCB₆ og sum PCDD/F+dl-PCB på henholdsvis 225 µg/kg fett og 4,6 ng TE/kg fett (Nilsen og Måge, 2016).

To ulike lakseoljer ble analysert i dette arbeidet, og i likhet med resultatet for de kaldpressede lakseoljene som ble analysert i 2014, 2015 og 2016 (Nilsen og Måge, 2015 og 2016, Nilsen m.fl. 2017), hadde «Cardio Salmon Oil», som er framstilt ved enzymatisk hydrolyse og separasjon ved lave temperaturer, et forholdsvis høyt innhold av både sum PCDD/F (0,60 ng TE/kg fett) og sum PCDD/F+dl-PCB (2,4 ng TE/kg fett). Også sum PCB₆ (25 µg/kg fett) var noe høyere enn nivåene i de fleste andre oljene som ble analysert i 2017 og lå på samme nivå som nivåene i de kaldpressede lakseoljene analysert tidligere. Alle disse konsentrasjonene var imidlertid godt under gjeldende grenseverdier for alle disse forbindelsene. Den andre lakseoljen som ble analysert i denne undersøkelsen, «Vital Arctic oil», hadde svært lave verdier av alle de organiske miljøgiftene, og nivåene i denne oljene var lavere enn i alle lakseoljer som har vært analysert i dette programmet de siste årene. Det er ikke opplyst hvilken rensemotode som er benyttet for denne lakseoljen, men resultatene tyder på at rensingen har vært svært effektiv for å sikre et lavt innhold av organiske miljøgifter i denne oljen. Forskjellen mellom de to laksoljene «Cardio Salmon Oil» og «Vital Arctic oil» var mindre når vi beregnet daglig inntak av sum PCDD/F+ dl-PCB fra de to oljene. Ved anbefalt dagsdose for disse to produktene vil inntaket av PCDD/F+dl-PCB utgjøre ca 3% av TWI for «Cardio Salmon Oil» og ca 2 % av TWI for «Vital Arctic oil» for en person på 70 kg.

Alle de tre oljene framstilt fra ansjos, «Premium Omega-3 EPA», eller ansjos/sardin, «Islandsk fiskolje, Citrus» og «Life Omega-3 70%», hadde svært lave nivåer av organiske miljøgifter i likhet med andre ansjos/sardin-oljer som har vært analysert tidligere (Nilsen og Måge, 2014; Nilsen m.fl., 2017). Når vi så på inntaket av sum PCDD/F+dl-PCB ved anbefalt dagsdose fant vi imidlertid at det daglige inntaket av de organiske miljøgiftene var høyere for «Islandsk fiskolje, Citrus» enn for de to andre ansjos/sardin-oljene. Det daglige inntaket for «Islandsk fiskolje, Citrus» lå omtrent på samme nivå som lakseoljen «Cardio Salmon Oil» mens de to «Premium Omega-3 EPA» og «Life Omega-3 70%» ville gitt et mye lavere bidrag av PCDD/F+dl-PCB på under 1% av TWI for en person på 70 kg. Lave nivåer i ansjos/sardin-oljer skyldes trolig at nivåene av organiske miljøgifter i ansjos og sardin er lavere enn i mange andre arter som benyttes til fremstilling av marine oljer. Informasjon oppgitt om rensemotodene tyder dessuten på at ansjos/sardin-oljene analysert i 2017 er framstilt ved andre metoder enn kaldpressing. Også blandingsoljen «Golden Oil» framstilt fra ansjos, sild, makrell og kokos, hadde svært lave nivåer av organiske miljøgifter på tross av at denne oljen er oppgitt å være kaldpresset. Daglig inntak av PCDD/F+dl-PCB ved anbefalt dagsdose ville utgjort mindre enn 1,5% av TWI for en person på 70 kg. De lave nivåene kan skyldes både forholdsvis lave nivåer av organiske miljøgifter i fiskeartene som er benyttet, men også at oljen er blandet med en vegetabilsk olje fra kokos som trolig har lave nivåer av organiske miljøgifter.

Blant de marine oljene analysert i 2017 var det også en marin olje framstilt fra mikroalgen *Cryptocodinium cohnii*. Algeoljer har aldri tidligere vært analysert i dette programmet, og resultatene

viste at algeoljen «Probioform Liposomal Omega-3» hadde lave nivåer av alle de organiske miljøgiftene som ble analysert, godt under grenseverdiene for PCDD/F, PCDD/F+dl-PCB og PCB₆. De beregnede nivåene av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB etter omregning til fettvekt var forholdsvis høye i forhold til de fleste andre oljene som ble undersøkt, men verdiene for denne oljen kan være betydelig overestimert på grunn av bruk av upperbound summer og multiplisering av upperbound verdiene med en faktor på nesten fem ved omregning til fettvekt. Konsentrasjonen av alle PCDD, PCDF og PCB-kongenerer i den opprinnelige oljen var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensen for alle kongenerne (unntatt PCB-77 som også var tilstede i en svært lav konsentrasjon). Inntaket av sum PCDD/F+dl-PCB ved anbefalt dagsdose av dette produktet var også lavt og ville utgjort ca 1% av TWI for en person på 70 kg.

Torskeleveroljen «Möllers Omega-3 Fisk» var i en formulering som ikke tidligere har vært analysert i dette programmet der oljen var inkorporert i en fast «gele-fisk». Også for denne oljen var konsentrasjonen av alle PCDD, PCDF og PCB-kongenerer i det opprinnelige produktet svært lave og under kvantifiseringsgrensene for alle kongenerne unntatt PCB-77. De beregnede nivåene av sum PCDD/F og sum PCDD/F+dl-PCB etter omregning til fettvekt var likevel forholdsvis høye i forhold til de fleste andre oljene, men også for denne oljen kan dette skyldes en betydelig overestimert på grunn av mangedobling av upperbound verdier ved omregning til fettvekt. Alle verdier for organiske miljøgifter i denne oljen lå godt under grenseverdiene, i likhet med de fleste torskeleveroljer som har vært analysert tidligere i dette programmet, og inntaket av sum PCDD/F+dl-PCB ved anbefalt dagsdose utgjorde mindre en 0,5% av TWI for en person på 70 kg eller 1,2% av TWI for et barn på 25 kg.

Resultatene for metaller viste som tidligere at konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly var svært lave og lå under kvantifiseringsgrensene for de fleste oljene. Haileveroljen «Extra Virgin Haiolje» var den eneste oljen som hadde kvikksølvkonsentrasjon over kvantifiseringsgrensen, men verdien var svært lav (0,007 mg/kg våtvekt) og langt under grenseverdien på 0,1 mg/kg våtvekt. Også fire havmusleveroljer analysert i 2014, 2015 og 2016 hadde målbare, men svært lave konsentrasjoner av kvikksølv mellom 0,006 og 0,016 mg/kg olje (Nilsen og Måge, 2015 og 2016; Nilsen m.fl., 2017). Konsentrasjonen av bly lå under kvantifiseringsgrensen på 0,02 mg/kg olje for alle oljene, i likhet med resultatene for nesten alle de marine oljene som tidligere har vært undersøkt i dette programmet. Bare en hvalolje analysert i 2015 hadde et høyt innhold av bly på 0,57 mg/kg olje (Julshamn og Frantzen, 2008, 2009 og 2010; Julshamn m.fl., 2011; Måge m.fl., 2012; Julshamn m.fl., 2013; Nilsen og Måge, 2014, 2015 og 2016).

Det var stor variasjon i nivået av arsen i oljene som ble undersøkt. De høyeste nivåene ble funnet i lakseoljen «Cardio Salmon oil» og haileveroljen «Extra Virgin Haiolje» med henholdsvis 0,75 og 0,32 mg/kg våtvekt, som lå innenfor det området som er vanlig å finne i ulike urensede fiskeoljer (0,2-19 mg/kg olje; Sele m.fl., 2012). Konsentrasjonene i lakseoljen «Cardio Salmon oil» stemte godt overens med resultater fra fire kaldpressede lakseoljer analysert i 2014, 2015 og 2016 (0,70-1,2 mg/kg olje, Nilsen og Måge, 2015 og 2016; Nilsen m.fl., 2017). Ansjosoljen «Premium Omega-3 EPA» hadde en svært lav konsentrasjon på 0,025 mg/kg våtvekt og alle de øvrige oljene hadde svært lave konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen for (<0,01 mg/kg våtvekt).

Det er sannsynlig at den store variasjonen i arsennivåer har sammenheng med hvilke rensemetoder som er benyttet ved framstilling av disse oljene, og de høyeste arsenkonsentrasjonene ble funnet i to av oljene som er oppgitt å være kaldpresset eller fremstilt ved enzymatisk hydrolyse, dvs «Extra Virgin Haiolje» og «Cardio Salmon oil». Den kaldpressede seloljen «Eduflex Gurkemeie og DPA» hadde imidlertid en svært lav arsenkonsentrasjon under kvantifiseringsgrensen. Arsen i marine oljer foreligger primært som arsenolipider (Schmeisser m.fl.; 2005, Sele m.fl., 2012). Det er tidligere vist at rensede fiskeoljer inneholder mye lavere nivåer av arsen enn urensede fiskeoljer, noe som trolig skyldes at de rensesprosedyrene som benyttes for å anrike omega-3 fettsyrene og redusere innholdet av organiske miljøgifter i oljene også bidrar til å redusere innholdet av arsenolipider (Schmeisser m.fl., 2005; Sele m.fl., 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, men det var i denne undersøkelsen tydelig at oljene med lavest arsenkonsentrasjon for det meste var de samme oljene som hadde lavest konsentrasjon av dioksiner og dioksinlignende PCB og sum PCB₆. Det er ikke kjent om arsenolipider foreligger i samme form(er) i de ulike marine oljene som er analysert i denne undersøkelsen.

5 Konklusjon/Conclusion

Det var store forskjeller i nivået av miljøgifter i de ulike marine oljene som ble undersøkt, men ingen av oljene hadde nivåer over grenseverdiene for organiske miljøgifter i marine oljer til humant konsum. En blandet fisk- og planteolje som ble undersøkt oversteg heller ikke de lavere grenseverdiene som gjelder for vegetabiliske oljer. Som tidligere år, ble det også i årets undersøkelse funnet en tydelig forskjell i nivåene av miljøgifter mellom to kaldpressede oljer og de øvrige oljene, med høyere nivåer i de kaldpressede oljene. Også en lakseolje fremstilt ved enzymatisk hydrolyse og skånsom separasjon ved lave temperaturer, hadde høyere nivåer av organiske miljøgifter i forhold til de andre oljene. De øvrige oljene som ble analysert hadde, i likhet med de fleste oljer som tidligere er analysert i dette overvåkningsprogrammet, lave konsentrasjoner av miljøgifter, med nivåer til dels langt under grenseverdiene som gjelder for marine oljer og kosttilskudd til humant konsum i EU og Norge.

6 Anbefalinger

Ut fra funnene i undersøkelsene som er gjennomført de fire siste årene, bør prøvetaking av sjeldne oljer og kaldpressede oljer fremdeles inkluderes i dette programmet for å undersøke om det finnes flere slike oljer med høye nivåer av organiske miljøgifter.

7 Referanser/References

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/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20160401&from=EN>

FOR-2015-07-03-870: Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, § 3 Gjennomføring av forordning (EF) nr. 1881/2006. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-07-03-870>

Julshamn, K., Øygard, J. og Måge, A. (2008) Rapport 2007 for kartleggingsprosjektene: Dioksiner, dioksinlignende PCB og andre PCBer i fiskevarer og konsumferdige fiskeoljer, bromerte flammehemmere og andre nye miljøgifter i sjømat og tungmetaller i sjømat. NIFES-rapport, 31 sider.

Julshamn, K. og Frantzen, S. (2009) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2008 - En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. NIFES-rapport, 26 sider.

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

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

Julshamn, 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. NIFES-rapport, 28 sider.

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

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2014) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2013: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport, 16 sider.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2015) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2014: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport (ISBN: 978-82-91065-28-1), 18 sider.

Nilsen, B.M. og Måge, A. (2016) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2015: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport (ISBN: 978-82-91065-42-7), 21 sider.

Nilsen, B.M., Kjell Nedreaas og Måge, A. (2016). Kartlegging av fremmedstoffer i Atlantisk kveite (*Hippoglossus hippoglossus*). Sluttrapport for programmet «Miljøgifter i fisk og fiskevarer» 2013-2015. NIFES-rapport (ISBN: 978-82-91065-43-4), 81 sider.

Nilsen, B.M., Sanden, M. og Måge, A. (2017) Miljøgifter i fisk og fiskevarer 2016: Dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i marine oljer. NIFES-rapport (ISBN: 978-82-91065-50-2), 21 sider.

SCF (2001). Opinion of the Scientific Committee on Food 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).

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.

Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tlf.: +47 55 23 85 00
E-post: post@hi.no

www.hi.no

