

Oppsummering med resultater fra prosjektet "FHF-aktiviteter innenfor matvaretrygghet"

Prosjektsammendrag

Delprosjekt 1:

Norsk fiskerinæring er først og fremst en eksportnæring og produktene som produseres konkurrerer med en rekke andre produkter i matvaremarkedet. For å lykkes i de ulike internasjonale markedene er det en rekke faktorer som har betydning. Et viktig bidrag er at norsk sjømat er dokumentert trygg mat, det betyr at matproduktene fra havet har et dokumentert innhold av fremmedstoffer som er akseptabelt ut fra øvre grenseverdier gitt i internasjonale lovverk (Codex (FN), EU, FDA (USA)). Grenseverdiene som er fastsatt er basert på kunnskap innen forskningsfeltet næringsmiddel toksikologi. I dette delprosjektet har POPs (Persistent Organic Pollutants) samt metaller blitt undersøkt i produkter som er viktige for Norge i eksportsammenheng og som ikke er inkludert i NIFES sin Marine miljødatabase, som f. eks. breiflabb, gråsteinbit, torskelever, krabbe og hummer. Resultatene viser at noen av produktene, som for eksempel stor kveite og brunmat av krabbe, kan ha innhold av fremmedstoffer som overstiger EUs øvre grenseverdi.

Delprosjekt 2:

Polibromerte difenyletere (PBDEer) er en klasse av de bromerte flammehemmere (BFR) som er brukt i mange forskjellige forbruksartikler som for eksempel tekstiler. I det disse ikke er bundet til andre kjemiske stoffer i produktet frigies de lett til miljøet. Ny kunnskap viser at hovedkilden til human eksponering er via maten. Derfor har NIFES utviklet og validert en følsom og robust metode til bestemmelse av de viktigste kongenerne av polibromerte difenyletere (PBDE 28, 47, 99, 100, 153 og 154) som finnes i sjømat. Metodens prinsipp inkluderer bruk av "Accelerated solvent extraction" (ASE) instrumentering hvor gjenvinningen med diklormetan/heksan fulgt av to vaskinger med svovelsyre gav en gjenvinning som var bedre enn 80% for de nevnte PBDE kongenerne. GC/MS er brukt til analyse og metoden anvendte splitless injeksjon på en silica kapilærkolonne (30 m x 0,25 mm) og en NCI deteksjon av bromioner. Kvantifiseringsgrensen i fôr, vev og olje ble funnet til 32 pg/g for PBDE 28, 47, 99 og 100 og 64 pg/g for PBDE 153 og 154. Det ble påvist kvantifiserbare nivåer i alle de sjømatprøvene som ble analysert i prosjektet.

Delprosjekt 3:

I oppdrett av laks er kontaminering med POPs en av de største utfordringene i forhold til trygg sjømat. POPs inkluderer klorerte hydrokarboner, som dioksiner og dioksinlignende PCB (polychlorinated biphenyls) og videre bromerte eller fluoreerte hydrokarbonforbindelser. Forventet endring i lovverk og grenseverdier både nasjonalt og internasjonalt vil i første omgang fokusere på dioksiner og dioksinlignende PCB (DLPCB). Dersom lovverk eller forbrukerne krever det kan produksjonen av laks med et lavere dioksininnhold enn i dag være en stor utfordring. Bruk av alternative oljekilder i fiskefôr, som vegetabiliske oljer med naturlig lave dioksinnivåer, har potensiale til å møte denne utfordringen. I forbindelse med risikovurdering av produksjon av sjømat er bestemmelse av akkumulerings- og eliminerings hastighet et viktig trinn for å kunne estimere filletkonsentrasjoner ut fra kjente fôrkonsentrasjoner av dioksiner. Graden av overføring av dioksiner fra fôr til fillet er avhengig av en rekke faktorer som for eksempel dioksiners kjemiske form og sammensetning (kongener), lengde og dose av eksponeringen, fiskens livsstadium, fôrfaktor og veksthastighet. For en riktig risikovurdering må de eksperimentelle betingelsene derfor være

realistiske og ligge nær opp til de betingelser som foreligger ved kommersiell produksjon av laks.

Mål:

A) I den første fasen (april 2002-januar 2004) av prosjekter ble laks fôret gjennom en hele livs- syklusen med fôr basert på fiskeolje eller vegetabilskolje. Nivåer av dioksiner og dioksinlignende PCBer ble dokumentert gjennom hele livssyklusen

B) I den andre delen av prosjektet (januar 2004-august 2004) ble en kinetisk modell etablert som estimerer konsentrasjoner av dioksiner og DLPCBer i laks ut fra kjente fôrkonsentrasjon.

Målsetning

Hovedmålet for prosjektet var å sikre kunnskap om sjømat som trygg mat gjennom overvåkning og forskning. Dette ble gjort gjennom **tre delprosjekter**:

Delprosjekt 1. Økning av overvåkningskapasitet med hensyn på trygg sjømat.

Delprosjekt 2. Analysekapasitet og metodeutvikling (dvs. metodeutvikling av polibromerte flammehemmere)

Delprosjekt 3. Studier og risikovurdering; overføring av av uønskede stoffer fra fôr til fisk

Gjennomføring av de ulike delprosjekter samt oppnådde

resultater:

Prosjektet har oppnådd ny og viktig kunnskap knyttet til fremmedstoffer i sjømat gjennom overvåkning, metodeutvikling og biologiske studier på laks. Kunnskapen har vært nyttig i tilknytning til blant annet dokumentasjon av fremmedstoffer i norske sjømatprodukter til eksport.

Delprosjekt 1 (Økning av overvåkningskapasitet knyttet til trygg mat)

Dette delprosjektet har fokusert på fremmedstoffer i fisk og andre sjømatprodukter og således generert dokumentasjon knyttet til sjømattrygghet. De artene det har vært fokusert på i prosjektet har vært breiflabb, gråsteinbit, hummer, krabbe, kveite og torskelever. Det er spesielt to grupper av fremmedstoffer som er vektlagt i dette delprosjektet, nemlig dioksiner/DLPCBer og bromerte flammehemmere, men 20 metaller og PCB₇ har også vært analysert. Dette på bakgrunn av den oppmerksomhet disse stoffgruppene har fått i internasjonal presse, samt i vitenskapelig litteratur i de siste årene. Disse mediaoppslagene viste at det er avgjørende for Norge som en stor fiskerinasjon å ha pålitelig og troverdig dokumentasjon fra overvåkning og forskning på fremmedstoffer i sjømat.

Polibromerte flammehemmere (BFR) er stoffgrupper som har gode bruksområder for å forhindre brannskader i vårt moderne samfunn, men stoffgruppene har åpenbart også betydelige negative sider både knyttet til mennesker, dyr og miljø. Det som volder bekymring med bruken av BFR er blant annet følgende:

- tilførselen til miljøet i den vestlige verden øker mye,
- mange av de kjemiske formene er persistente og bioakumulerende,
- BFR ligner strukturelt på PCB og thyroindhormoner og ligner PCB i toksisitet,
- danner bromerte dioksiner og som sammen med PCB og dioksiner kan være mer toksiske enn TCDD som er den mest toksiske av dioksin kongenerne,

- hormonhermere og
- fortsatt ingen øvre grenseverdi satt verken av JECFA/Codex eller EU.

Den gruppen av BFR som det har vært mest fokus på i forsknings og overvåkingssammenheng er polibromerte difenyletere (PBDE) med følgende kongenere: PBDE-28, 47,99,100,153 og 154. Analysemetode til bestemmelse av disse stoffene har blitt implementert, validert og akkreditert i delprosjekt 2.

De viktigste resultatene for PBDE er gitt i tabell 1. Resultatene i tabell 1 viser blant annet at innholdet av PBDE i oppdrettslaks er tilsvarende det som finnes i viltfanget sild. Videre viser resultatene at PBDE-47 er den dominerende kongener i alle sjømatprodukter som er undersøkt, unntatt i brunmat av krabbe hvor også kongenerne PBDE-99 og PBDE-153 har et betydelig innhold. I tillegg viser resultatene at det er betydelige individuelle forskjeller innen samme art (kveite) samt store variasjoner i konsentrasjonen knyttet til lokalitet. Størst forskjell er det i konsentrasjonen av PBDE i kveite med en variasjon for sum PBDE fra 0,32 til 17,6 µg/kg våt vekt, men også brunmat av krabbe viste store variasjoner fra 0,56 til 7,0 µg/kg v.v..

Tabell 1. Innhold av PBDE kongenere (µg/kg våt vekt) i forskjellige sjømatprøver. Konsentrasjonsområdet er gitt i µg/kg. Analyserresultater av oppdrettslaks, makrell og norssjøsild er hentet fra Delprosjekt 2.

Art	PBDE-28 (µg/kg)	PBDE-47 (µg/kg)	PBDE-99 (µg/kg)	PBDE-100 (µg/kg)	PBDE-153 (µg/kg)	PBDE-154 (µg/kg)	Σ PBDE (µg/kg)
Oppdrettslaks (n=20)	0,12 (0,05-0,24)	1,7 0,7-3,1	0,27 (0,15- 0,47)	0,30 (0,12- 0,52)	0,05 (0,03- 0,07)	0,11 (0,05- 0,16)	2,5 (1,1-4,5)
Makrell (n=5)	0,09 (0,08-0,10)	0,86 (0,76- 1,1)	0,26 (0,20- 0,33)	0,16 (0,14- 0,20)	0,04 (0,03- 0,05)	0,06 (0,05- 0,08)	1,5 (1,3-1,8)
Nordsjøsild (n=10)	0,07 (0,06-0,08)	1,2 (0,75- 1,8)	0,18 (0,08- 0,29)	0,36 (0,01- 0,39)	0,03 (0,02- 0,04)	0,05 (0,03- 0,09)	1,9 (1,0-3,5)
Kveite (n=18)	0,21 0,01-0,57)	4,7 (0,15- 14,5)	0,15 (0,02- 0,48)	0,44 (0,01- 1,5)	0,07 (0,02- 0,18)	0,19 (0,02- 0,68)	5,7 (0,32- 17,6)
Torskelever (n=5)	0,37 (0,30-0,47)	5,7 (4,0-7,4)	0,15 (0,11- 0,19)	0,67 (0,46- 0,90)	0,03 (0,02- 0,03)	0,40 (0,26- 0,58)	7,3 (5,2-9,5)
Krabbe, klo- kjøtt (n=5)	< 0,01	0,04 (0,03- 0,05)	0,02 (0,01- 0,02)	< 0,01	< 0,02	< 0,02	0,05 (0,03- 0,07)
Krabbe, brunmat (n=5)	0,04 (<0,01-0,1)	0,90 (0,09- 3,1)	0,67 (<0,01- 2,3)	0,23 (0,02- 0,80)	0,53 (0,06- 1,6)	0,12 (<0,02- 0,37)	2,4 (0,56- 7,0)

Resultatene av PBDE oppnådd i dette prosjektet tyder på at det er store individuelle variasjoner innen samme art, store artsforskjeller samt at det for krabbe og hummer er betydelige forskjeller mellom prøvetakingslokaliteter. BFR, foreløpig målt som PBDE, synes å ha videre utfordringer knyttet både til forskning og dokumentasjon.

Dioksiner og dioksinlignende PCBer

Tabell 2 viser innholdet av dioksiner (PCDD) og furaner (PCDF) samt sum av disse to, og i tillegg er resultatene av non-orto PCB og mono-orto PCB, de dioksinlignende PCBer (DLPCB) vist i torskelever, kveite, krabbe og hummer. Innholdet i muskel av gråsteinbit og breiflabb var lave og er således ikke inkludert. Et interessant trekk ved resultatene er at innholdet (TE) av PCDF stort sett var dobbelt så høyt som for PCDD, og at innholdet av non-orto PCB står for 65% av summen av toksiske ekvivalenter (TE) i lever, mens mono-orto PCB står for ca. 20 %. Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCBer er betydelig lavere i lever av torsk fanget i åpent hav sammenlignet med torsk som er fanget i fjorder og kystnære områder (SNT, Nærkontakt nr. 1 2003). Tilsvarende tall for kveite er ca. 55% for non-orto PCB, 20% for mono-orto PCB, 8% for PCDD og 17% for PCDF. EU's øvre grenseverdi for sjømat på 4 ng-TE/kg blir overskredet av kveite med vekt på over 130 kg. Mindre kveite synes ikke å by på noe problem knyttet til dioksiner. Datagrunnlaget knyttet til kveite er foreløpig svært lite og det bør settes i gang et større overvåkningsprosjekt for å studere om det er andre faktorer enn alder/vekt som påvirker innholdet av PCDD/F og DLPCB i denne arten. Dette er viktig informasjon for et fiske som eksporterer for mer enn 20 mill NOK. Fordelingen mellom PCDD/F og DLPCB i krabbe og hummer er forskjellig fra det som ble funnet for torskelever og kveite. For klokjøtt av krabbe og hvitt-kjøtt av hummer er innholdet av alle grupper som gir TE lave.

Tabell 2. Innhold av dioksiner (PCDD/PCDF) og dioksinlignende PCB (non-orto og mono-orto PCB) i norske sjømatprodukter inkludert i dette prosjektet.

Art	Dioksiner (ng TE/kg v.v.)	Furaner (ng TE/kg v.v.)	Sum Dioksiner/Furaner (ng TE/kg v.v.)	Non-orto PCB (ng TE/kg v.v.)	Mono-orto PCB (ng TE/kg v.v.)
Torskelever	0,56 (0,38-0,76)	1,53 (1,34-1,79)	2,1 (1,8-2,4)	9,4 (7,4-13,0)	3,1 (2,3-4,4)
Kveite	0,86 (0,13-2,16)	1,89 (0,19-5,41)	2,75 (0,29-7,57)	5,75 (0,33-19,6)	2,02 (0,11-7,78)
Krabbe, klokjøtt	0,08 (0,04-0,22)	0,32 (0,07-0,81)	0,41 (0,11-1,03)	0,12 (0,07-0,24)	0,04 (0,02-0,07)
Krabbe, brunmat	1,14 (0,58-2,22)	2,17 (0,96-4,71)	3,32 (1,64-6,93)	2,25 (0,99-4,79)	0,72 (0,20-1,45)
Hummer,hvitt kjøtt	0,17 (0,09-0,25)	0,38 (0,26-0,51)	0,54 (0,39-0,75)	0,39 (0,17-0,75)	0,13 (0,05-0,24)
Hummer, innmat	3,01 (1,45-5,27)	5,51 (3,23-7,92)	8,52 (4,68-13,2)	7,57 (3,33-15,7)	3,08 (0,87-8,10)

Når det gjelder brummat av krabbe og innmat av hummer, synes fangstlokaliteten å ha en avgjørende betydning for innholdet av PCDD/F og DLPCB. For begge disse prøvetypene har ikke non-orto PCB den dominerende rollen som den hadde for torskelever og kveite.

Metaller

Et annet viktig funn som dette prosjektet har avdekket er at fett i sjømat inneholder en betydelig mengde arsen. Arsenspeciene som har vært undersøkt frem til nå har vært stort sett knyttet til vannfasen i sjømat (e.g. arsenobetain og lignende forbindelser). Bestemmelse av molekylstruktur og toksisitet av fettløselige arsenspecier bør være en prioritert forskningsoppgave knyttet til trygg sjømat.

Det ble videre avdekket en stor variasjonen i innholdet av kadmium i brunmat av krabbe og innmat av hummer fra forskjellige lokaliteter langs norske kysten. Et betydelig innhold av kadmium i brunmat hos krabbe har lenge vært kjent (Måge, 1986), men det var overraskende at kadmiuminnholdet varierte så mye som fra 0,7 mg/kg til 19 mg/kg våt vekt. Med et akseptabelt ukentlig inntak av kadmium (PTWI) på 490 µg vil ikke mer enn 25 gram brunmat være å anbefale som inntak fra lokaliteter med det høyeste kadmiuminnholdet, og det forutsetter også at andre matvarer i kostholdet ikke inneholder kadmium, noe som er lite sannsynlig.

Delprosjekt 2 (Analysekapasitet og metodeutvikling)

Dette delprosjektet var avgjørende for gjennomføringen av Delprosjekt I som er beskrevet ovenfor. Polibromerte flammehemmere (BFR) er en gruppe fremmedstoffer som forekommer i lave konsentrasjoner i miljøet også i sjømat. De er fettløselige, persistente og de lar seg vanskelig bryte ned. Det vil si at disse stoffene forekommer i de høyeste konsentrasjonene i prøver med høyt fettinnhold. Foreløpig er det begrenset informasjon knyttet til human toksisitet av de forskjellige kongenerne av BFR. Grunnen til dette er at dette er en gruppe stoffer som er forholdsvis nye i bruk. Den gruppen av BFR som er viet størst interesse i vitenskapelig sammenheng er polibromerte difenyletere (PBDE) og en analysemetode til bestemmelse av disse ble implementert, validert og akkreditert i dette prosjektet. De mest fokuserte kongenerne er de med fem og seks brom på bensenringene, nemlig BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 og BDE-154.

Vi kunne bruke allerede eksisterende instrumentering til prosjektet

- 1) Analysemetoden ble implementert, validert og akkreditert for forskjellige sjømatprodukter.
- 2) Analysemetodens prinsipp er som følger: Testprøven frysetørkes, homogeniseres og tilsettes intern standard. Prøven ekstraheres med heksan/diklormetan på ASE (Accelerated Solven Extractor). Ekstraktet renses for fett og det gjøres ved at fettet brytes ned med konsentret svovelsyre på silica gel. Det rensede ekstraktet blir så satt på en kapilærkolonne og de forskjellige kongenerne av BDE føres inn i massespektrometeret for kvantifisering. Prinsippet følger "singel ion monitoring" (SIM) ved negativ kjemisk ionisering. Kvantifiseringen skjer ved eksten kalibrering med bruk av seks kalibreringspunkter.
- 3) Metodens valideringsresultat viste at både tilfeldige og systematiske feil var under kontroll.
- 4) Følgende kontroll rutiner følges for å sikre metodens kvalitet:
 - a) standardløsning blir kontrollert,
 - b) paralleller blir kjørt,
 - c) blindprøver blir inkludert for å se om kjemikalier og utstyr bidrar med analytten,
- 5) kontrollmateriale blir alltid inkludert. Dette er materiale med kjent innhold,
 - e) kontrollkort blir ført for å påse at ikke noen systematisk feil er i ferd med å skje med metoden og
- 6) deltagelse i ringtester for å sikre metodens riktighet.
- 7) Akkreditering

Prøver av en rekke sjømatprodukter er analysert i dette prosjektet og resultatene er vist i tabell 1 under delprosjekt 1.

Delprosjekt 3 (Risikovurdering; overføring av uønskede stoffer fra fôr til fisk)

Mål A) Undersøke en eventuell reduksjon av dioksiner og dioksinlignende PCB i Atlantisk laks ved å fôre fisken med fôr som inneholder vegetabilsk olje i hele livssyklusen til fisken (april 2002 til januar 2004)

Atlantisk laks ble fôret med ekstudert fôr basert på enten 100% fiskeolje (FO) eller 100% vegetabilsk olje (VO) i 22 måneder. Syv påfølgende fôringsperioder ble studert. Gjennom forsøksperioden vokste fisken og det forårsaket at mengde olje i fôret til fisken og pelletstørrelsen kunne økes i de forskjellige fôringsperiodene. Konsentrasjonen av poliklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner (PCDD/F) and dioksinlignende PCBer (DLPCBer) ble analysert i hel fisk ved start og ved slutten av hver av de syv fôringsperiodene. Konsentrasjonene av PCDD/F & DLPCB i fôret med FO økte fra 2.4 to 4.7 ng WHO TEQ kg⁻¹, mens innholdet i VO-fôret viste et fall i innholdet fra 1.1 to 0.33 WHO TEQ kg⁻¹ etter som oljemengden i fôret økte. Partiell minstekvadraters regresjonsanalyse viste følgende faktorer som signifikant påvirket fiskens innhold av PCDD/F og DLPCB: konsentrasjonen i fôret, veksthastigheten, fôrutnyttelsen, men ikke lipidinnholdet. Anvendelse av vegetabilsk olje reduserte signifikant nivåene av PCDD/F og DLPCB (henholdsvis 8 og 12 ganger) i fileten av 2 kg laks. Vegetabilsk olje påvirket derimot negativt helseparametre som n-3/n-6 fettsyreforholdet i fileten. Filetnivåene av de helse- fremmende n-3 fettsyrene og spesielt de fettsyrer med svært lange kjedelengder (VLC) n-3 (20:5n-3, 22:5n-3 and 22:6n-3) var signifikant lavere i VO-fôret fisk sammenlignet med FO-fôret fisk, mens nivåene av n-6 fettsyrer økte signifikant. Denne forandringen i n-3 og n-6 fettsyre- konsentrasjonen gav et n-3/n-6 forhold i VO-fisken på 0.9±0.1, mens FO-fisken hadde et forhold som tilsvarte 5.1±0.1. Summen-TEQ av PCDD/F & DLPCB i laksefilet fôret med FO var 1.9±0.3 ng WHO-TEQ kg⁻¹ våt vekt, mens laksefilet fôret med VO var 0.3±0.2 ng WHO-TEQ kg⁻¹. Laks fôret med 100% VO viste et innhold for sum-TEQ PCDD/F & DLPCB som var tre til fire ganger lavere enn det lavest rapporterte innholdet av sum-TEQ PCDD/F og DLPCB i filet av norsk Atlantisk laks.

Mål B) Etablere en kinetisk model for å kunne forutsi nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCBer i fisken når fôrnivåene er kjent. dioksinlignende PCBer i fisken når fôrnivåene er kjent.

I del B) av prosjektet (januar 2004-juni 2004) ble fisken fôret vegetabilsk- eller fiskeolje i et cross-over design. Laks først fôret med vegetabilsk olje (VO) med lavt innhold av PCDD/F & DLPCB ble fôret med fiskeolje (FO) og visa-versa i 3.5 måned. I tillegg til cross-over design ble laks fortsatt fôret med fiskeolje (FO) og vegetabilskolje (VO). Forsøket viste at vegetabilsk-fôret fisk som de siste 3,5 månedene gikk over på fiskeolje gjenvant de positive n-3 fettsyrene, men innholdet av dioksin så vel som innholdet av dioksinlignende PCBer økte. Den gruppen fisk som først ble fôret med VO og tilslutt fôret med FO viste et innhold i fileten av sum-TEQ of PCDD/F & DLPCB på 0.85 ±0.14 ng WHO-TEQ kg⁻¹ våt vekt. Filetnivået til 4 kg laks som ble fôret sammenhengende med FO-fôr hadde til slutt et innhold av sum-TEQ of PCDD/F & DLPCB på 1.56±0.23 ng WHO-TEQ kg⁻¹ våt vekt. Forholdet i filetkonsentrasjon mellom av n-3 og n-6 fettsyrer økte fra 1.1±0.1 til 2.23±0.3 når VO-fisk ble fôret de siste 3,5 månedene med FO. Dette er 50% lavere enn det som ble funnet i laks som kun ble fôret med FO (n-3/n-6 fettsyreforhold på 5.6 ± 0.12). Opptakshastigheten (korrigert for eliminering og vekst) av DLPCB i fisken (0.005 pg day⁻¹) var signifikant (p<0.01) høyere enn for PCDD/F (0.002 pg day⁻¹). Dette forklarer de høyere filetkonsentrasjonene av DLPCB sammenlignet med PCDD/F (DLPCB:PCDD/F på 2.4±0.1 for både VO and FO fôret fisk), og for fôret (DLPCB:PCDD/F på henholdsvis 1.5 og 0.34 i fôr tilsatt FO og VO).

Akkumulerings- og elimineringshastighetene ble kvantifisert og implementert i en en-kompartiment kinetisk model. Modellen inkluderer også korreksjonsfaktorer for veksthastighet og fôrutnyttelse. Modellen kan forutsi innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i laksemuskel når innholdet i fôret til fisken er kjent.

Populærvitenskapelig fremstilling av de viktigste forskningsresultatene

- 1) Resultatene har dokumentert nivåene av PBDE i sjømat og viste også at fordelingen av de forskjellige PBDE kongenerne varierte fra sjømatprodukt til sjømatprodukt.
- 2) Konsentrasjonen av PBDE var for de fleste sjømatprodukter lavere enn tilsvarende verdier for PCB₇, unntatt for stor kveite.
- 3) PBDE innholdet i brunmat av krabbe varierte betydelig fra lokalitet til lokalitet.
- 4) Stor kveite hadde et dioksin-innhold som oversteg 4 ng TEQ/kg våt vekt som er EUs øvre grenseverdi og som i ennå større grad vil overskride kommende verdi på 8 ng TEQ/kg når DLPCB blir inkludert i grenseverdien.
- 5) Dioksininnholdet i brunmat av krabbe og i innmat av hummer avhang av lokalitet, og for enkelte lokaliteter oversteg EUs øvre grenseverdi på 4 ng TE/kg våt vekt.
- 6) Kadmiuminnholdet var høyt i brunmat av krabbe fanget på enkelte lokaliteter.
- 7) Arsen er også funnet i fett delen av sjømatproduktet.
- 8) Analysemetode til bestemmelse av PBDE er validert og akkreditert.
- 9) Vegetabiliske fettkilder som ingredienser i fôr til laks har et naturlig lavere innhold av dioksiner, furaner og dioksinlignende PCBer enn tilsvarende marine oljer.
- 10) Vegetabiliske oljer gitt i fôret til laks vil påvirke innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCBer i filet av laks.
- 11) Ulempen ved å anvende vegetabiliske oljer som ingrediens i fôr til laks er at ω -3 innholdet i laksefilet minker.
- 12) Det er mulig å etablere en kinetisk modell for hvilke konsentrasjon av dioksiner og dioksinlignende PCBer er forventet når fôrkonsentrasjonen er kjent.