



Årsrapport 2010

Miljøgifter og mikroorganismer i fisk og fiskevarer

- en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ polybromerte flammehemmere (PBDE), perfluorerte alkylstoffer (PFAS), tungmetaller og *Salmonella* i oljer til humant konsum, brisling og brislingprodukterfersk

Kåre Julshamn, Sylvia Frantzen, Stig Valdersnes og Bjørn Tore Lunestad

Oktober 2011

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

Forord

Denne rapporten beskriver resultater av analyser av bakterier i slekten *Salmonella*, dioksiner og dioksinlignende PCB (dl-PCB), PCB₇, polybromerte flammehemmere (PBDE), metallene arsen, kadmium, kvikksølv, bly, og perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i 14 fiskeoljer, to seloljer, en krillolje, i tillegg til hermetisert brisling (brisling på boks), brisling fra fjorder i Sør Norge samt havbrisling fra Nordsjøen.

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, Stig Valdersnes, Sylvia Frantzen og Bjørn Tore Lunestad. Teknisk ansvarlig for prosjektet har vært Elin Kronstad. En rekke båter har vært involvert i prøvetakingen av brisling, koordinert av Havforskningsinstituttet ved Kjell Nedreaas. Elin Kronstad har stått for innkjøp av de konsumferdige fiskeoljeprøvene og brisling på boks, og har også vært ansvarlig for prøveregistrering, prøvesplitting og prøveflyt til de forskjellige laboratoriene. I tillegg har prøvemottak ved Anne Margrethe Aase, Manfred Torsvik og Vidar Fauskanger stått for homogenisering og frysetørking av brislingprøvene.

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 og Pablo Cortez har vært ansvarlig for bestemmelsene av polybromerte difenyletere (PBDE). Kari Breistein Sæle, Kjersti Pisani, Pablo Cortez og Elilta Hagos har vært ansvarlig for prøveopparbeidelse for analyse for de organiske miljøgiftene. Jorunn Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Berit Solli, Edel Erdal og Laila Sedal har vært ansvarlig for metallbestemmelsene og Georg Smidt Olsen, Kari Pettersen og Elilta Hagos sto for bestemmelsene av fett. Joar Fjørtoft Breivik og Torill Berg har vært ansvarlig for bestemmelsene av PFAS. Mikrobiologiske analyser er utført av Tone Galluzzi og Leikny Fjeldstad.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

Oktober 2011

Innhold

Forord	2
Oppsummering	5
Summary	6
Innledning	7
Om <i>Salmonella</i>	7
Om perfluorerte alkylstoffer (PFAS)	8
Om brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	8
Formål med prosjektet	10
Eksperimentelt	11
Prøveinnsamling og -opparbeiding	11
Oljer til humant konsum.....	11
Brisling på boks.....	11
Fersk brisling.....	12
Analyser	13
Bestemmelse av <i>Salmonella</i> (NIFES metode nr. 291)	13
Bestemmelse av PBDE, PCB og PCDD, PCDF, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)	14
Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)	15
Bestemmelse av PFAS (NIFES metode nr. 349)	16
Resultater og kommentarer	16
Oljer til humant konsum	16
<i>Salmonella</i> i oljer.....	16
Dioksiner og dioksinlignende PCB i oljer.....	16
PCB ₇ og PBDE ₇	18
Metaller i oljer.....	18
Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i oljer	19
Brisling på boks	20
<i>Salmonella</i> i brisling på boks.....	20
Dioksiner og dioksinlignende PCB i brisling på boks	20
PCB ₇ og PBDE ₇ i brisling på boks	21
Metaller i brisling på boks	22
Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i brisling på boks	23
Fersk brisling	25
<i>Salmonella</i> i fersk brisling.....	25

Dioksiner og dioksinlignende PCB i fersk brisling	25
PCB ₇ og PBDE ₇ i fersk brisling	26
Metaller i fersk brisling	27
Perfluoreerte alkylstoffer (PFAS) i fersk brisling	29
Konklusjoner	30
Referanser	30

Oppsummering

I dette prosjektet ble 14 prøver av fiskeoljer, to prøver av selolje og en prøve av krillolje, kjøpt inn fra forskjellige butikker i Bergensområdet og analysert for *Salmonella*, dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og non-orto- og mono-orto PCB (dioksinlignende PCB, dl-PCB), ikke-dioksinlignende PCB (PCB₇), polybromerte flammehemmere (PBDE), metaller (arsen, kadmium, kvikksølv og bly), 18 forbindelser av perfluorerte alkylstoffer (PFAS) og fett. Videre ble 15 prøver av brisling på boks kjøpt fra diverse forretninger i Bergensområdet, og totalt 35 prøver av fersk brisling ble prøvetatt fra fangster tatt i ulike områder. Prøvene av fersk brisling var fjordbrisling fra Trondheimsfjorden, Sognefjorden, Hardangerfjorden, Høgsfjorden i Ryfylke og Oslofjorden, samt havbrisling fra Nordsjøen. Analysene av fersk brisling baserte seg på samleprøver av 25 fisk. Prøvene av brisling ble analysert for de samme forbindelsene som for oljer.

Alle bestemmelsene ble utført ved NIFES med metoder som er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025.

Konsentrasjonene av sum PCDD, PCDF og dl-PCB (sum PCDD/F + dl-PCB) i de analyserte oljene varierte fra 0,30 til 2,7 ng TE/kg olje. Det var således ingen av oljene som hadde konsentrasjoner som oversteg Norges øvre grenseverdi for sum PCDD/F + dl-PCB på 5,0 ng TE/kg olje. Arseninnholdet i krilloljen var betydelig høyere enn alle de andre oljene, og det var overraskende da arsenlipider skulle være aktuelle forbindelser i alle marine oljer.

Konsentrasjonene av sum PCDD/F + dl-PCB i brisling, både brisling på boks og fersk brisling, var lave sammenlignet med EUs og Norges øvre grenseverdier. Konsentrasjonene av sum PCB₇ og sum PBDE₇ i brisling på boks og fersk brisling var på samme nivå og litt høyere enn det som tidligere har blitt målt i filet av makrell og sild. Konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly i både brisling på boks og fersk brisling var også lave sammenlignet med EUs og Norges øvre grenseverdier og i overensstemmelse med noen få tidligere analyser av brisling. Konsentrasjonene av PFAS var stort sett lavere enn metodens kvantifiseringsgrense for de fleste PFAS-forbindelsene bortsett fra PFOS som kunne påvises i de fleste prøvene av både fersk brisling og brisling på boks.

Det ble ikke påvist *Salmonella* i noen av de til sammen 64 prøvene av brisling og brislingprodukter eller marine oljer som inngikk i dette arbeidet.

Summary

In this project, 14 samples of fish oil, two samples of seal oil and one sample of krill oil purchased in different shops in the Bergen area and analyzed for *Salmonella*, dioxins (PCDDs), furans (PCDF) and non-ortho and mono-ortho PCBs (dioxin-like PCBs, dl-PCBs), non dioxin-like PCBs (PCB₇), polybrominated flame retardants (PBDEs), metals (arsenic, cadmium, mercury and lead), 18 compounds of perfluorinated compounds (PFCs) and fat. Furthermore, 15 samples of canned sprat (*Sprattus sprattus*) purchased in various shops in the Bergen area and 35 samples of fresh sprat caught in different areas were analysed. The samples of wild sprat were caught in the Trondheimfjord, Sognefjord, Hardangerfjord, Høgsfjord in Ryfylke and Oslofjord and from the North Sea. The analyses of wild-caught sprat were based on pooled samples of 25 fish. The samples were analyzed for the same compounds as described for the oils.

All the analyses were carried out at NIFES using methods that are accredited according to EN-ISO 17025.

The concentrations of the sum of PCDDs, PCDFs and dl-PCBs (sum PCDD/F + dl-PCB) in the analyzed oils ranged from 0.30 to 2.7 ng TEQ/kg fat. It was thus none of the oils that had concentrations exceeding the upper limit for sum PCDD/F + dl-PCB of 5.0 ng TEQ/kg fat. Arsenic content in krill oil was higher than found in all the other oils, and it was surprising as arsenolipids should be relevant compounds in all marine oils. The concentrations of sum PCDD/F + dl-PCB in canned sprat and wild-caught sprat were low compared with the EU's upper limits. The concentrations of sum PCB₇ and sum PBDE₇ in these products were similar to each other and somewhat higher than that previously found in fillet of mackerel and herring. The concentrations of cadmium, mercury and lead in both canned sprat and wild-caught sprat were also low compared with the EU's upper limits and were at the same levels as found in a few previous analyses of sprat. The concentrations of PFCs were mostly lower than the quantification limit of the method for most compounds except for PFOS which was found in most samples of both wild caught and canned sprat.

There was no detection of *Salmonella* in any of the total of 64 samples of sprat and sprat products or marine oils included in this work.

Innledning

Mattilsynet har i de senere år 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 (Commission Recommendation 705/2004). Norske data var med i grunnlaget for utarbeidelse av nytt regelverk i EU/EØS som inkluderte etablering av øvre grenseverdier for dioksinlignende PCB i forskjellige matprodukter (Commission 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, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₇), polybromerte flammehemmere 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 har vist seg problematiske i forhold til innhold av fettløselige organiske miljøgiftene, er tran og andre marine oljer til humant konsum og feite sjømatprodukter.

I 2008 ble det fokusert på fremmedstoffer i makrell og ål fanget i Grenlandsfjorden og omkringliggende områder langs kysten av Telemark. Dette året har det blitt fokusert på fremmedstoffer i brisling, både hermetisk brisling (brisling på boks) og fersk brisling fanget i forskjellige fjordområder, samt havbrisling. I tillegg er det fortsatt et behov for å kartlegge nivået av fremmedstoffer i det brede utvalget av konsumferdige marine oljer som tilbys i forretningene i Bergensområdet. I denne rapporten er *Salmonella*- bakterier og perfluorerte alkylstoffer (PFAS) også inkludert i både oljer og brisling.

Om *Salmonella*

Bakterier i slekten *Salmonella* tilhører familien Enterobacteriaceae, er Gram-negative og oksidase negative staver som ikke danner sporer. Det finnes over 2500 serovarianter av *Salmonella*-bakterier. I 2010 ble det diagnostisert infeksjoner med *Salmonella*-bakterier (salmonellose) hos til sammen 1382 personer i Norge (www.msis.no). Hoveddelen av disse oppgav smittested utenom Norge. Utvalget av matvarer som på verdensbasis har vært rapportert som ansvarlig ved overføringen av *Salmonella* er stort, og inkluderer også sjømat som fisk, skjell og krepsdyr. Bakterien finnes imidlertid ikke som en del av den normale bakteriepopulasjonen hos fisk, skjell eller krepsdyr. Forekomsten av *Salmonella* i sjømat må derfor være et resultat av forurensning via vannet der organismene oppholder seg, forurensning fra personer som håndterer produktene eller kryssforurensning under fangst, produksjon eller transport. Sjømat i Norge regnes ikke som en viktig kilde til salmonellose.

Selv om *Salmonella*- bakterier er sjeldne i sjømat, har det vist seg at noen utvalgte serovarianter kan være en utfordring i enkelte produksjonsanlegg for fiskemel, marine oljer og fiskefôr (Lunestad et al., 2007). Selv om *Salmonella*-bakterier har tarmen hos varmblodige dyr, inkludert mennesket, som sitt naturlige reservoar, har bakterier i denne slekten vist evne til å overleve og også vokse utenfor tarmen når forholdene ligger til rette for det. Når det gjelder overlevelse av *Salmonella*-bakterier utenfor tarmen, ser denne ut til å øke betraktelig ved økende fettinnhold og lavere innhold av tilgjengelig vann (vannaktivitet, A_w) i mediet der bakterien finnes. I et forsøk, utført ved NIFES, ble det vist at serovarianten *Salmonella* Agona, som er blant de vanligst forekommende i marine oljer, kan overleve flere måneder

selv om tettheten avtok (Lunestad og Borlaug, 2009). Dette viser at *Salmonella*-kontaminert olje kan representere et spesielt problem, som bør overvåkes. Dette er særlig viktig dersom oljen skal brukes til humant konsum.

Om perfluorerte alkylstoffer (PFAS)

Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) er en samlebetegnelse på et stort antall menneskeskapt forbindelser med unike egenskaper. Forbindelsene er både vann- og smussavvisende og brukes derfor i impregnering, i papir til innpakking av mat, i brannslukkingsapparater, samt til smøring og polering. PFAS består av en perfluorert alkylkjede (karbonkjede der alle hydrogenatomene er byttet ut med fluoratomer) med en funksjonell gruppe (for eksempel sulfonsyre, karboksylsyre eller sulfonamid) i enden. De to vanligste PFAS er perfluoroktankarboksylsyre (PFOA) og perfluoroktansulfonsyre (PFOS). FN har gjennom Stockholmkonvensjonen satt PFOS opp på B-listen, som betyr at land som har underskrevet konvensjonen forplikter seg til å begrense produksjon og bruk av denne forbindelsen. Slike begrensninger har blitt implementert i EU gjennom direktiv 2006/122/ECOF (tillegg til direktiv 76/769/EEC) og i Norge gjennom forskrift 2004-06-01 nr. 992 (produktforskriften) som forbyr produksjon, import, eksport og omsetting av tekstiler, impregneringsmidler og brannskum som inneholder mer enn 0,005 vektprosent PFOS. PFOS er også en kandidat for å komme på listen til LRTAP, som er FNs konvensjon for langtransportert forurensning. I 2008 ga European Food Safety Authority (EFSA) ut en vitenskaplig vurdering av PFOS og PFOA der det ble påpekt at stoffene har en uavklart påvirkning på organismer. EFSA anbefalte derfor at mer data med hensyn på nivå av PFAS i mat og mennesker må fremskaffes. EU har gjennom kommisjonsanbefaling 2010/161/EU anbefalt at PFOS og PFOA samt forløpere som PFOSA bør overvåkes. I tillegg anbefales det blant annet at varierende kjedelengder (C4-C15) av perfluorerte karboksylsyrer og sulfonsyrer bør overvåkes. PFAS har ennå ikke fått grenseverdier for maksimalt innhold i fisk og sjømat.

Om brisling (*Sprattus sprattus*)

Brisling er en stimfisk som lever pelagisk og sjelden finnes dypere enn 150 m. Om sommeren står den vanligvis ikke dypere enn 50 m (Pethon, 1985; www.imr.no). Den lever av små dyreplankton og er selv viktig næring for arter som ørret, hvitting, torsk og andre torskefisker. Brislingen foretar ofte vertikalvandring i takt med vekslinger i dagslyset og går mot overflaten når lysstyrken minker. Om sommeren står den nær overflaten. Brisling i våre farvann blir sjelden eldre enn fire til fem år med dominans av null- og ett år gammel fisk. Brisling kan nå en maksimumsvekt på 50 gram. Siden fangstgrunnlaget er avhengig av forekomsten av ung brisling, blir fisket i stor grad påvirket av variasjoner i årsklassenes styrke. Ved god vekst kan årets yngel nå en størrelse på 9,5 til 10 cm i løpet av høsten, og vil komme inn i fangstene allerede i fjerde kvartal. Brisling har en utbredelse fra Svartehavet til Finnmark, i kyst- og fjordområdene langs vestkysten av Norge, men finnes sjelden nord for Helgelandskysten. De viktigste områdene er Østersjøen, Skagerrak-Kattegat og Nordsjøen. Hovedgyteområdene til brisling er i følge Havforskningsinstituttet ikke kjent. I våre områder gyter brisling pelagisk i Nordsjøen, Skagerrak-Kattegat og i fjordene i perioden mai og juni.



Figur 1. Brisling (*Sprattus sprattus*). Foto: Havforskningsinstituttet.

Hovedtyngden av brislingbestanden finnes i sentrale og sørøstlige deler av Nordsjøen. I Skagerrak finnes den stort sett nær land og i fjordene på svenske- og norskekysten. I Østersjøen står det brisling som antas å være en egen bestand. Det meste av brislingen blir tatt i forbindelse med det danske industrifisket med trål. Det norske fisket er et direkte fiske med ringnotfartøy. I Skagerrak blir det meste tatt i et direkte fiske med industritrål. En liten del tas i et konsumfiske for hermetikkformål. De totale brislingfangstene fra Nordsjøen hadde en topp på ca 640 000 tonn på 1970-tallet etterfulgt av en nedgang frem til et lavmål i 1986. Det internasjonale råd for havforskning (ICES) anbefalte at totalfangsten for brisling i Nordsjøen i 2008 ble holdt lavere enn 195 000 tonn. Avtalte kvoter mellom EU og Norge for 2009 gav norske fiskere 10 000 tonn i Nordsjøen og 3 900 tonn i Skagerrak.

Brisling er et viktig råstoff for hermetikkindustrien, der den blant annet markedsføres som "sardiner" og "ansjos". Arten brukes også til industrifisk. Fersk brisling kan stekes og grilles. Brisling er en glimrende kilde til omega-3 fettsyrer og vitamin D. I tillegg har den et høyt innhold av vitamin B₁₂.



Figur 2. Utbredelsesområdet til brisling. Illustrasjon: Havforskningsinstituttet

Formål med prosjektet

Formålet med dette prosjektet var å skaffe til veie mer kunnskap om innholdet av dioksiner og dl-PCB, PCB₇, PBDE, PFAS og metaller (arsen, kadmium, kvikksølv og bly) og *Salmonella* i prøver av konsumferdige marine oljer og kapsler kjøpt i diverse forretninger i Bergensområdet samt hermetisk brisling og brisling fangstet i fjorder på Vestlandet, på Østlandet og i Nordsjøen.

Eksperimentelt

Prøveinnsamling og -opparbeiding

Oljer til humant konsum

Det ble kjøpt 14 forskjellige fiskeoljer, to seloljer og en krillolje i forskjellige forretninger i Bergensområdet. Produktnavn og -beskrivelse av de ulike oljene er gitt i tabell 1. Prøvene ble etter mottak hos NIFES gitt en egen kode og ført inn i laboratedatabasen, og informasjon knyttet til hvor og når prøvene var skaffet ble registrert. Prøvene ble lagret på kjølerom inntil de ble fordelt til laboratoriene for molekylærbiologi (analyser for *Salmonella*), fremmedstoff (analyser av dioksiner og dioksinlignende PCB, sum PCB₇, sum PBDE, PFAS og metaller) og næringsstoff (analyse av total fett).

Tabell 1. Oversikt over produktnavn på de analyserte fiske-, sel- og krilloljene, alle kjøpt i forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 1. Overview of product names of different analysed fish-, seal- and krill oils, all purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

Produktnavn Product name	Prøve type Sample type
Møllers tran med sitron	Fiskeolje/Fish oil
Møllers tran (vanlig)	Fiskeolje/Fish oil
Møllers omega 3 tran	Fiskeolje/Fish oil
Lofot tran	Fiskeolje/Fish oil
Arctic omega 3, lakseolje	Fiskeolje/Fish oil
Arctic cod liver oil	Fiskeolje/Fish oil
Oil 4 life (balanse)	Fiskeolje/Fish oil
Efalex	Fiskeolje/Fish oil
Eskimo 3 flytende	Fiskeolje/Fish oil
Eskimo 3 kids	Fiskeolje/Fish oil
Eye Q	Fiskeolje/Fish oil
Olimar pluss omega 3	Fiskeolje/Fish oil
Norwegian fish oil	Fiskeolje/Fish oil
Complete omega 3 flytende	Fiskeolje/Fish oil
Arctic omega 3 selolje	Selolje/Seal oil
Selolje omega 3, Vit	Selolje/Seal oil
Superba Krill oil	Krillolje/Krill oil

Brisling på boks

Det ble kjøpt inn 15 forskjellige prøver av hermetisk brisling på boks fra diverse forretninger i Bergensområdet. Hver prøve besto av fem bokser av samme type som det ble laget samleprøver av. Produktnavn og -beskrivelse av de ulike brislingprøvene er gitt i tabell 2. Prøvene ble etter mottak hos NIFES gitt en egen kode og ført inn i laboratedatasystemet, og informasjon knyttet til hvor og når prøvene var skaffet ble registrert. Samleprøver, hver på ca. 100 gram, ble homogenisert og det våte homogenatet ble delt i tre, en del gikk til

laboratoriet for næringsstoff til bestemmelse av total fett, en del til laboratoriet for molekylær til bestemmelse av *Salmonella* og en del til laboratoriet for fremmedstoff til bestemmelse av dioksiner og dl-PCB, PCB₇ og PBDE og PFAS. Prøvene ble oppbevart i tett emballasje ved -20 °C frem til analyse.

Tabell 2. Oversikt over produktnavn på de analyserte prøvene av brisling på boks, alle kjøpt i forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 2. Overview of the product names of different canned sprat products, all purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

Merke Make	Produktnavn Product name
King Oskar	Sardiner i olivenolje
	Sardiner i tomatsaus
	Sardiner i extra virgin olivenolje
	Japanesestyle sardin
	Sardinpostei i tomat
	Sardiner i salsa
	Sardiner Mediterranean style
	Sardiner 2lags extra virgin olivenolje
	Skinn og beinfri i solsikkeolje
Eldorado	Brisling i tomatsaus
	Brisling i solsikkeolje
Silver Sea	Brisling vegetabilsk olje
	Brisling i tomatsaus
Landlord	Sardin i tomatsaus
	Sardin i olje

Fersk brisling

Det ble samlet inn syv prøver av brisling fra Sognefjorden, fem prøver fra Hardangerfjorden, tre prøver fra Oslofjorden, en prøve fra Trondheimsfjorden, en prøve fra Høgsfjorden i Ryfylke og 15 prøver av havbrisling fra Nordsjøen. Fysiske data, som gjennomsnitts lengde og vekt av 25 fisk, for hver samleprøve er gitt i tabell 3. Samleprøvene av 25 fisk ble homogenisert og gitt en egen kode og ført inn i laboratoriedatasystemet, og informasjon knyttet til hvor og når prøvene var skaffet ble registrert. Samleprøver, hver på ca. 100 gram, ble homogenisert og det våte homogenatet ble delt i tre, en del gikk til laboratoriet for næringsstoff til bestemmelse av total fett, en del til laboratoriet for molekylær til bestemmelse av *Salmonella* og en del til laboratoriet for fremmedstoff til bestemmelse av dioksiner og dl-PCB, PCB₇ og PBDE og PFAS. Prøvene ble oppbevart i tett emballasje ved -20 °C frem til analyse.

Tabell 3. Lengde (cm) og vekt (g) (gjennomsnitt, min - maks) for samleprøvene av fisk fra de forskjellige fangststedene.

Table 3. Length (cm) and weight (g) (mean, min - max) of fish from the different sampling sites (pooled samples).

Fangststed/Sampling site	Gjennomsnittslengde/ Mean length (cm)	Gjennomsnittsvekt/ Mean weight (g)
Trondheimsfjorden	11,0	12,0
Sognefjorden	10,9 (9,6-11,8)	10,0 (7,3-11,9)
Hardangerfjorden	7,6 (6,2-8,3)	3,2 (1,3-4,3)
Høgsfjorden, Ryfylke	11,3	15,4
Oslofjorden	12,4 (10,5-13,5)	17,5 (8,6-23)
Nordsjøen	10,4 (9,7-11,0)	10,3 (7,4-12,1)

Analyser

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: PCDD, PCDF og dl-PCB (PCDD/F og dl-PCB) og bromerte flammehemmere (PBDE), arsen, kadmium, kvikksølv, bly og PFAS. I tillegg ble prøvene analysert for fettinnhold og *Salmonella*. Hver av analysemetodenes prinsipp, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i tabell 4. Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025.

Tabell 4. Forskjellige fremmedstoffer som ble inkludert i undersøkelsen, metoder som anvendes, status for metodens akkreditering og metodenes kvantifiseringsgrenser (LOQ).

Table 4. 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) (Accreditation)	LOQ ^{a)}
Arsen/arsenic	ICP-MS	Ja/Yes	0,03 mg/kg
Kadmium/cadmium	ICP-MS	Ja/Yes	0,01 mg/kg
Kvikksølv/mercury	ICP-MS	Ja/Yes	0,004 mg/kg
Bly/lead	ICP-MS	Ja/Yes	0,03 mg/kg
PCDD/PCDF	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0,008-0,4 pg/g (matriseavhengig)
dl-PCB	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0,01-0,5 pg/g
PBDE	GC-MS	Ja/Yes	30 pg/g
PFAS	LC-MS/MS	Ja/Yes	0,3 µg/kg ^{b)} (matrise/analyttavhengig)
Fat	Gravimetry	Ja/Yes	10 mg/100 g
<i>Salmonella</i>	ELFA	Ja/Yes	^{c)}

a) 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. b) Basert på våtvekt. Based on wet weight. c) Metoden er kvalitativ og gir prøvesvaret påvist/ikke påvist i 25 g av proven. The method is qualitative, and results are given as detected/not detected in 25 g of sample material.

Bestemmelse av *Salmonella* (NIFES metode nr. 291)

Påvisning av *Salmonella* - bakterier gjennomføres i flere trinn: innveiging av 25 g prøve, preanrikning, anrikning, kjøring av mini Vidas hvor instrumentet automatisk utfører en enzyumbundet fluorescens immunoassay for detektering av *Salmonella*-antigener, ved bruk av

ELFA metode (Enzyme Linked Fluorescent Assay), selektiv platespredning av eventuelle positive prøver på Xylose lysine desoxycholatar (XLD) og Brilljantgrønt fenolrødtagar (BGA), biokjemisk konfirmering og verifisering ved nasjonalt referanselaboratorium (Nasjonalt folkehelseinstitutt eller Veterinærinstituttet, Oslo). Gjeldende metode er kvalitativ og basert på metodestandard fra AFNOR (VIDAS *Salmonella*, Bio-12/16-09/05). Denne AFNOR metoden er i hovedsak lik gjeldende NMKL metode nr. 71, ”*Salmonella*. Påvisning i livsmedel”, men har et ekstra innledende trinn der en raskt kan avgjøre om prøven er negativ eller positiv for *Salmonella*. Dersom prøven er positiv, blir en framgangsmåte som er i samsvar med NMKL 71 fulgt. Metoden er akkreditert.

Bestemmelse av PBDE, PCB og PCDD, PCDF, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)

Prøven ble blandet med hydromatriks og tilsatt internstandard for dioksiner og furaner, PCB og PBDE. Prøvene ble ekstrahert med heksan ved hjelp av Accelerated Solvent Extractor-300 (ASE) eller Pressurized Liquid Extraction (PLE). Fettet ble nedbrutt on-line med svovelsyreimpregnert kiselgel i cellene. Ekstraktet ble videre rensert kromatografisk på kolonner pakket med henholdsvis multilayer silica, alumina og karbon på en Power Prep. Det samlet seg to fraksjoner. Fraksjon 1 inneholdt PBDE, PCB₇ og mono-orto PCB, mens fraksjon 2 inneholdt dioksiner, furaner og non-orto PCB.

PBDE ble analysert på GC-MS NCI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og en fempunkts kalibreringskurve. Metoden 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). I tillegg kvantifiseres PBDE-66, 119, og 138. Kvantifiseringsgrensene er henholdsvis 0,005 og 0,01 µg/kg for de ulike PBDE-kongenene.

PCB₇ ble analysert på GC-MS EI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og ettpunkts kalibreringskurve gjennom origo. Metoden kvantifiserer PCB₇ (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180). Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt PCB₇-kongener var 0,03 µg/kg våtvekt.

Tabell 5. Ringtestresultater (µg/kg) for PCB kongenere (funnet verdi, gjennomsnittsverdi fra ringtesten og z-score).

Table 5. Results for PCBs reported from the proficiency test (µg/kg) (found value, average value calculated from the organizer and z-score).

PCB-kongener	Prøve/Sample	Funnet/Found (mg/kg)	Beregnet/Calculated (mg/kg)	Z-score
28	Ørret/Trout	0,15	0,23	-0,85
52	Ørret/Trout	0,41	0,54	-0,77
101	Ørret/Trout	2,63	2,64	-0,01
118	Ørret/Trout	2,92	3,16	+0,26
138	Ørret/Trout	11,9	8,23	+1,37
153	Ørret/Trout	11,1	9,95	+0,43
180	Ørret/Trout	4,58	3,77	+0,72

Dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble analysert på høyopløsende GC-MS (HRGC-MS) og kvantifisert ved hjelp av isotopfortynning /intern standard. Toksiske ekvivalent verdier (TEQ), ble beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalent faktorer (TEF) fra 1998. Kvantifiseringsgrensen for de ulike kongenene av dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB varierer mellom 0,008 og 0,4 pg/g.

Metoden ble prøvd ved ringtestdeltakelse våren 2009 med ørret som prøvemateriale og Folkehelseinstituttet som ringtestarrangør. Av de 29 kongenene viste alle en tilfredsstillende

Z-score ($-2 < Z < 2$), unntatt PCB-189, som hadde en Z-score på 2,2. Tilsvarende gode ringtestresultater ble også oppnådd for PCB₇ (tabell 5).

Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)

Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c induktiv koplet plasmamassespektrometer (ICPMS) med HP-datamaskin. Det ble anvendt kvantitativ ICPMS med ekstern kalibrering til bestemmelse av arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet, og gull ble tilsatt for å stabilisere kvikksølvsignalene. Riktighet og presisjon for metallbestemmelsene ble utført ved å analysere det sertifiserte referansematerialet (CRM) Tort-2 (hepatopankreas av hummer; National Research Council, Canada). Metoden er akkreditert for arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Kvantifiseringsgrensen beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene er vist i tabell 4.

Tabell 6. Konsentrasjon av arsen, kadmium, kvikksølv og bly (gjennomsnitt ± standardavvik) i Sertifisert referansemateriale (Tort-2, National Council of Canada) utført i 2010.

Table 6. Concentration of arsenic, cadmium, mercury and lead (means ± SD) in Certified Reference Materials (Tort-2, National Council of Canada) carried out in 2010.

Analytt Analyte	Antall Number (N)	Gjennomsnitt Mean (mg/kg)	SD (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} Certified value (mg/kg)
Arsen	12	22,4	2,2	10	21,6±1,8
Kadmium	12	27,1	2,7	10	26,7±0,6
Kvikksølv	12	0,28	0,03	11	0,27±0,06
Bly	12	0,33	0,04	12	0,35±0,13

^{a)} Mean and 95% uncertainty

Tabell 7. Ringtestresultater for arsen, kvikksølv, kadmium og bly (funnet verdi, gjennomsnittsverdi for ringtesten og z-score)

Table 7. Proficiency test results for arsenic, mercury, cadmium and lead (found value, average value calculated from the organizer and z-score)

Analytt Analyte	Prøve/Sample	Funnet/Found (mg/kg)	Beregnet/Calculated (mg/kg)	Z-score
Arsen	Sverdfisk/Swordfish	1,38	1,08	+1,3
Kvikksølv	Sverdfisk/Swordfish	0,70	0,77	-0,65
Kadmium	Fiskelever/Fish liver	0,030	0,027	+0,99
Bly	Fiskelever/Fish liver	0,018	0,020	+0,29

Gjennomsnitt av analyserte verdier og relativ standardavvik, samt de sertifiserte referanseverdiene for hummer hepatopankreas (Tort-2, n=5) er vist i tabell 6. Alle de kvantifiserte spormetallene viste resultater der verdiene lå innenfor de akseptable konsentrasjonsområdene for CRM. Riktighet for henholdsvis arsen, kadmium, kvikksølv og bly er også dokumentert ved deltagelse i ringtester arrangert av Quasimeme i 2010 (tabell 7). Resultatene gitt som z-score er alle innenfor ± 2 som regnes som godkjente resultater.

For disse fire spormetallene synes både systematiske feil og tilfeldige feil å være under kontroll.

Bestemmelse av PFAS (NIFES metode nr. 349)

Innveid prøve (0,2 g for oljer og 1 g for våt prøve av brisling) ble tilsatt internstandardløsning og ekstrahert med metanol i ultralydbad. Etter sentrifugering ble prøven filtrert og vann tilsatt før opprensing med ASPEC. Ekstraktet fra ASPEC ble rensert videre ved filtrering gjennom 3K ultrafilter. Prøvene ble til slutt analysert på LC-MS/MS i ESI negativ modus og kvantifisert ved hjelp av intern standard og syv punkts standard kurve. Metoden kvantifiserer følgende 18 PFAS-forbindelser; PFBS, PFHxS, PFOS, PFDS, PFOSA, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDcA, PFUdA, PFDODA, PFTrDA, PFTeA, PFHxDA, PFODA. Kvantifiseringsgrensene i fiskemuskel varierer mellom 0,3 og 1,5 µg/kg for de fleste analytter (unntatt PFHxDA og PFODA). I olje varierer kvantifiseringsgrensene mellom 0,9 og 4,5 µg/kg (unntatt PFHxDA og PFODA).

Metoden ble prøvd ved ringtestdeltakelse i 2009 med fisk som prøvemateriale og Quasimeme som ringtestarrangør. Endelige resultater fra ringtesten foreligger ikke enda, men NIFES' resultater stemte bra overens med median verdi rapportert i den midlertidige rapporten.

Resultater og kommentarer

Oljer til humant konsum

Salmonella i oljer

Det ble ikke påvist *Salmonella* i noen av de 17 prøvene av oljer til humant konsum som inngikk i dette arbeidet.

Dioksiner og dioksinlignende PCB i oljer

Tabell 8 viser konsentrasjonene av fett, sum PCDD, sum PCDF, sum non-orto PCB og sum mono-orto PCB samt sum PCDD/F og sum dl-PCB, i tillegg til sum PCDD/F + dl-PCB i 17 forskjellige produkter av fiske-, sel- og krilloljer kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet til humant konsum. Fettinnholdet varierte fra 91 til 100 g/100g. Innholdet av sum PCDD/F varierte fra 0,24 til 1,0 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 PCDD/F + dl-PCB i de analyserte oljene varierte fra 0,3 til 2,7 ng TE/kg olje. Det var ingen produkter dette året som hadde et innhold over 5 ng TE/kg olje som er den øvre grenseverdien som gjelder i Norge for sum PCDD/F + dl-PCB i oljer til humant konsum. EU har fastsatt en øvre grenseverdi for sum PCDD/F + dl-PCB i oljer til humant konsum på 10 ng TE/kg. Krillolje hadde det høyeste innholdet av PCDD/F, mens Lofottran og seloljene hadde det høyeste innholdet av dl-PCB og høyest sum PCDD/F+dl-PCB (tabell 8).

Tabell 8. Innholdet av fett, sum dioksiner (PCDD), sum furaner (PCDF), sum PCDD/F sum non-orto PCB, sum mono-orto PCB, sum dl-PCB og sum PCDD/F + dl-PCB (ng WHO-TE/kg olje, TEF-1998 "upper bound LOQ") i diverse prøver av olje og tran til human konsum kjøpt i ulike forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 8. Content of fat, dioxins (PCDD), furans (PCDF), non-ortho PCBs, mono-ortho PCBs, sum of dl-PCBs as well as sum of PCDD/F + dl-PCB (ng WHO-TEQ/kg oil, using TEF-1998; upper bound LOQ) in oil samples for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

Produkt Product	Fett Fat (g/100 g)	PCDD	PCDF	Sum PCDD/F ng TEQ/kg	Non- ortho PCB	Mono- ortho PCB	Sum dl-PCB	Sum PCDD/ F + dl-PCB
Møllers tran med sitron	98	0,29	0,14	0,43	0,15	0,8	0,95	1,38
Møllers tran (vanlig)	100	0,19	0,1	0,29	0,15	0,66	0,81	1,1
Møllers omega 3 tran	100	0,25	0,16	0,41	0,23	0,28	0,51	0,92
Lofot tran	100	0,23	0,15	0,38	0,97	1,35	2,32	2,7
Arctic omega 3, lakseolje	100	0,35	0,1	0,45	0,06	0,38	0,44	0,89
Arctic cod liver oil	99	0,26	0,16	0,42	0,28	0,76	1,04	1,46
Oil 4 life (balanse)	100	0,13	0,11	0,24	0,03	0,03	0,06	0,3
Efalex	97	0,3	0,12	0,42	0,07	0,03	0,1	0,52
Eskimo 3 flytende	100	0,29	0,25	0,54	0,03	0,01	0,04	0,58
Eskimo 3 kids	99	0,17	0,21	0,38	0,01	0,01	0,02	0,4
Eye Q	97	0,1	0,17	0,27	0,04	0,03	0,07	0,34
Olimar pluss omega 3	100	0,11	0,15	0,26	0,01	0,02	0,03	0,29
Complete omega 3 flytende	99	0,35	0,19	0,54	0,19	0,13	0,32	0,86
Norwegian fish oil	100	0,39	0,2	0,59	0,36	0,5	0,86	1,45
Artic omega 3 selolje	100	0,39	0,23	0,62	0,25	1,32	1,57	2,19
Selolje omega 3, Vit	100	0,26	0,31	0,57	0,22	0,92	1,14	1,71
Superba Krill oil	91	0,69	0,34	1,03	0,08	0,02	0,1	1,13

Det tolerable ukentlige inntaket, TWI, er mengden av et gitt stoff som kan inntas hver uke i løpet av hele livet uten å forårsake helsefare. EFSA har etablert en TWI for sum PCDD/F + dl-PCB på 14 pg/kg kroppsvekt. Inntak av 10 ml tran daglig og med en sum PCDD/F + dl-PCB konsentrasjon på 1,1 ng/kg (gjennomsnittskonsentrasjon for alle oljene) vil gi et inntak på ca. 77 pg/uke, som tilsvarer ca. 10 % av TWI for en 60 kg person, men for et barn som veier 20 kg og inntar 5 ml tran daglig blir inntaket 38,5 pg/uke som tilsvarer ca. 15 % av TWI.

Resultatene i tabell 9 viser videre at dl-PCB bidrar mest til total TE i syv av prøvene, mens PCDD/F bidrar mest til total TE i åtte av prøvene og for de øvrige prøvene er bidraget stort sett likt mellom dl-PCB og PCDD/F. Det som synes å være spesielt med disse produktene er at det er veldig store individuelle forskjeller i konsentrasjonen for mono-orto og non-orto PCB. Konsentrasjonen for mono-orto PCB varierte fra 0,01 til 1,35 ng TE/kg, mens non-orto PCB varierte fra 0,01 til 0,97 ng TE/kg. Det var mindre individuelle variasjoner i konsentrasjonen av PCDD og PCDF. Andelen av de forskjellige stoffgruppene var forskjellig fra det som ble funnet i tran kjøpt i butikker i 2007. De høyeste konsentrasjonene i 2007 ble funnet for mono-orto og non-orto PCB, dernest PCDD og minst andel ble funnet for PCDF. Minst andel av PCDF ble også funnet dette året.

PCB₇ og PBDE₇

Innholdet av sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i de 17 forskjellige produktene av marine oljer til humant konsum er vist i tabell 9. Innholdet av sum PCB₇ varierte fra < 0,1 til 88 µg/kg olje. Det var syv produkter som hadde sum PCB₇ høyere enn 10 µg/kg olje. Den to høyeste konsentrasjonene av sum PCB₇ ble funnet i seloljer, med konsentrasjoner på henholdsvis 65 og 88 µg/kg olje.

Tabell 9. Innholdet av fett, sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180) og PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) i diverse olje- og tranprøver til humant konsum kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 9. Contents of fat, sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, and 180) and sum PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 and 183) in oil samples for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

Produkt/Product	Fett/Fat (g/ 100g)	PCB ₇ (µg/kg)	PBDE ₇ (µg/kg)
Møllers tran med sitron	98	28	2,61
Møllers tran (vanlig)	100	22	2,43
Møllers omega 3 tran	100	6,5	2,39
Lofot tran	100	49	6,71
Arctic omega 3, lakseolje	100	16	2,16
Arctic cod liver oil	99	17	2,64
Oil 4 life (balanse)	100	0,29	0,2
Efalex	97	1,5	0,18
Eskimo 3 flytende	100	<0,1	<0,2
Eskimo 3 kids	99	<0,1	<0,2
Eye Q	97	0,48	<0,2
Olimar pluss omega 3	100	0,31	0,4
Complete omega 3 flytende	99	2,8	0,51
Norwegian fish oil	102	19	1,27
Arctic omega 3 selolje	100	88	12
Selolje omega 3, Vit	100	65	5,8
Superba Krill oil	91	0,16	<0,2

Metaller i oljer

Konsentrasjonene av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv og bly i ulike marine oljer til humant konsum er gitt i tabell 10. Det var stort sett bare arsen som forekom i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen. Konsentrasjonene av arsen varierte fra 0,011 til 5,4 mg/kg olje. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i prøven av krillolje, mens fiskeoljene og seloljen hadde lave konsentrasjoner, lavere enn 0,06 mg/kg olje. Arsen i oljer foreligger mest sannsynlig som arsenolipider (Schmeisser et al., 2005). Tilsvarende konsentrasjoner av arsen i krillolje ble også funnet i 2009 (Julshamn and Frantzen, 2010). Konsentrasjonene av kadmium varierte mellom <0,005 og 0,014 mg/kg, mens konsentrasjonene av kvikksølv og bly i alle prøvene var lavere enn metallenes respektive LOQ på henholdsvis 0,004 og 0,03 mg/kg olje.

Tabell 10. Innholdet av arsen, kadmium, kvikksølv og bly i diverse olje- og tranprøver til humant konsum kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet i 2010.**Table 10. Content of arsenic, cadmium, mercury and lead in samples of oil for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2010.**

Produkt Product	Arsen (mg/kg)	Kadmium (mg/kg)	Kvikksølv (mg/kg)	Bly (mg/kg)
Møllers tran med sitron	0,025	0,009	< 0,004	< 0,03
Møllers tran (vanlig)	0,021	0,007	< 0,004	< 0,03
Møllers omega 3 tran	0,014	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Lofot tran	0,027	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Arctic omega 3, lakseolje	0,012	0,005	< 0,004	< 0,03
Arctic cod liver oil	0,030	< 0,004	< 0,004	< 0,03
Oil 4 life (balanse)	0,013	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Efalex	0,011	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Eskimo 3 flytende	0,014	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Eskimo 3 kids	0,027	0,014	< 0,004	< 0,03
Eye Q	0,010	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Olimar pluss omega 3	0,012	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Complete omega 3 flytende	0,011	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Norwegian fish oil	0,061	0,009	< 0,004	< 0,03
Arctic omega 3 selolje	0,013	< 0,004	< 0,004	< 0,03
Selolje omega 3, Vit	0,013	< 0,005	< 0,004	< 0,03
Superba Krill oil	5,42	< 0,005	< 0,004	< 0,03

Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i oljer

Det var ikke kvantifiserbare utslag for noen PFAS i de undersøkte prøvene (tabell 11). Dette stemmer bra med tidligere studier som har vist at PFAS ikke samles opp i fett i motsetning til for eksempel dioksiner, PCB og PBDE.

Tabell 11. Innhold av ulike PFAS-forbindelser (µg/kg) i diverse olje- og tranprøver beregnet på humant konsum kjøpt i Bergensområdet i 2010. Produkter, se tabell 10.**Table 11. Content of PFCs (µg/kg) in samples of oil for human consumption purchased in different shops in the Bergen area in 2010. Products, see table 10.**

Produkt Product	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDCS	PFOSA	PDBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoDA	PFTeDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA
Alle produkter/ All products	<4,5	<0,9	<1,5	<0,9	<2,7	<3	<3	<1,5	<3	<1,8	<1,5	<0,9	<1,5	<2,4	<2,4	<2,4	<24	<24

Brisling på boks

Salmonella i brisling på boks

Det ble ikke påvist *Salmonella* i noen av de 15 prøvene av brisling på boks som inngikk i dette arbeidet.

Dioksiner og dioksinlignende PCB i brisling på boks

Tabell 12 viser konsentrasjonene av fett, sum PCDD, sum PCDF, sum non-orto PCB og sum mono-orto PCB, samt sum PCDD/F og sum PCDD/F + dl-PCB i 15 forskjellige prøver av hermetiske brislingprodukter kjøpt i ulike forretninger i Bergensområdet i 2010. Fettinnholdet varierte fra 11,6 til 36,5 g/100 g våtvekt.

Tabell 12. Innholdet av fett, sum dioksiner (PCDD), sum furaner (PCDF), sum non-orto PCB, sum mono-orto PCB og summen av PCDD/F og dl PCB (ng WHO-TE/kg olje, TEF-1998 "upper bound LOQ") i 15 forskjellige hermetisk brislingprodukter på boks kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 12. Content of fat, dioxins (PCDD), furans (PCDF), non-ortho PCBs and mono-ortho PCBs as well as sum PCDD/F and sum PCDD/F and dl-PCB (ng WHO-TEQ/kg oil, using TEF, 1998; upper bound LOQ) in 15 different canned sprat samples purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

Produkt Product	Fett Fat (g/ 100g)	PCDD	PCDF	Sum PCDD/F	Non- orto PCB	Mono- orto PCB	PCDD/F + dl-PCB
ng TEQ/kg vv -----							
King Oskar:							
Sardiner i olivenolje	36,5	0,2	0,31	0,51	0,46	0,17	1,14
Sardiner i tomatsaus	13,9	0,36	0,11	0,47	0,13	0,1	0,70
Sardiner i extra virgin olivenolje	36,4	0,41	0,81	1,22	1,35	0,36	2,93
Japaneestyle sardin	33,6	0,51	0,32	0,83	0,36	0,15	1,34
Sardinpostei i tomat	18,1	0,22	0,21	0,43	0,18	0,07	0,68
Sardiner 2lags extra virgin olivenolje	35,4	0,29	0,28	0,57	0,26	0,1	0,93
Sardiner i salsa	13,9	0,41	0,65	1,06	1,11	0,35	2,52
Sardiner Mediterranean style	29,4	0,33	0,2	0,53	0,08	0,02	0,63
Skinn og beinfri i solsikkeolje	27,9	0,48	0,27	0,75	0,27	0,1	1,12
Eldorado:							
Brisling i tomatsaus	11,6	0,3	0,35	0,65	0,45	0,17	1,27
Brisling i solsikkeolje	34,8	0,51	0,28	0,79	0,39	0,15	1,33
Silver Sea:							
Brisling vegetabilsk olje	27,5	0,3	0,28	0,58	0,42	0,15	1,15
Brisling i tomatsaus	21,2	0,24	0,23	0,47	0,37	0,13	0,97
Landlord:							
Sardin i tomatsaus	17,6	0,3	0,56	0,86	0,39	0,21	1,46
Sardin i olje	35,2	0,34	0,52	0,86	0,37	0,12	1,35

Innholdet av sum PCDD/F varierte fra 0,43 til 1,2 ng TE/kg våtvekt og ingen av prøvene hadde konsentrasjoner som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi på 4,0 ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum PCDD/F og dl-PCB i de analyserte prøvene varierte fra 0,63 til 2,9

ng TE/kg våtvekt, og ingen produkter hadde et innhold over 8 ng TE/kg som er den øvre grenseverdien som gjelder i EU og Norge for sum PCDD/F og dl-PCB i fisk til humant konsum. EFSA har etablert en TWI-verdi på 14 pg/kg kroppsvekt for sum PCDD/F + dl-PCB. Inntak av 140 g brisling i uken som pålegg (en skive daglig med 20 g/skive) og med en konsentrasjon av sum PCDD/F + dl-PCB på 1,3 ng/kg våtvekt (gjennomsnitt av de 15 produktene) vil gi et inntak på ca. 182 pg, som tilsvarer 22 % av TWI for en person på 60 kg. Hvis et barn på 20 kg spiser samme mengde brisling, som gir et inntak på 182 pg av sum dioksiner og dl-PCB pr. uke, vil det utgjøre ca 65 % av TWI.

Den høyeste konsentrasjonen av sum PCDD/F og dl-PCB ble funnet i en prøve av King Oskar Sardin i extra virgin olivenolje, og her var det sum non-orto PCB som bidro mest til total TE med en andel på nærmere 50 %. Den laveste konsentrasjonen ble funnet i en prøve av King Oskar Sardin i Mediterranean style, og her var det sum PCDD som bidro mest til total TE med en andel på mer enn 50 %. Tabell 12 viser at det ikke er entydig hvilke forbindelser som gir de største bidragene til total TE. Det som synes å være entydig er imidlertid at sum mono-orto PCB bidrar minst til total TE, og i tillegg at det ikke er noen sammenheng mellom fettinnholdet i prøvene og konsentrasjon av sum PCDD/F + dl-PCB ($R^2=0,01$).

PCB₇ og PBDE₇ i brisling på boks

Innholdet av sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i 15 forskjellige produkter av hermetisk brisling på boks er vist i tabell 13. Innholdet av sum PCB₇ varierte fra 1,2 til 19 µg/kg våtvekt. Det var tre produkter som hadde sum PCB₇ lik eller høyere enn 10 µg/kg våtvekt. De to høyeste konsentrasjonene av sum PCB₇ ble funnet i King Oskar Sardin i extra virgin olivenolje og King Oskar Sardin i salsa.

Tabell 13. Innholdet av fett (g/100 g), sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180) og PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) i 15 forskjellige hermetiske brislingprodukter på boks kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 13. Content of fat, sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180) and sum PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) in 15 different samples of canned sprat purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

	Produkt Product	Fett Fat (g/ 100g)	PCB ₇ (µg/kg vv)	PBDE ₇ (µg/kg vv)
King Oskar:	Sardin i olivenolje	36,5	6,80	0,88
	Sardin i tomatsaus	13,9	4,80	0,80
	Sardin i extra virgin olivenolje	36,4	19,0	1,00
	Japanesestyle sardin	33,6	7,40	0,88
	Sardinpostei i tomat	18,1	2,70	0,41
	Sardin 2lags extra virgin olivenolje	35,4	4,10	0,59
	Sardin i salsa	13,9	19,0	2,20
	Sardin i Mediterranean style	29,4	1,20	0,30
	Skinn og beinfri i solsikkeolje	27,9	3,80	0,50
Eldorado:	Brisling i tomatsaus	11,6	6,50	0,93
	Brisling i solsikkeolje	34,8	7,50	0,54
Silver Sea:	Brisling vegetabilsk olje	27,5	7,20	0,62
	Brisling i tomatsaus	21,2	6,00	0,49
Landlord:	Sardin i tomatsaus	17,6	10,0	0,22
	Sardin i olje	35,2	5,80	0,37

Dette er de samme to produktene som hadde de høyeste konsentrasjonene av sum PCDD/F og dl-PCB. De dominerende kongenerne i alle prøvene var PCB-138 og 153, og summen av disse to utgjorde mer enn 50 % av sum PCB₇. Det som imidlertid var overraskende var at konsentrasjonen av disse to kongenerne var ganske like i alle prøvene. Selv om brisling analyseres som hel brisling, var konsentrasjonen av PCB₇ i samme størrelsesorden som det som er funnet i filet av NVG-sild og makrell (Frantzen et al. 2010a; 2010b; www.nifes.no/sjomatdata).

Innholdet av bromerte flammehemmere (PBDE) er også vist i tabell 13. Nivåene er lave og lavere enn det som er funnet i NVG sild og Nordsjøsil (www.NIFES.no/Sjomatdata).

Metaller i brisling på boks

Konsentrasjonene av grunnstoffene arsen, kadmium, kvikksølv og bly i femten ulike prøver av brisling på boks er gitt i tabell 14. Konsentrasjonene av arsen varierte fra 0,78 til 4,4 mg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 2,6 mg/kg våtvekt. Dette er stort sett i det samme konsentrasjonsområdet som er funnet for andre feite fiskeslag som makrell, Nordsjøsil og NVG sild (www.NIFES.no/Sjomatdata). EU og Norge har foreløpig ikke satt øvre grenseverdier verken for total arsen eller uorganisk arsen i sjømat.

Tabell 14. Innhold av arsen, kadmium, kvikksølv og bly (mg/kg våtvekt) i 15 forskjellige hermetiske brislingprodukter på boks kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 14. Content of arsenic, cadmium, mercury and lead (mg/kg wet weight) in 15 different canned sprat samples purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

	Produkt Product	Arsen (mg/kg)	Kadmium (mg/kg)	Kvikksølv (mg/kg)	Bly (mg/kg)
	EU og Norges øvre grenseverdi		0,05	0,5	0,3
King Oskar:	Sardiner i olivenolje	2,9	0,01	0,02	<0,02
	Sardiner i tomatsaus	2,5	0,01	0,01	<0,02
	Sardiner i extra virgin olivenolje	2,6	0,01	0,02	<0,02
	Japanesestyle sardin	2,7	0,01	0,02	<0,02
	Sardinpostei i tomat	2,7	0,03	0,01	<0,02
	Sardiner 2lags extra virgin olivenolje	4,4	0,02	0,02	<0,02
	Sardiner i salsa	2	0,01	0,02	<0,02
	Sardiner Mediterranean style	4,4	0,02	0,02	<0,02
	Skinn og beinfri i solsikkeolje	2,1	0,04	0,01	<0,02
Eldorado:	Brisling i tomatsaus	0,78	0,01	<0,01	<0,02
	Brisling i solsikkeolje	2,9	0,01	0,02	<0,02
Silver Sea:	Brisling vegetabilsk olje	2,8	0,01	0,03	<0,02
	Brisling i tomatsaus	2,1	0,01	0,02	<0,02
Landlord:	Sardin i tomatsaus	2,2	0,01	0,02	<0,02
	Sardin i olje	2,7	0,01	0,02	<0,02

Konsentrasjonene av kadmium varierte mellom 0,01 og 0,04 mg/kg våtvekt (tabell 14). Innholdet av kadmium i brisling på boks er rundt to til fem ganger høyere enn kadmiuminnholdet i filet av annen feit fisk (www.NIFES.no/Sjomatdata). Kadmiuminnholdet i brisling på boks er lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for den type sjømat som er satt til 0,05 mg/kg våtvekt. EFSA har etablert en TWI-verdi på 2,5 µg/kg kroppsvekt. Forbruk av 100 g brisling som pålegg (fem skiver med 20 g/skive) og med en kadmiumkonsentrasjon

på 0,02 mg/kg våtvekt vil gi et inntak på ca. 2 µg kadmium, som tilsvarer 1,3 % av TWI for en person på 60 kg.

Innholdet av kvikksølv i brisling varierte mellom <0,01 og 0,03 mg/kg våtvekt (tabell 14). Innholdet i hel brisling er på noenlunde samme nivå som kvikksølvinnholdet i filet av feite fiskearter som makrell, NVG-sild og Nordsjø-sild (www.NIFES.no/Sjømata).

Kvikksølvinnholdet som er funnet i brisling i denne undersøkelsen er betydelig lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi som er satt til 0,5 mg/kg våtvekt. EFSA har etablert en TWI-verdi på 1,6 µg/kg kroppsvekt. Forbruk av 100 g brisling som pålegg (fem skiver med 20 g/skive) og med en kvikksølvkonsentrasjon på 0,02 mg/kg våtvekt vil gi et inntak på ca. 2 µg kvikksølv, som tilsvarer 2 % av TWI for en 60 kg person.

Innholdet av bly i alle prøvene var lavere enn LOQ på 0,02 mg/kg våtvekt (tabell 14).

Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i brisling på boks

Innholdet av de 18 forskjellige PFAS som ble bestemt i de femten undersøkte prøvene av brisling på boks er vist i tabell 15. De aller fleste forbindelsene ble ikke funnet i kvantifiserbare konsentrasjoner, med noen få unntak. Det var kvantifiserbare mengder av PFOS i de fleste produktene (13 av 15 prøver). Mest PFOS var det i Eldorado Brisling i tomatsaus (3,2 µg/kg). Derimot var det ikke kvantifiserbare mengder av PFOS i Silver Sea brisling i tomatsaus og King Oscar skinn- og beinfri i solsikkeolje. Det var ellers kvantifiserbare mengder av PFOS-forløperen PFOSA i King Oskar Sardiner i salsa. Både King Oskar sardiner 2 lags extra virgin og King Oskar sardiner mediterranean style inneholdt kvantifiserbare mengder av PFUdA (0,3 µg/kg).

Tabell 15. Innhold av PFAS (µg/kg våtvekt) i 15 forskjellige brislingprodukter på boks kjøpt i forskjellige forretninger i Bergensområdet i 2010.

Table 15. Content of PFCs (µg/kg wet weight) in 15 different canned sprat samples purchased in different shops in the Bergen area in 2010.

Produkt Product	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDecS	PFOSA	PDBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA	
	µg/kg våtvekt																		
King Oskar																			
Sardiner i olivenolje	<1,5	<0,3	0,3	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardiner i tomatsaus	<1,5	<0,3	0,7	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardiner i extra virgin olivenolje	<1,5	<0,3	0,4	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Japanese style sardin	<1,5	<0,3	0,3	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardinpostei i tomat	<1,5	<0,3	0,8	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardiner 2lags extra virgin olivenolje	<1,5	<0,3	1,3	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardiner i salsa	<1,5	<0,3	1,4	<0,3	1,4	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardiner Mediteranean style	<1,5	<0,3	1,2	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24

Produkt Product	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDCS	PFOSA	PDBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA
Skin- og beinfri i solsikkeolje	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Eldorado																		
Brisling i tomatsaus	<1,5	<0,3	3,2	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Brisling i solsikkeolje	<1,5	<0,3	0,5	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Silver Sea																		
Brisling vegetabilsk olje	<1,5	<0,3	0,5	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Brisling i tomatsaus	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Landlord																		
Sardin i tomatsaus	<1,5	<0,3	0,6	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sardin i olje	<1,5	<0,3	0,4	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24

Fersk brisling

Det ble tatt prøver av brisling i Trondheimsfjorden, Sognefjorden, Hardangerfjorden, Høgsfjorden i Ryfylke, Oslofjorden samt at undersøkelsen også inkluderte prøver av havbrisling fra Nordsjøen. Tabell 3 viser område samt gjennomsnittlig vekt og lengde av brisling i samleprøvene. Brislingen viste store forskjeller i størrelse mellom de forskjellige stedene. Brisling tatt i Hardangerfjorden hadde en gjennomsnittslengde på 7,6 cm og en gjennomsnittsvekt på 3,2 g, mens brisling tatt i de andre områdene hadde gjennomsnittslengde fra 10 til 12 cm og gjennomsnittsvekt fra 10 til 18 g. Det var brisling fanget i Oslofjorden som var størst, både i lengde og vekt. Fettinnholdet i de analyserte brislingprøvene varierte i gjennomsnitt fra 5,8 til 15,0 g/100 g og blant enkeltprøvene fra 2,5 til 17,4 g/100 g (tabell 16). Fettinnholdet varierte lite fra den ene posisjonen til den andre, unntatt for brisling fanget i Hardangerfjorden, der fettinnholdet var betydelig lavere enn i de andre prøvene.

Salmonella i fersk brisling

Det ble ikke påvist *Salmonella* i noen av de 32 prøvene av fersk brisling som inngikk i dette arbeidet.

Dioksiner og dioksinlignende PCB i fersk brisling

Tabell 16 viser konsentrasjonene av PCDD, PCDF, non-orto PCB, mono-orto PCB og sum PCDD/F + dl-PCB i samleprøver av hel brisling, gitt som ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum PCDD/F + dl PCB varierte fra 0,66 ng TE/kg våtvekt for Trondheimsfjorden til 2,0 og 2,1 ng TE/kg våtvekt for henholdsvis Oslofjorden og Nordsjøen.

Tabell 16. Innholdet av sum dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB og mono-orto PCB samt sum PCDD/F + dl-PCB (ng WHO-1998-TE/kg våtvekt "upper bound LOQ") i samleprøver av hel brisling fanget i Sør Norge og i Nordsjøen i 2010. Fettinnhold er også vist (g/100 g prøve).

Table 16. Content of sum dioxins (PCDDs), furans (PCDFs), non-ortho PCBs and mono-ortho PCBs, sum of PCDD/Fs and dl PCBs (ng WHO-1998 TEQ/kg wet weight; upper bound LOQ) in pooled samples of whole sprat sampled in South Norway and in the North Sea. Lipid contents are also shown (g/100 g sample).

Lokalitet Locality	N	Fett Fat (g/100 g)	PCDD	PCDF	Non-orto PCB	Mono- orto PCB	Sum PCCD/F+ dl-PCB
			----- ng TEQ/kg vv		-----		
Trondheimsfjorden	1	13,5	0,21	0,17	0,18	0,10	0,66
Sognefjorden	7	13,5 (10,8- 15,3)	0,19 (0,07-0,28)	0,33 (0,21-0,40)	0,34 (0,25-0,43)	0,15 (0,13-0,16)	1,02
Hardangerfjorden	5	5,8 (2,5-9,0)	0,15 (0,12-0,16)	0,27 (0,15-0,43)	0,24 (0,12-0,41)	0,08 (0,04-0,15)	0,74 (0,49-1,14)
Høgsfjorden, Ryfylke	1	15,0	0,15	0,49	0,67	0,28	1,6
Oslofjorden	3	14,3 (12,2- 16,1)	0,32 (0,30-0,34)	0,62 (0,59-0,65)	0,74 (0,72-0,76)	0,35 (0,33-0,37)	2,02 (1,97-2,12)
Nordsjøen	15	14,0 (12,0- 17,4)	0,24 (0,16-0,32)	0,71 (0,59-0,96)	0,88 (0,71-1,12)	0,28 (0,20-0,36)	2,1 (1,7-2,7)

Det var ingen prøver av hel brisling som hadde et innhold av sum PCDD/F + dl PCB som oversteg 8,0 ng TE/kg våtvekt, som er den øvre grenseverdien for sum PCDD/F + dl-PCB i fiskefilet i EU og Norge, som også gjelder for hel fisk når det er hel fisk som blir spist.

Resultatene gitt i tabell 16 er i god overensstemmelse med de resultater som ble funnet for brisling på boks i tabell 13 (0,63-2,93 ng TE/kg våtvekt). Konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB som er funnet i denne undersøkelsen var generelt noe høyere enn det som er funnet i filet av andre fete fiskearter, som makrell og sild. Gjennomsnittskonsentrasjoner av sum PCDD/F + dl-PCB i makrell fra 26 ulike posisjoner er rapportert å variere mellom 0,48 og 2,6 ng TE/kg våtvekt (Frantzen et al., 2010); gjennomsnittsinholdet for nordsjøsilvar var 1,1 ng TE/kg våtvekt (www.nifes.no/sjomatdata) og gjennomsnittsinholdet i NVG-sild fra 29 ulike posisjoner i Norskehavet varierte fra 0,45 til 1,2 ng TE/kg våtvekt (Frantzen et al., 2009).

Resultatene i tabell 16 viser videre at sum PCDF og sum non-orto PCB bidrar mest til sum TE, unntatt i brisling fanget i Trondheimsfjorden hvor den største andelen kommer fra sum PCDD.

PCB₇ og PBDE₇ i fersk brisling

Innholdet av sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) i brisling fanget i Trondheimsfjorden, Sognefjorden, Hardangerfjorden, Høgsfjorden, Oslofjorden og Nordsjøen er vist i tabell 17. Innholdet av sum PCB₇ varierte i gjennomsnitt fra 4,1 (Hardangerfjorden) til 12,7 µg/kg våtvekt (havbrisling, Nordsjøen). PCB₇-innholdet var i samsvar med de konsentrasjonene som ble funnet i brisling på boks (tabell 13), og de resultatene som ble funnet i brisling i 1995 og 2001 (www.NIFES.no/Sjomatdata). Resultater av PCB₇ fra Høgsfjorden, Oslofjorden og havbrisling er høyere enn det som er funnet av sum PCB₇ i filet av NVG sild og makrell, hvor gjennomsnittskonsentrasjon av PCB₇ var henholdsvis 5,0 og 6,8 µg/kg våtvekt (Frantzen m.fl., 2009, 2010).

Tabell 17. Innholdet av fett (g/100 g), sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180) og PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) (µg/kg våtvekt) i fersk brisling fra Sør Norge fanget høsten 2010.
Table 17. Content of fat (g/100 g), sum PCB₇ (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180) and sum PBDE₇ (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) (µg/kg w.w.) in wild sprat sampled in south Norway and in the North Sea.

Lokalitet Locality	N	Fett	PCB ₇	PBDE ₇
		Fat (g/ 100g)	(µg/kg vv)	(µg/kg vv)
		----- Gjennomsnitt/Mean (min – maks) -----		
Trondheimsfjorden	1	13,5	5,2	0,65
Sognefjorden	7	13,5 (10,8-15,3)	4,9 (4,3-5,4)	0,69 (0,50-0,93)
Hardangerfjorden	5	5,8 (2,5-9,0)	4,1 (1,7-7,0)	0,36 (0,15-0,66)
Høgsfjorden, Ryfylke	1	15,0	11,0	1,3
Oslofjorden	3	14,3 (12,2-16,1)	11,9 (11,5-12,2)	0,35 (0,31-0,38)
Nordsjøen	15	14,0 (12,0-17,4)	12,7 (10,1-18,2)	1,1 (0,60-1,5)

Noe overraskende var at de dominerende kongenerne var delt i to grupper etter lokalitet. PCB-138 og 153 var de dominerende kongenerne i prøver fra Trondheimsfjorden,

Hardangerfjorden, Høgsfjorden og Nordsjøen, mens PCB-101 og 118 var de dominerende i prøver fra Sognefjorden og Oslofjorden. Dette var forskjellig fra det som ble funnet i brisling på boks, hvor alle prøvene hadde PCB-138 og 153 som de dominerende PCB kongenerne. Det kan bety at det er brisling fra Trondheimsfjorden, Hardangerfjorden og havbrisling som er benyttet til hermetisering. Selv om brisling analyseres som hel brisling, var konsentrasjonen av sum PCB₇ i samme størrelsesorden som det som ble funnet i filet av NVG sild og makrell (Frantzen et al. 2009; 2010; www.nifes.no/sjømatdata). Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom fettinnhold og sum PCB₇ i denne undersøkelsen.

Innholdet av bromerte flammehemmere (sum PBDE₇) i fersk brisling er også vist i tabell 18. Nivåene er i samme størrelsesorden som de som er rapportert for brisling på boks (tabell 14), samt de som er funnet i filet av NVG sild, Nordsjøsilde og makrell (Frantzen et al. 2009; 2010; www.NIFES.no/Sjømatdata).

Metaller i fersk brisling

Arsen

Arseninneholdet i samleprøver av brisling fanget i Sør Norge høsten 2010 er vist i tabell 18. Gjennomsnittskonsentrasjonen av arsen varierte fra 2,7 mg/kg våtvekt (Sognefjorden og Nordsjøen) til 5,5 mg/kg våtvekt (Hardangerfjorden). Den høyeste arsenkonsentrasjonen som ble registrert var i en samleprøve fra Hardangerfjorden på 6,4 mg/kg våtvekt. Det var således små forskjeller i arsenkonsentrasjonen mellom de forskjellige fangststedene.

Arsenkonsentrasjonene i brisling som ble funnet i dette prosjektet er omtrent tilsvarende eller litt høyere enn det som er funnet i brisling tidligere og som er rapportert i NIFES' Sjømatdata (www.NIFES.no/Sjømatdata).

Tabell 18. Gjennomsnittskonsentrasjon (min-maks) av arsen, kadmium, kvikksølv og bly (mg/kg våtvekt) i samleprøver av hel brisling fanget høsten 2010. Gjennomsnittsvekt (g) av 25 fisk i hver av samleprøvene. EUs øvre grenseverdier er vist.

Table 18. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury and lead (mg/kg wet weight) in five pooled samples of fillet of mackerel. Mean weight (g) of the five fish included in each pooled sample, as well as weight range is also shown. EU's upper limits are given.

Lokalitet Locality	N	Arsen Arsenic (mg/kg ww)	Kadmium Cadmium (mg/kg ww)	Kvikksølv Mercury (mg/kg ww)	Bly Lead (mg/kg ww)
EU-grense/limit			0,05	0,5	0,2
----- Gjennomsnitt/Mean (min – maks) -----					
Trondheimsfjorden	1	3,6	0,009	0,019	<0,01
Sognefjorden	7	2,7 (2,5-3,5)	0,012 (0,010-0,018)	0,025 (0,023-0,028)	<0,01-0,013
Hardangerfjorden	5	5,5 (4,5-6,4)	0,016 (0,012-0,019)	0,017 (0,009-0,027)	<0,01-0,013
Høgsfjorden, Ryfylke	1	4,0	0,003	0,017	<0,01
Oslofjorden	3	3,0 (2,9-3,1)	0,005 (0,004-0,005)	0,020 (0,018-0,021)	<0,01-0,017
Nordsjøen	15	2,7 (2,2-2,9)	0,013 (0,010-0,016)	0,020 (0,018-0,025)	<0,01

Sjømatdata viser til to undersøkelser en fra 1995 og en fra 2001. Undersøkelsen fra 1995 viser en variasjon i arsenkonsentrasjonen fra 1,3 til 2,3 mg/kg våtvekt, mens undersøkelsen fra 2001 viser arsenkonsentrasjoner fra 2,6 til 4,5 mg/kg våtvekt. EU har foreløpig ikke satt noen øvre grenseverdi for total arsen i matvarer og heller ikke for sjømat. Konsentrasjonen av arsen i fersk brisling var også i samme område eller litt høyere enn det som ble funnet i brisling på boks, der arsenkonsentrasjonen varierte fra 0,78 til 4,4 mg/kg våtvekt.

Kadmium

Kadmiuminnholdet i samleprøver av brisling fanget i Sør Norge høsten 2010 er vist i tabell 18. Gjennomsnittskonsentrasjonen varierte fra 0,003 mg/kg våtvekt (Høgsfjorden, Ryfylke) til 0,016 mg/kg våtvekt (Hardangerfjorden). Den høyeste kadmiumkonsentrasjonen som ble registrert var i en samleprøve fra Hardangerfjorden med 0,019 mg/kg våtvekt. Det at de høyeste verdiene ble funnet i prøver fra Hardangerfjorden, var ikke overraskende med den historien Hardangerfjorden med Sørfjorden har knyttet til kadmiumforurensing fra industrien i området. Kadmiumkonsentrasjonene i brisling som ble funnet i dette prosjektet samsvarer med de resultatene som er funnet tidligere for brisling og som er rapportert i NIFES' Sjømatdata (www.NIFES.no/Sjømatdata). Sjømatdata viser til to undersøkelser en fra 1995 og en fra 2001, og begge undersøkelsene viser konsentrasjoner av kadmium på 0,02 mg/kg våtvekt. Begge undersøkelsene baserte seg på prøver fra Hardangerfjorden. Kadmiumkonsentrasjonene i fersk brisling var i samme område eller lavere enn det som ble funnet i ulike typer brisling på boks. Alle resultatene for kadmium funnet i denne undersøkelsen var lavere enn EU og Norges øvre grenseverdi som er satt til 0,05 mg/kg våtvekt.

Kvikksølv

Kvikksølvinnholdet i samleprøver av brisling fanget i Sør Norge høsten 2010 er vist i tabell 18. Gjennomsnittskonsentrasjonen varierte fra 0,017 mg/kg våtvekt (Hardangerfjorden og Høgsfjorden, Ryfylke) til 0,025 mg/kg våtvekt (Sognefjorden). Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble registrert var i en samleprøve fra Sognefjorden med 0,028 mg/kg våtvekt. Resultatene viser at det er små konsentrasjonsforskjeller for kvikksølv mellom de forskjellige områdene hvor brislingen ble fisket. Kvikksølvkonsentrasjonene som ble funnet i brisling i dette prosjektet samsvarer med de resultater som er funnet tidligere og som er rapportert i NIFES' Sjømatdata (www.NIFES.no/Sjømatdata). Sjømatdata viser til to undersøkelser en fra 1995 og en fra 2001, og begge undersøkelsene viser konsentrasjoner av kvikksølv på henholdsvis 0,01 og 0,02 mg/kg våtvekt. Konsentrasjonene samsvarte også med det som er rapportert for brisling på boks i denne undersøkelsen. Alle resultatene for kvikksølv funnet i denne undersøkelsen var lavere enn EU og Norges øvre grenseverdi som er satt til 0,5 mg/kg våtvekt.

Bly

Blyinnholdet i samleprøver av brisling fanget i Sør Norge høsten 2010 er vist i tabell 18. De fleste prøvene hadde et blyinnhold som var lavere enn 0,01 mg/kg våtvekt. Dette samsvarer med de resultatene som er rapportert i Sjømatdata og med resultatene for brisling på boks.

Perfluorerte alkylstoffer (PFAS) i fersk brisling

Innholdet av PFAS i prøvene av brisling fanget i ulike fjorder og i Nordsjøen er vist i tabell 19. Prøvene fra Trondheimsfjorden hadde ikke kvantifiserbart innhold av noen PFAS. De resterende posisjonene hadde alle et kvantifiserbart innhold av PFOS. Prøver fra Oslofjorden og Nordsjøen hadde kvantifiserbart innhold av PFOS-forløperen PFOSA. For PFOA var det kvantifiserbart innhold bare i prøver fra Nordsjøen. Prøvene fra Hardangerfjorden og Oslofjorden hadde kvantifiserbart innhold av PFUdA. Sognefjorden var den eneste posisjonen med kvantifiserbart innhold av den vannløselige PFOS-erstatteren PFBS.

Tabell 19. Gjennomsnittskonsentrasjon (min-maks) av ulike PFAS-forbindelser (µg/kg våtvekt) i hel brisling fanget ved ulike uttakssteder høsten 2010.

Table 19. Concentrations of PFCs (µg/kg wet weight) in samples of whole sprat sampled at different sites autumn 2010.

Omr. Area	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDCS	PFOSA	PDBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFHxDA	PFODA
----- Gjennomsnitt/Mean (min – maks), µg/kg vv -----																		
Trondheimsfj.	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Sognefj.	2,3 (2,2-2,3)	<0,3	0,7 (0,3-1,3)	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Hardangerfj.	<1,5	<0,3	1,3 (0,7-2,2)	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,5 (0,4-0,7)	<0,3	0,3	<0,3	<24	<24
Høgsfj.	<1,5	<0,3	0,4	<0,3	<0,9	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Oslofj.	<1,5	<0,3	1,4 (1,2-1,7)	<0,3	2,4 (1,5-4,1)	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,4 (0,3-0,4)	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24
Nordsjøen	<1,5	<0,3	0,6 (0,3-1,2)	<0,3	1,1 (1,1-1,1)	<1,5	<0,3	<0,3	<0,3	0,3 (0,3-0,3)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<24	<24

Konklusjoner

Ingen av de oljene som ble inkludert i denne undersøkelsen hadde et innhold av sum dioksiner (PCDE) og furaner (PBDF) som overskred EUs øvre grenseverdi på 2,0 ng TE/kg, og det var heller ingen av prøvene som overskred den norske øvre grenseverdi for sum PCDD, PCDF og dl-PCB på 5 ng TE/kg.

Konsentrasjonene av metaller, sum PCB₇, sum PBDE₇, og sum PCDD, PCDF og dl-PCB i prøver av brisling på boks samt samleprøver av fersk brisling fra Trondheimsfjorden, Sognefjorden, Hardangerfjorden, Høgsfjorden i Ryfylke, Oslofjorden samt havbrisling fanget i Nordsjøen var lave sammenlignet med de øvre grenseverdiene som er gitt av EU og Norge der slike finnes. Fersk brisling fra Høgsfjorden, Oslofjorden og havbrisling fra Nordsjøen hadde imidlertid høyere konsentrasjoner enn brisling fanget i Trondheimsfjorden. PFOS ble funnet i kvantifiserbare mengder i de fleste prøvene av brisling. Det ble ikke påvist noen PFAS i oljeprøvene. Fersk brisling og brisling på boks hadde stort sett samme nivå av de ulike fremmedstoffene.

Salmonella ble ikke påvist i noen av de 64 prøvene av brisling og brislingprodukter eller marine oljer som inngikk i dette arbeidet.

Referanser

- Frantzen, S., Måge, A., Julshamn, K. (2009). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i Norsk Vårgytende Sild. NIFES, Bergen. 24 sider.
- Frantzen S., Måge, A., Julshamn, K. (2010). Basisundersøkelse fremmedstoffer i Nordøstatlantisk makrell (*Scomber scombrus*). Sluttrapport. NIFES, Bergen. 33 sider.
- Julshamn K, Øygard J og Måge, A (2008). Årsrapport 2007 Mattilsynet Miljøgifter i fisk, 20. august, 33 sider
- Kåre Julshamn og Sylvia Frantzen (2010). Miljøgifter i fisk og fiskevarer - En rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer til humant konsum. Mattilsynet, årsrapport 2009, 13 sider.
- Lunestad, B.T., L. Nesse, J. Lassen, B. Svihus, T. Nesbakken, K. Fossum, J. T. Rosnes, H. Kruse and S. Yazdankhah (2007). *Salmonella* in fish feed; occurrence and implications for fish and human health in Norway, *Aquaculture*, 256:1-8.
- Lunestad, B.T. and K. Borlaug (2009). Persistence of *Salmonella enterica* serovar Agona in oil for fish feed production, *J. Aquaculture Feed Sci. Nutr.*, 1(3):73-77.
- Pethon, P. (1985). Brisling s. 256 i: Aschehougs store fiskebok, Aschehoug, Oslo.
- Schmeisser, E., Goessler, W., Kienzl, N. and Francesconi, K.A. (2005). The direct measurement of lipid-soluble arsenic species in biological samples with HPLC-ICPMS. *Analyst*. 130: 948-955.