



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

Sluttrapport til Mattilsynet

Fremmedstoffer i prosesserte sjømatprodukter

- en rapport om fremmedstoffer, mikrobiologisk og
parasitologisk status for 35 prosesserte makrellprodukter

Kåre Julshamn, Bjørn Tore Lunestad, Arne Levsen,
Amund Måge & Kjersti Borlaug

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

Postboks 2029 Nordnes, 5817 Bergen

E-mail: kju@nifes.no

FORORD

Denne rapporten beskriver undersøkelser utførte på prosjektet "Fremmedstoffer i prosesserte sjømatprodukter 2006". Prosjektet ble gjennomført etter en bestilling fra Mattilsynet ved Nasjonalt senter for fisk og sjømat i Bergen.

Faglig ansvarlig ved NIFES har vært forskningssjef, dr. philos. Kåre Julshamn som hadde med seniorforskerne dr. scient. Amund Måge, dr. scient. Bjørn Tore Lunestad og dr. scient Arne Levsen i prosjektgruppe. Teknisk ansvarlig for prosjektet ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har vært Kjersti Borlaug og Ann Cathrine Einen. De har også vært ansvarlig for prøveregistrering, prøvesplitting og prøveflyt til de forskjellige laboratoriene, samt ansvarlig for analyser av kimtall, *Staphylococcus aureus*, termotolerante koliforme bakterier og *Listeria monocytogenes*. Tone Galluzzi og Abdula Mamun Haque har utført de mikrobiologiske analysene, mens Elise Midthun har gjennomført analyser med hensyn på parasitter.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Karstein Heggstad, John Nielsen, Tadesse T. Negash, Per Erik Hagen, Lene Hop Johannessen og Kari Breistein Sele har vært ansvarlige for analyser knyttet til dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB og polibromerte flammehemmere og pestisider, mens Berit Solli, Siri Bargård, Tonja Lill Eidsvik, Edel Erdal, Jorunn Haugsnes og Laila Sedal har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier.

Eurofins har vært benyttet som underleverandør for bestemmelser av PAH.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av dette prosjektet.

NIFES, mars 2007

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
INNLEDNING.....	4
EKSPERIMENTELT	5
PRØVETAKINGSPLAN OG OPPARBEIDING	5
ANALYSEMETODER.....	9
<i>Prøvepreparering og analyser av mikroorganismer</i>	<i>9</i>
<i>Prøvepreparering og analyser av parasitter</i>	<i>10</i>
<i>Prøvepreparering og kjemiske analyser.....</i>	<i>11</i>
RESULTATER OG DISKUSJON.....	16
MIKROBIOLOGISKE PARAMETRE	16
<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>16</i>
<i>Kimtall i ikke hermetiske produkter.....</i>	<i>17</i>
<i>Kimtall i makrellhermetikk</i>	<i>17</i>
PARASITTER	21
KJEMISKE PARAMETRE.....	23
ANALYSER AV METALLER	23
<i>Analyser av organiske miljøgifter.....</i>	<i>30</i>
ANBEFALTE OPPFØLGINGSAKTIVITETER	41

INNLEDNING

I 2005 ble det i Norge brakt i land rundt 1,7 millioner tonn av pelagiske fiskeslag til en samlet fangstverdi på 5,1 milliarder kroner. De viktigste pelagiske artene ordnet etter fangstverdi i 2005 var sild, makrell, kolmule, hestemakrell, lodde, brisling og øyepål.

Fra norske fartøyer ble det dette året levert omlag 120 tusen tonn makrell, noe som tilsvarte en fangstverdi på 1,5 milliarder kr og en eksportverdi på 2,3 milliarder kroner. Selv om størstedelen av denne makrellen blir eksportert, blir også en del konsumert innenlands, i hovedsak som prosseserte produkter. I dette prosjektet har vi undersøkt prøver av makrellprodukter for innenlandskonsum, og prøvene har bestått av hermetikk og røykte eller marinerte produkter.

EKSPERIMENTELT

Prøvetakingsplan og opparbeiding

I prosjektperioden er det innhentet til sammen 35 prøver av makrell for innenlands konsum, i form av hermetikk eller røykte produkter. Fra hvert produkt ble det innhentet nok materiale til å analysere for mikrobiologiske og parasittologiske parametre i to paralleller, og til kjemiske analyser. Prøvene ble innhentet lokale detaljister, og dekket Meny, Mega, Safari, Drageset Spar, Rema 1000, Rimi, Lerøy og Kiwi. Informasjon knyttet til hvor og når prøvene var innhentet, ble notert for hver prøvetype. Prøvene ble etter mottak registrert hos NIFES med egen kode. I tillegg ble produktnavn, produsent, produsentmerking, prøvens beskaffenhet, uttakssted, hvem som tok ut prøvene, dato for uttaket, dato for produksjon, holdbarhetsdato, mengde prøve og antall delprøver som ble tatt ut registrert. Som en ekstra dokumentasjon ble etikettene for hver enkelt prøve avfotografert og lagret elektronisk sammen med tilhørende journalnummer. Denne dokumentasjonen er ikke gitt i denne rapporten. Delprøver ble lagret på kjølerom inntil prøvene ble fordelt og opparbeidet til samleprøver, eller analysert direkte som enkeltprøver avhengig av analyseparameter.

Det ble handlet inn nok materiale for hvert produkt til å dekke alle planlagte analyser (heretter kaldt delprøve). To delprøver ble undersøkt mikrobiologisk for kimtall, *Staphylococcus aureus* (røykte produkter), termotolerante koliforme bakterier, *E. coli* (krydrete produkter) og *L. monocytogenes*, mens to andre delprøver ble undersøkt for parasitter.

Av de resterende prøvematerialet ble det laget en samleprøve på minst 200 g, som ble undersøkt for de kjemiske parametrene som inngikk i analyseprogrammet. Prøvebehandling inkludert homogenisering ble gjennomført på en slik måte at prøvene ikke ble kontaminert. Hver samleprøve ble homogenisert, frosset ned ved -20°C og frysetørket til konstant vekt, deretter malt til fint pulver, delt i to porsjoner (en til "back up") og siden oppbevart på egnede lukkede flasker. Dette gjaldt for alt prøvemateriale unntatt den prøven som skulle analyseres for gruppen av Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH) og dioksiner og dioksinlignende PCB. For disse to parametrene ble det analysert på vått materiale, siden de letteste PAH forbindelsene kan tapes ved frysetørking. Ett sett testprøver, så vel tørre som våte prøver blir beholdt av prosjektleder som

”back up” i tilfelle det melder seg behov for nye analyser. Testprøvene ble oppbevart på lukkede plastflasker uten tilgang på lys eller luft.

Analyseparametre

Prøvene av prosesserte makrellprodukter ble undersøkt mikrobiologisk (kimtall, *Staphylococcus aureus*, termotolerante koliforme bakterier, *E. coli* og *Listeria monocytogenes*) og med tanke på parasitter i klassen Nematoda (rundorm, kveis).

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: arsen, uorganisk arsen, kadmium, kvikksølv, metylkvikksølv, bly, tributyltinn, PCB₇, sum DDT, HCH, HCB, aldrin, dieldrin, endrin, klordan (cis og trans), nonaklor (cis og trans), heptaklor, heptaklor A, endosulfan, toksafen (26, 32, 50 og 62), dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere (PBDE og HBCD).

Tabell 1. Mikrobiologiske og parasittologiske metoder

Analytt	Metodeprinsipp	Status (Akkreditering)	Enhet
Kimtall	NMKL86/96, innstøpning, Kvantitativ metode	Ja	Antall/g
Kimtall Helkonserver	NMKL 59/04, innstøpning Kvalitativ metode	Nei	Pos/neg/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	NMKL66/03 Kvantitativ metode	Ja	Antall/g
Termotolerante koliforme bakterier og <i>E. coli</i>	NMKL125/05, innstøpning Kvantitativ metode	Ja	Antall/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	Mini Vidas/AFNOR, Kvalitativ metode	Ja	Pos/neg/ 25g
Parasitter	Visuell inspeksjon, kunstig fordøyelse ved pepsinspalting, UV-kontroll	Nei	Antall/prod.

Tabell 2. Kjemiske fremmedstoffer som ble inkludert i undersøkelsen, metoder som anvendes og status for metodens akkreditering. I tillegg er også kvantifiseringsgrense gitt per kg prøve.

Analytt	Metodeprinsipp	Status (Akkreditering)	LOQ (per kg prøve)
Arsen	ICP-MS	Ja	0,01 mg
Uorganisk arsen	HPLC-ICPMS	Ja	0,001 mg
Kadmium	ICP-MS	Ja	0,001 mg
Kvikksølv	ICP-MS	Ja	0,005 mg
Metylkvikksølv	GC-ICPMS	Ja	0,005 mg
Bly	ICP-MS	Ja	0,01 mg
Tributyltinn (TBT)	GC-ICPMS	Nei	0,002 mg
PCB ₇	GC/MS	Ja	0,3 µg
Pesticider	LC/MS	Søkt akkreditering	0,1-1,0 µg
Sum Dioksiner/Furaner	HRGC/HRMS	Ja	0,002 ng TEQ
Dioksinlignende PCBer	HRGC/HRMS	Ja	0,002 TEQ pg
Polibromerte flammehemmere	GC/MS	Ja	30 ng

Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025 hos Norsk akkreditering, unntatt TBT som søkes akkreditert.

Analysemetoder

Prøvepreparering og analyser av mikroorganismer

I dette prosjektet er prøver av prosesserte makrellprodukter undersøkt for kimtall, *Staphylococcus aureus*, termotolerante koliforme bakterier, *E. coli* og *Listeria monocytogenes*.

Kimtall

Et kjent volum av prøven (fortynning) ble blandet med et vekstmedium i en petriskål. Skålene ble så inkubert ved 22°C i 48 timer. Mikroorganismer som finner gunstige vekstvilkår, vil på agarskåler formere seg til synlige kolonier med utgangspunkt i de opprinnelige kim (bakterier eller sopp). Etter endt inkubering telles koloniene, og en koloni vil tilsvare et kim i prøven. Det opprinnelige antallet kim i prøven vil etterpå kunne kalkuleres ut fra hvor mye prøven har vært fortynnet.

Kimtall hos helkonserver

Matvarer som er konserverte ved hermetisering er å anse som mikrobiologisk sett sterile. For å vurdere mikrobiologisk kvalitet, undersøkes derfor produktene ved en kvalitativ analyse, altså om mikroorganismer er til stede eller ikke. Som ett ledd i denne uttestingen, ble hermetikkboksene først preinkubert ved 37°C i 7 døgn for å se etter gassutvikling ved bakterievekst. En kjent mengde av prøven ble så overført til to rør med flytende vekstmedium. Det ene røret ble deretter inkubert aerobt og det andre røret anaerobt ved 30°C i 2 døgn. Materialet ble siden overført til to skåler med Plate count agar, hvorav den ene skålen ble inkubert aerobt og den andre anaerobt ved 30°C i to nye døgn. Det samme ble gjort med materiale fra det anaerobe røret. Resultatet ble registrert som positiv eller negativ for vekst av mikroorganismer.

Staphylococcus aureus

Dette er en kvantitativ undersøkelse av næringsmidler med hensyn på innhold av *Staphylococcus aureus*. Fra ulike fortynninger ble kjente mengder av prøven fordelt på overflaten til et selektivt næringsmedium (Baird Parkers-RPF agar) og/eller på blodagar. Kolonier med karakteristisk utseende ble talt og koagulaseproduksjon registrert sjekkes ved å se etter en opak sone rundt koloniene. Det opprinnelige antallet kolonier vil etterpå kunne kalkuleres ut fra hvor mye den opprinnelige prøven har vært fortynnet.

Termotolerante koliforme bakterier og *E. coli*

Parametrene Termotolerante koliforme bakterier og *E. coli* representerer kvantitative undersøkelser av næringsmidler med hensyn på innhold av indikatororganismer for fekal forurensing. Fra ulike fortynninger støpes kjente mengder prøve inn i et ikke selektivt medium (Trypton soya agar, TSA) for så å tilsette et selektivt laktoseholdig substrat over innstøpingssubstratet, (Rødfiolett galleagar, RVG). Etter inkubering ved 44°C i 24 timer telles kolonier med typisk eller mistenkelig utseende. Utvalgte kolonier konfirmeres på egnede diagnostiske medier. Termotolerante koliforme bakterier påvises ved gassdannelse i et flytende laktoseholdig substrat (EC-buljong) ved 44°C og *E. coli* er en termotolerante koliforme bakterier som også er positiv på indoltesten (danner indol fra aminosyren tryptofan).

Påvisning av *Listeria monocytogenes*

Undersøkelser med hensyn på *Listeria monocytogenes* skjer i flere trinn: Bakterier i prøvene dyrkes opp i et anrikningsmedium for å oppkonsentrere *Listeria*-bakterier som eventuelt er tilstede, siden gjennomføres en anrikning et selektivt medium som undertrykker veksten av de fleste andre bakterier i prøven. Videre utføres analysen ved hjelp enzymbundet fluorescens immunoassay med et ELISA-instrument (mini Vidas). Eventuelle positive prøver konfirmeres videre ved selektiv platespredning, biokjemisk konfirmering, verifisering og serotyping.

Prøvepreparering og analyser av parasitter

I dette prosjektet har vi benyttet en metode for påvisning av nematoder i makrellkjøttet som er basert på kunstig fordøyelse av muskulaturen i en surgjort enzymoppløsning (pepsin), med etterfølgende filtrering av prøven. Muskulaturen fordøyes, men nematodene blir i liten grad påvirket siden de er tilpasset forholdene i magesekken hos varmblodige dyr (hval og sel). Nematoder har en flerlags kollagen struktur i kroppsveggen, som er i stand til på motstå sur proteasebehandling. Metoden fanger opp alle kveis som er til stede, men er for ressurs- og tidkrevende til å kunne brukes rutinemessig i industrien.

Prøvepreparering og kjemiske analyser

Bestemmelse av metaller med ICPMS

Det ble veiet inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICP-MS), med HP-datamaskin. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid, og deretter oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Det ble anvendt kvantitativ ICP-MS til bestemmelse av metallene: arsen, kadmium, kvikksølv og bly (metaller som EU har prioritert), og rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet. Riktighet og presisjon for spormetallbestemmelsene ble utført ved å analysere to sertifiserte referanse materialer (SRM) fra National Research Council (Ottawa, Canada), nemlig Tort-2 (hepatopankreas av hummer) og Dorm-2 (muskel av pigghå). Dette er viktige standard referansmateriale av marin opprinnelse som er kommersielt tilgjengelig på markedet.

Gjennomsnitt av analyserte verdier (n=5) og relativ standardavvik, samt de sertifiserte referanseverdiene for hummer hepatopankreas (Tort-2) er viste i Tabell 3 og tilsvarende verdier for pigghå muskel (Dorm-2) gitt i Tabell 4.

Alle de analyserte spormetallene viste resultater der verdiene lå innenfor de akseptable konsentrasjonsområdene. Makrellprøvenes konsentrasjon er dog mye nærmere verdien i Dorm-2. For disse fire spormetallene synes både systematiske feil og tilfeldige feil å være under kontroll.

Tabell 3. Konsentrasjonen av arsen, kadmium, kvikksølv og bly (gjennomsnitt \pm standardavvik) i sertifisert standardmateriale (Tort-2, National Council of Canada).

Spormetall	Antall analyser	Gjennomsnitt (mg/kg)	Standardavvik (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} (mg/kg)
Arsen	3	19,4	1,0	5,1	21,6 \pm 1,8
Kadmium	3	24,0	0,8	3,3	26,7 \pm 0,6
Kvikksølv	3	0,31	0,03	10	0,27 \pm 0,06
Bly	3	0,38	0,02	5,3	0,35 \pm 0,13

^{a)} Gjennomsnitt og 95% konfidens intervall

Tabell 4. Konsentrasjonen av arsen, kadmium, kvikksølv og bly (gjennomsnitt \pm standardavvik) i sertifisert standardmateriale (Dorm-2, National Council of Canada).

Spormetall	Antall	Gjennomsnitt (mg/kg)	Standardavvik (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} (mg/kg)
Arsen	3	16,0	0,8	5,0	18,1 \pm 1,1
Kadmium	3	0,049	0,005	10	0,043 \pm 0,008
Kvikksølv	3	4,74	0,24	5,1	4,64 \pm 0,26
Bly	3	0,064	0,005	7,8	0,065 \pm 0,007

^{a)} Gjennomsnitt og 95% konfidensintervall

Bestemmelse av uorganisk arsen

Homogen og frysetørket prøve av prosesserte makrellprodukter ble veiet inn og tilsatt en løsning bestående av 0,9 mol/l NaOH i 50% etanol og varmet til 90 °C i mikrobølgeovn i 20 minutter (CEM MARS5 + GreenChem Plus Teflonbomber + QXP Plus kvartsbomber). Prøvene ble avkjølt, filtrert og fortynnet. Prøveløsningen er da klar til analyse. Det var viktig at prøveløsningen ikke var i kontakt med glass da arsen fra glass kan kontaminere prøvene. Arsenspeciene ble separert på en anion-bytte kolonne (ICSep ION-120) og bestemt som $^{75}\text{As}^+$ med bruk av induktiv koplet plasma massespektrometri (ICP-MS) (Agilent kvadropol ICPMS 7500c). ICP-MS instrumentet var koblet til en HPLC pumpe, degasser og autosampler. Instrumentinnstillingene var tilsvarende det som var foreslått av produsenten. Dataene ble samlet og prosessert ved å bruke programvare fra Agilent. I forbindelse med at de tørre makrellprøvene kokes i en lut-alkohol-løsning, vil treverdi arsen oksideres til femverdi arsen. Derfor bestemmes uorganisk arsen som As (V).

Tabell 5. Resultatene fra gjenvinningsforsøkene med tilsetning av As (III) eller As (V) (begge tilsatt 50 ng som As) til utvalgte marine prøver.

Prøve	Gjenvinning (ng)		Gjenvinning (%)	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
Tort-2 (Hummer hepatopankreas)	48	51	96	102
Dorm-2 (pigghåmuskel)	46	46	91	92
Makrellfilet	45	55	90	110
Makrellfilet	48	52	95	104

Stabiliteten til de organiske arsen-speciene har vært studert og ingen degradering/omdannelse til uorganisk arsenspecier ble oppdaget. Ingen standardreferansematerialer for uorganisk arsen er foreløpig kommersielt tilgjengelig og derfor er de systematiske feil beregnet ved bruk av gjenvinningsforsøk (Tabell 5). Resultatene fra gjenvinningsforsøkene viste at gjenvinningen var god og ikke signifikant forskjellig fra 100%.

Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS

Metoden til bestemmelse av tributyltinn med basisk ekstraksjon og sluttbestemmelse med bruk av gaskromatografi og induktivkopleet plasma og massespektrometri har blitt innkjørt og valideres for akkreditering. Ekstraksjonen er alkalisk og foregår i mikrobølgeovn. Bestemmelsesgrensen til TBT som tinn, er beregnet på bakgrunn av blindprøver (>10) som er kjørt gjennom hele prosedyren. Den er beregnet til 1 ng/g våt vekt. Metoden har vært testet i en ringtest med godt resultat i 2007.

Tabell 6. Betingelser som anvendes for GC koblet til ICP-MS.

Parametre	
GC-parametre:	
Injeksjonsvolum	2 µl
Bære gass (He)	22 ml/min
Injektortemperatur	180 °C
Ovnstemperatur	Fra romtemperatur til 280 °C i løpet av 10 min med forskjellige ramp og hold tider
ICP-MS parametre:	
ICP RF effect	1200 W
Plasma argon gassfløde	15 l/min
Nebulizer argon gassfløde	1,0 L/min
Auxiliary argon gassfløde	0,9 L/min
Auxiliary oksigen gassfløde	3 ml/min
Skimmer kon	Platina

Bestemmelse av PCB, dioksiner/furaner, non-orto og mono-orto PCB

PCB₇

De våte prøvene ble først ekstrahert med aceton og dernest med en blanding av aceton og heksan. Heksanfasen tas vare på, den behandles med svovelsyre for fjerning av fett. Etter vasking og tørking, fjernes heksan og erstattes med isooktan. Prøven konsentreres og er klar for analyse på koblet gasskromatograf/massespektrometer (GC/MS). I gasskromatografen skjer den analytiske atskillelsen av de enkelte stoffene i prøven, mens massespektrometret sørger for identifisering og mengdebestemmelse av de enkelte komponentene. PCB₇ består av følgende kongenerer: PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

Kvalitetssikring av analysemetoden ble gjort ved å analysere sertifiserte referansematerialer sammen med prøvene. I tillegg ble blindprøver inkludert for å kontrollere at bakgrunnen for de forskjellige kongenerne var tilfredsstillende. Alle analysene gav akseptable resultater vedrørende riktighet og presisjon (repererbarhet), samt at blindprøvene var under kontroll. Metoden for klorerte hydrokarboner ble prøvd i en europeisk ringtest med godt resultat.

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

Metoden er en tilpasning av US-EPA (Environmental Protection Agency) metoder nr 1613 og 1668. Prøven homogeniseres og fettinnholdet bestemmes. En mengde tilsvarende ca. 3 g fett veies inn, og en blanding av ¹³C merkete kongenerer blandes i som internstandarder før prøven frysetørkes. Porøsitetsmiddel (hydromatrix) tilsettes før ekstraksjon med hexan under hevet trykk og temperatur i en ASE 300. I opprensingen på en Power-Prep (FMS) fjernes først fettene ved nedbryting på svovelsur silica. Deretter skjer det en suksessiv kromatografisk opprensing ved inn- og utkopling av tre kolonner: "Multi layered silica", basisk alumina og aktivt kull. Mobilfasen skiftes suksessivt: Heksan, 2% DCM i hexan, 50% DCM i heksan, etylacetat og til slutt backflush med toluen. PCDD/PCDF og non-orto PCB (NO-PCB) eluerer i toluenfraksjonen. Mono-orto PCB (MO-PCB) elueres i en DCM/heksan fraksjon. Etter inndamping av aktuell fraksjon til 10 µl tilsettes to ¹³C merkete kongenerer som "recovery standards" før analyse på høyoppløselig GC/MS (HRGC/HRMS). Metoden kvantifiserer til sammen 17 kongenerer av PCDD/PCDF, fire kongenerer NO-PCB -77, 81, 126 og 169 og åtte kongenerer MO-PCB -105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189.

Bestemmelse av polibromerte flammehemmere (PBF)

De homogeniserte prosesserte makrellprøvene frysetørkes, males opp til fint pulver og lagres på tette flasker til analyse. Før ekstraksjon med heksan og diklormetan tilsettes intern standard (PCB-207) til prøven. Prøven ekstraheres i en ASE 300 (accelerated solvent extractor). Ekstraktet renses for fett ved at det nedbrytes med konsentrert svovelsyre på silica gel. Renset ekstrakt analyseres på Thermo Quest Trace GC 200/Trace DSQ massespektrometer. Prøveløsningene ble injisert i kolonnen ved hjelp av prøveveksler (Thermo Quest CE Instruments AS 3000). Analysen på GC/MS skjer i SIM mode ved negativ kjemisk ionisering. Kvantifiseringen av de seks PBDE kongenerne samt HBCD skjer ved bruk av internstandard og en seks punkts eksterne kalibreringskurve. Følgende polibromerte difenyletere (PBDE) ble bestemt: PBDE-28, 47, 99, 100, 153 og 154. Riktighet er bestemt ved gjenvinningsforsøk for de seks kongenerne og HBCD, og resultatene ligger mellom 80 og 110%. Foreløpig har gjenvinningsforsøk vært eneste måte å bestemme systematiske feil da det verken finnes sertifiserte standard materialer og heller ikke organiserte ringtester (prestasjonsprøvinger). Presisjonen som intern reproduserbarhet har vært bestemt til mellom 15 og 25% for de forskjellige kongenerne.

RESULTATER OG DISKUSJON

Mikrobiologiske parametre

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes er en bakterie som kan gi sykdom (listeriose), særlig hos småfe (sau og geit), men enkelte sjeldne ganger også hos mennesker. Når listeriose opptrer er det i alt overveiende grad hos fostre, nyfødte eller personer med alvorlige underliggende risikofaktorer som krefttilstander, HIV/AIDS eller alvorlig alkoholisme. Friske voksne blir svært sjelden syke. For alle tilfeller så langt, er det vist at antallet bakterier i matvaren må være svært høyt for å kunne fremkalle infeksjon. Det blir registrert mellom 1 og 5 tilfeller pr. million innbyggere årlig i Norge. Dette er sammenlignbart med andre vestlige land. Nær en firedel av de som får listeriose vil dø av sykdommen. I Norge er sjømat så langt ikke påvist som årsak til listeriose, men ett tilfelle i henholdsvis Finnland og Sverige er kjent.

En rekke forhold gjør at bakterien likevel er en spesiell utfordring i næringsmiddelsammenheng. For det første har *L. monocytogenes* svært vid utbredelse, og er blant annet påvist i ferskvann, kystnært sjøvann, jord, plantemateriale, kloakkslam og avføring fra symptomfrie mennesker og dyr. Den vokser både med og uten tilgang på luft, den har et vidt temperaturspekter, og vokser i området fra -0,4 til + 50 °C. Veksten ved lave og høye temperaturer er heldigvis svært sein. Bakterien vokser også i et vidt pH intervall (5,0 til 9,6) og den tolererer ganske mye salt (13 - 14 % NaCl). Den overlever også frysing godt og har evne til å danne belegg (biofilm) på produksjonsutstyr, i dreneringssystemer og på overflater i produksjonsanlegg.

I kalde farvann representerer *L. monocytogenes* den største mikrobiologiske utfordringen ved produksjon av trygg sjømat. Dette er bakgrunnen for at det er stor oppmerksomhet rundt forekomst av *L. monocytogenes* i matvarer inklusive pelagisk fisk.

I dette prosjektet ble det påvist *L. monocytogenes* i to av de undersøkte prøvene av prosesserte sjømatprodukter. Den ene prøve var av varmrøykt makrell, mens den andre var av kaldrøykt makrell. Prøvene var fra forskjellige produsenter.

Kimtall i ikke hermetiske produkter

Fisk inneholder store mengder lett omsettelige næringsstoffer som forråtnelsesbakterier kan bryte ned til produkter som forandrer lukt og smak - og dermed gir forringet kvalitet. Sjøvann og fiskens egen hud, tarmsystem og gjeller har naturlig mange bakterier, som i det alt vesentligste er ufarlige for mennesker. Når fisken dør, kan disse bakteriene imidlertid invadere fiskekjøttet fra innsiden, via tarmsystemet, eller fra utsiden via skinn og gjeller. Bakterier kan også tilføres fiskekjøttet gjennom kontakt med urent produksjonsutstyr. "Kimtallet" er en betegnelse som ofte benyttes for generell bakteriebelastning, og som dermed gir et mål for antallet dyrkbare bakterier på råvaren eller produktet. Kimtallet sier noe om hygienisk kvalitet og gjenværende holdbarhetstid, og er derfor av interesse ved en kvalitetsvurdering. En gjennomtenkt behandling av råvarer og ferdigprodukter (skånsom håndtering, rask transport og lav temperatur), vil kunne minske mengden bakterier som tilføres og deres mulighet for oppformering, og derved sikre høyere kvalitet, lengre holdbarhet og bedre pris.

For ikke hermetiske produkter av røkt fisk vil en forvente å finne vekst på kimtallsskåler. Dersom en legger til grunn de mikrobiologiske retningslinjene som ble utarbeidet i april 2002 (Statens Næringsmiddeltilsyn og Fiskeridirektoratet), vil 27 av 42 delprøver ligge under generell grense for et godt produkt i forhold til kimtall (1×10^5). Gjennomsnittet for disse prøvene var 7×10^4 . Tre delprøver hadde kimtall mellom generell og øvre grense (1×10^5 og 1×10^6), og 12 delprøver lå over øvre grense (1×10^6).

Kimtall i makrellhermetikk

Matvarer som er konservert ved hermetisering skal være mikrobiologisk sett sterile. Ingen av de 14 undersøkte delprøvene i dette prosjektet viste gassproduksjon etter inkubasjonstesten, eller viste vekst etter utplating aerobt eller anaerobt.

Termotolerante koliforme bakterier og *E. coli*

Termotolerante koliforme bakterier og *E. coli* er ofte benyttede indikatororganismer som viser mulig forurensning med fekal materiale, altså tarmmateriale fra varmblodige dyr. For de 12 prøvene av krydrete makrellprodukter, kunne det ikke påvises termotolerante koliforme bakterier eller *E. coli* når det ble benyttet en metodikk med 10 bakterier/gram som påvisningsgrense.

Staphylococcus aureus

S. aureus er en kuleformet bakterie som har vid utbredelse på hos mennesker og varmblodige dyr. Bakterien finnes særlig i nese og svelg, men også på hud og hår. Bakterien er regnet som konkurransesvak, og vil særlig kunne gi problemer i matvarer der bakgrunnsfloraen er redusert, som ved varmrøyking. Videre er *S. aureus* relativt salttolerant og tåler en viss uttørkning.

Noen stammer av *S. aureus* har evne til å produsere potente varmeresistente toksiner ved vekt i matvarer. Intoksikasjoner med denne typen toksiner kan være meget ubehagelige, og gi symptomer dominert av diaré, oppkast og svettetokter. En regner med at konsentrasjonen av *S. aureus* i en matvare må være over 1×10^5 bakterier pr gram for at toksinmengden skal kunne være høy nok til å gi symptomer.

Av 42 undersøkte delprøvene av ikke hermetiske røykte makrellprodukter, hadde 38 et innhold av *S. aureus* under 100 bakterier/gram, tre hadde verdier på 100 bakterier/gram, mens en hadde et innhold på 1000 bakterier/g.

Tabell 7. Tabellen viser prøver av prosesserte makrellprodukter som er undersøkt med hensyn på kimtall, *Staphylococcus aureus*, termotolerante koliforme bakterier, *E. coli* og *Listeria monocytogenes*.

Produsent / Produkt	Kimtall (antall/g) (pos/neg)	<i>Staphylococcus aureus</i> (antall/g)	Termotol.koliforme/ <i>E. coli</i> . (antall/g))	<i>Listeria monocytogenes</i> (pos/neg)
Eldorado / Makrellfilet i tomat	Neg			
Eldorado / Makrellfilet i tomat	Neg			
First price / Makrellfilet i tomatsaus	Neg			
First price / Makrellfilet i tomatsaus	Neg			
Fiskemannen / Pepper-Makrell	1,7x10 ⁶	<100	<10	Neg
Fiskemannen / Pepper-Makrell	2,1x10 ⁷	<100	<10	Neg
Fiskemannen / Varmrøkt Makrellfilet	12000	<100		Neg
Fiskemannen / Varmrøkt Makrellfilet	2000	<100		Neg
Fiskemannen / Varmrøkt Makrell	1,6x10 ⁶	100		Neg
Fiskemannen / varmrøkt Makrell	1,1x10 ⁷	<100		Neg
Gjendemsjø / Varmrøkt Makrell	>3.0x10 ⁷	<100		Neg
Gjendemsjø / Varmrøkt Makrell	20000	<100		Neg
Gjendemsjø / Pepper-Makrell	2000	<100	<10	Neg
Gjendemsjø / Pepper-Makrell	1000	<100	<10	Neg
Gjendemsjø / Varmrøkt hel makrell	1000	<100		Pos
Gjendemsjø / Varmrøkt hel makrell	10000	<100		Neg
Gjendemsjø / Kaldrøkt Makrell	<1000	100		Neg
Gjendemsjø / Kaldrøkt Makrell	15000	1000		Neg
ICA Norge / Hakket Makrell i tomat	Neg			
ICA Norge / Hakket Makrell i tomat	Neg			
King Oscar / Makrell I tomat A	Neg			
King Oscar / Makrell I tomat B	Neg			
King Oscar / Makrell filet i tomat	Neg			
King Oscar / Makrell filet i tomat	Neg			
Manger Seafood / kaldrøkt makrell	10000	<100		Pos
Manger Seafood /	5000	<100		Neg

Produsent / Produkt	Kimtall (antall/g) (pos/neg)	<i>Staphylococcus aureus</i> (antall/g)	Termotol.koliforme/ <i>E. coli.</i> (antall/g))	<i>Listeria monocytogenes</i> (pos/neg)
Kaldrøkt makrell				
Manger Seafood / Varmrøkt makrell	<1000	<100		Neg
Manger Seafood / Varmrøkt makrell	<1000	<100		Neg
Manger Seafood / Pepper makrell	<1000	100	<10	Neg
Manger Seafood / Pepper makrell	<1000	<100	<10	Neg
Marini / Hakket makrell i tomatsaus	Neg			
Marini / Hakket makrell i tomatsaus	Neg			
Marini / Makrellfilet i tomatsaus	Neg			
Marini / Makrellfilet i tomatsaus	Neg			
Norgesgruppen / Kaldrøkt makrell i bit	1,5x10 ⁷	<100		Neg
Norgesgruppen / Kaldrøkt makrell i bit	3.9x10 ⁶	<100		Neg
Norgesgruppen / Varmrøkt makrell i bit	6.1x10 ⁶	<100		Neg
Norgesgruppen / Varmrøkt makrell i bit	2,9x10 ⁵	<100		Neg
Nye havets grøde / varmrøkt makrell-fersk	10000	<100		Neg
Nye havets grøde / varmrøkt makrell-fersk	<1000	<100		Neg
Nye havets grøde / Kaldrøkt makrell-fersk	2000	<100		Neg
Nye havets grøde / Kaldrøkt makrell-fersk	21500	<100		Neg
Nye havets grøde / Krydder makrell-fersk	<1000	<100	<10	Neg
Nye havets grøde / Krydder makrell-fersk	10000	<100	<10	Neg
Stabburet / Hakket filet i tomat	Neg			
Stabburet / Hakket filet i tomat	Neg			
Stabburet / Filet i tomat	Neg			
Stabburet / Filet i tomat	Neg			
Stabburet / Hakket filet i salsa	Neg			
Stabburet / Hakket filet i salsa	Neg			
Stabburet / Finhakket makrell i tomat	Neg			
Stabburet / Finhakket makrell i tomat	Neg			
Stabburet / Peppermakrell i olje	Neg			
Stabburet / Peppermakrell i olje	Neg			
Strandkaien fisk /	2,0x10 ⁵	<100		Neg

Produsent / Produkt	Kimtall (antall/g) (pos/neg)	<i>Staphylococcus aureus</i> (antall/g)	Termotol.koliforme/ <i>E. coli.</i> (antall/g))	<i>Listeria monocytogenes</i> (pos/neg)
Kaldrøkt makrell-fersk				
Strandkaaien fisk / Kaldrøkt makrell-fersk	<1000	<100		Neg
Strandkaaien fisk / Varmrøkt makrell-fersk	2,7x10 ⁶	<100		Neg
Strandkaaien fisk / Varmrøkt makrell-fersk	1,4x10 ⁷	<100		Neg
Strandkaaien fisk / Krydder makrell-fersk	3000	<100	<10	Neg
Strandkaaien fisk / Krydder makrell-fersk	9000	<100	<10	Neg
Sunnmøre / Makrellfilet i tomatsaus	Neg			
Sunnmøre / Makrellfilet i tomatsaus	Neg			
Sunnmøre / Peppermakrell I olje	Neg			
Sunnmøre / Peppermakrell I olje	Neg			
Øystein Fjellskål / Kaldrøkt makrell-fersk	1,9x10 ⁶	<100		Neg
Øystein Fjellskål / Kaldrøkt makrell-fersk	<1000	<100		Neg
Øystein Fjellskål / Krydder makrell-fersk	3,3x10 ⁶	<100	<10	Neg
Øystein Fjellskål / Krydder makrell-fersk	1,0x10 ⁵	<100	<10	Neg
Øystein Fjellskål / Varmrøkt makrell-fersk	20000	<100		Neg
Øystein Fjellskål / Varmrøkt makrell-fersk	38500	<100		Neg

Parasitter

Enkelte typer parasitter hos fisk er så vanlig at de har fått trivialnavn. Kveis er et eksempel på dette og betegner larvene til minst fire ulike arter av parasittiske rundorm – eller nematoder – som forekommer i praktisk talt alle marine fiskeslag. Den vanligste kveistypen i bl.a. sild og makrell er *Anisakis*, som kan ses som små flate ”spiraler” på fiskens innvoller. De voksne markene lever i mage/tarm hos hval og i noe mindre grad hos sel, der de produserer store mengder egg som sammen med avføringen havner i vannet. Eggene klekkes og larvene blir spist av ulike krepsdyr som krill og reker, som selv kan bli spist av fisk, som igjen er mat for større fisk. Sjøpattedyr som spiser infisert fisk legger igjen grunnlaget for nye generasjoner av kveis.

Kveis er først og fremst et estetisk problem, siden funn av levende mark på nysløyet fisk er et nokså uappetittlig syn. Mens de fleste kveis sitter på fiskens innvoller og dermed lett kan fjernes sammen med sloet, vil noen kunne finnes innboret i kjøttet, av og til langt inne i filetene. Under et måltid bestående av rå eller nesten rå fisk, kan man være uheldig og få i seg levende kveis. Resultatet kan i verste fall bli en akutt og smertefull betennelse i mage eller tarm (*Anisakidose*), eventuelt forbundet med diaré, oppkast eller allergiske reaksjoner. Det er imidlertid viktig å understreke at *Anisakidose* kun forårsakes av levende kveis. Døde mark representerer dermed ingen direkte helsefare. Et annet problemområde er om også døde kveis kan gi overfølsomhetsreaksjoner. På dette feltet er kunnskapen begrenset, men *Anisakis* i fisk er rapportert å kunne gi sterke allergiske reaksjoner.

Den norske kvalitetsforskriften for fisk og fiskevarer har bestemmelser om at makrell som skal spises rå eller nesten rå må dypfrysas i minst ett døgn før bruk for å drepe eventuelle kveis i fisken. Forskriften pålegger dessuten virksomhetene at de skal gjennomføre en visuell kontroll på stikkprøvebasis for å påvise og fjerne synlige parasitter på fisk og fiskevarer som skal omsettes til folkemat. Dette skal bl.a. omfatte kontroll ved filetering/stykking, om mulig ved gjennomlysning.

I de 70 undersøkte delprøvene i dette prosjektet ble det påvist nematoder i fire av prøvene. Dette var Eldorado Makrellfilet i tomat (en nematode), Gjendemsjø Kaldrøkt Makrell (en nematode som satt løst utenpå skinnen og var godt synlig gjennom emballasjen), Øystein Fjellskål Krydder makrell fersk (to nematoder) og Øystein Fjellskål Varmrøkt makrell-fersk (to nematoder). I disse prøvene var ingen av parasittene i live. Prøvetyperne var de samme som beskrevet i Tabell 7.

Parasittfunnene vurderes til å ligge i overkant av et akseptabelt infeksjonsnivå. Ovennevnte bestemmelse om parasittkontroll fastsetter ingen øvre grense for et "akseptabelt" antall parasitter pr filet. Sett i lys av at samtlige nematoder var intakte og enkelte til og med lett synlige, var – etter vår vurdering – de aktuelle produkters estetiske verdi klart forringet. Selv om samtlige larver var døde ved inspeksjonstidspunktet og dermed ikke utgjør en direkte helsefare, kan tilsvarende funn av parasitter hvis gjort av konsument, føre til problemer for både industrien og tilsynsmyndigheter. Kartlegging av det eventuelt allergifremkallende potensial til (døde) kveislarver og ditto molekylære spor i diverse prosesserte sjømatprodukter, vil bli undersøkt av NIFES – i samarbeid med allergigruppen ved Haukeland Universitetssykehus – innenfor rammen av et separat prosjekt.

Kjemiske parametre

Analyser av metaller

Kadmium

Kadmiuminnholdet i de 35 forskjellige prosesserte makrellproduktene er vist i Tabell 8. Innholdet varierte fra 0,002 mg/kg våt vekt (v.v.) til 0,024 mg/kg v.v.. Det var 21 produkter som hadde et kadmiuminnhold som var lavere enn 0,010 mg/kg v.v., 12 produkter hadde et innhold som lå mellom 0,010 og 0,020 mg/kg v.v., mens ett produkt av hakket makrell fra ICA Norge hadde et innhold på 0,024 mg/kg v.v. Det var således ingen av produktene som hadde et kadmiuminnhold som oversteg 0,05 mg/kg v.v. som er EU sin grenseverdi for kadmium i makrell. Noen av de prosesserte makrellproduktene viste dog verdier som var betydelig høyere enn kadmiuminnholdet som er funnet i filet av makrell i 2004 (0,004 – 0,012 mg/kg v.v., N=25) (www.NIFES.no/sjomatdata). Dette kan både skyldes at tørrstoffinnholdet øker ved bearbeiding, men også at det kan tilføres Cd ved ulike prosesser.

Bly

Blyinnholdet i de 35 forskjellige prosesserte makrellproduktene er vist i Tabell 8. Innholdet varierte fra <0,005 mg/kg våt vekt til 0,015 mg/kg våt vekt. Det var 32 produkter som hadde et blyinnhold som var lavere enn 0,01 mg/kg v. v. og tre produkter hadde et innhold som lå mellom 0,010 og 0,020 mg/kg v.v.. Det høyeste innholdet ble funnet i fersk kryddermakrell med et innhold på 0,015 mg/kg våt vekt. Det var således ingen av produktene som hadde et blyinnhold som oversteg 0,2 mg/kg v.v. som er EUs øvre grenseverdi for bly i makrell. Noen av de prosesserte makrellproduktene viste verdier som var høyere enn blyinnholdet som er funnet i filet av fersk makrell tatt i 2004 (<0,003 mg/kg v.v., N=25) (www.NIFES.no/sjomatdata).

Tributyltinn (TBT)

TBT er en av de mer toksiske menneskeskapte forbindelsene som tilføres det marine miljø. Ved konsentrasjoner på 1 ng TBT/l sjøvann kan skalldyr og muslinger utvikle misdannelser av forskjellig slag. Imposex hos gastropoden *Nucella lapillus* er blant de mest kjente effektene.

Hovedkilden til TBT i det marine miljø er utlekking av TBT fra skip som har vært malt med dette stoffet for å hindre begroing på skroget. Bakgrunnen for å tilsette TBT til maling er altså som

antibegroingsmiddel. Andre kilder til TBT har vært konservering av trevirke, industrielle vannkjølingstårn, fiskegarn, kar til oppdrettsorganismer, i papirproduksjonen og i tekstilproduksjonen, samt tap av TBT fra skip som ligger i tørrdøkk.

Bestemmelse av tributyltinninnholdet i prosesserte makrellprodukter har vist seg å være problematiske. De foreløpige resultatene for TBT viser imidlertid lave nivåer. Vi vil inkludere TBT verdiene så langt de foreligger.

Kvikksølv

Kvikksølvinnholdet i de forskjellige prosesserte makrellproduktene er vist i Tabell 8. Innholdet varierte fra 0,010 mg/kg våt vekt til 0,08 mg/kg våt vekt. Det var 10 produkter som hadde et kvikksølvinnhold som varierte mellom 0,01 mg/kg og 0,02 mg/kg v. v., syv produkter hadde et innhold som lå mellom 0,020 og 0,030 mg/kg v.v., ni produkter hadde et innhold som lå mellom 0,030 mg/kg v.v. og 0,040 mg/kg v.v., syv produkt hadde et innhold som lå mellom 0,04 og 0,05 mg/kg v.v., mens den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen var 0,08 mg/kg v.v. og ble funnet i kaldrøkt makrell fra Manger Seafood. Det var således ingen av produktene som hadde et kvikksølvinnhold som oversteg 0,5 mg/kg v.v. som er EU sin øvre grenseverdi for de fleste sjømatproduktene også makrell. De prosesserte makrellproduktene i dette prosjektet viste verdier som lå i det konsentrasjonsområde som er funnet i filet av fersk makrell fra 2004 og som er vist på NIFES sin hjemmeside (0,01-0,04 mg/kg v.v., N=25) (www.NIFES.no/sjømatdata). dette gjelder for alle produktene unntatt det ene produktet av kaldrøkt makrell fra Manger Seafood.

Metylkvikksølv

Den prosentvise andelen av metylikvikksølv i forhold til total innholdet av kvikksølv er vist i Tabell 8. Andelen metylikvikksølv i forhold til total innholdet av kvikksølv varierte fra 84% til 94%. Resultatene viser at den prosentvise andelen av metylikvikksølv av total kvikksølv i prosesserte makrellprodukter er nær 100%. Normalt sett vil den prosentvise andelen som ligger lavere enn 75% vise at det finnes andre kjemiske former enn metylikvikksølv i produktet, men her må det tas hensyn til konsentrasjonsnivået i produktet. Konsentrasjoner av både total kvikksølv og metylikvikksølv som ligger nær bestemmelsesgrensen har forholdsvis stor usikkerhet, så derfor er det lite sannsynlig at konsentrasjonen av metylikvikksølv er signifikant forskjellig fra konsentrasjonen av total kvikksølv.

Tabell 8. Konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv og bly (mg/kg våt vekt) samt den prosentvise andelen av metHg av total Hg i diverse makrellprodukter.

Produkt	Cd (mg/kg våt vekt)	Pb (mg/kg våt vekt)	Hg (mg/kg våt vekt)	Andel metylkvikksølv (%)
Sunnmøre makrellfilet (tomatsaus)	0,016	0,008	0,03	92
Sunnmøre peppermakrell (olje)	0,002	<0,005	0,02	91
King Oscar makrell (tomat)	0,018	0,006	0,02	87
First price makrell- filet (totatsaus)	0,013	0,007	0,02	84
ICA Norge hakket Makrell	0,024	0,005	0,01	89
Stabbur-hakket makrell	0,008	<0,005	0,02	86
Stabubur. makrellfilet	0,014	0,005	0,02	86
Stabbur- hakket filet	0,013	<0,005	0,02	89
Stabbur finhakket makrell				86
Posjonspakning	0,011	0,006	0,02	
Marini- hakket makrell	0,013	0,006	0,01	84
Marini-makrellfilet	0,019	<0,005	0,02	93
Gjendemsjø-varmrøkt Makrell	0,008	<0,005	0,03	90
Gjendemsjø-pepper- Makrell	0,003	<0,005	0,03	93
Manger Seafood- kaldrøkt Makrell	0,010	<0,005	0,08	91
Gjendemsjø-varmrøkt hel Makrell	0,006	<0,005	0,05	92
Manger Seafood-varm- røkt makrell	0,006	<0,005	0,05	91
Norgesgruppen-kaldrøkt makrell i bit	0,008	<0,005	0,04	92
Manger Seafood-pepper- Makrell	0,008	0,005	0,04	92
Gjendemsjø-kaldrøkt Makrell	0,006	<0,005	0,03	93
Norgesgruppen-varmrøkt makrell i bit	0,009	<0,005	0,04	91
Fiskemannen-pepper- Makrell	0,004	0,008	0,03	93
Fiskemannen-varmrøkt Makrellfilet	0,004	0,006	0,03	93
Fiskemannen-varmrøkt Makrell	0,012	<0,005	0,04	94
Strandkaien fisk- kaldrøkt- makrell-fersk	0,007	<0,005	0,05	92
Strandkaien fisk- varmrøkt- makrell-fersk	0,008	<0,005	0,04	93
Strandkaien fisk-krydder- makrell-fersk	0,008	0,013	0,04	92

Produkt	Cd (mg/kg våt vekt)	Pb (mg/kg våt vekt)	Hg (mg/kg våt vekt)	Andel metylkvikksølv (%)
Fersk kaldrøkt makrell	0,005	0,008	0,04	89
Fersk krydder makrell	0,009	0,010	0,05	90
Fersk varmrøkt makrell	0,008	<0,005	0,04	92
Fersk varmrøkt makrell	0,010	0,007	0,05	93
Fersk kaldrøkt makrell	0,004	<0,005	0,04	91
Fersk krydder makrell	0,011	0,015	0,05	92
Stabburet-peppermakrell	0,008	0,005	0,05	89
Eldorado-makrellfilet	0,020	<0,005	0,03	89
King Oscar-makrell filet	0,008	<0,005	0,03	88

Arsen

Arseninneholdet i de forskjellige prosesserte makrellproduktene er vist i Tabell 9. Innholdet varierte fra 0,8 mg/kg våt vekt til 3,0 mg/kg våt vekt. Det var to produkter som hadde et arseninnhold som varierte mellom 0,5 mg/kg og 1,0 mg/kg v. v., 10 produkter hadde et innhold som lå mellom 1,0 og 2,0 mg/kg v.v. og 22 prøver som hadde et arseninnhold som lå mellom 2,0 mg/kg og 3,0 mg/kg våt vekt. Den høyeste verdien ble funnet i kaldrøkt makrell fra Strandkaaien fisk. Konsentrasjonsområdet som ble funnet i dette prosjektet for prosesserte makrellprodukter er tilsvarende det arseninnholdet som er funnet i fersk filet av makrell i Miljødatabasen fra 2004 (middelverdi på 2,4 mg/kg våt vekt og en variasjon fra 1,8 til 3,1 mg/kg våt vekt) og som er vist på hjemmesiden (www.NIFES.no/sjomatdata).

Uorganisk arsen

Innholdet av uorganisk arsen i de forskjellige prosesserte makrellproduktene er vist i Tabell 9.

Som et resultat av naturlige metabolske prosesser i akvatisk miljø, forekommer arsen i et stort antall kjemiske former, både uorganiske og organiske former. I dag er det identifisert og karakterisert mer enn 35 forskjellige arsenspesier i miljøet. Spesieringsdata for arsen er av stor betydning på grunn av stor forskjell i toksisitet mellom de forskjellige kjemiske former av arsen. Dette synliggjøres klart ved å se på LD₅₀ verdiene for de forskjellige arsenspesiene. Retensjonen av arsen hos mennesker er forskjellig fra den hos fisk. Mens uorganisk arsen utskilles forholdsvis hurtig hos fisk er utskillelsen av uorganisk arsen langsommere enn organisk arsen hos mennesker. Organisk arsen som for eksempel arsenobetain akkumuleres i marine organismer. Dette er i motsetning til varmblodige dyr som skiller arsenobetain fra sjømat raskt ut gjennom urinen.

FAO/WHO har en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for inntak av uorganisk arsen på 15 µg/kg kroppsvekt/uke. Regnet om til inntaket for en person som veier 70 kg blir det 1,05 mg uorganisk arsen pr uke. Et måltid med makrellprodukter på 150 gram med et innhold av uorganisk arsen på 0,0008 µg/g vil gi et inntak av uorganisk arsen på 0,12µg, tilsvarende <0,1% av det akseptable ukentlige inntaket som er foreslått av JECFA.

Tabell 9. Konsentrasjonen av arsen, uorganisk arsen (mg/kg våt vekt) og prosentvis andel uorganisk arsen av total arsen (mg/kg våt vekt) i diverse makrellprodukter.

Produkt	As (mg/kg v.v.)	Uorg. As (mg/kg v.v.)	Uorg. As/tot. As x 100 (%)
Sunnmøre makrellfilet (tomatsaus)	1,24	<0,0008	<0,1
Sunnmøre peppermakrell (olje)	1,30	<0,0008	<0,1
King Oscar makrell (tomat)	1,03	<0,0008	<0,1
First price makrell- filet (totatsaus)	1,40	<0,0008	<0,1
ICA Norge hakket Makrell	0,81	<0,0008	<0,1
Stabbur-hakket makrell	1,54	<0,0008	<0,1
Stabbur. makrellfilet	1,91	<0,0008	<0,1
Stabbur- hakket filet	1,49	<0,0008	<0,1
Stabbur finhakket makrell posjonspakning	1,08	<0,0008	<0,1
Marini- hakket makrell	0,80	<0,0008	<0,1
Marini-makrellfilet	0,98	<0,0008	<0,1
Gjendemsjø-varmrøkt Makrell	2,54	<0,0008	<0,1
Gjendemsjø-pepper- Makrell	2,28	<0,0008	<0,1
Manger Seafood-kaldrøkt makrell	2,19	<0,0008	<0,1
Gjendemsjø-varmrøkt hel Makrell	2,21	<0,0008	<0,1
Manger Seafood-varm- røkt makrell	2,59	<0,0008	<0,1
Norgesgruppen-kaldrøkt makrell i bit	1,96	<0,0008	<0,1
Manger Seafood-pepper- Makrell	2,56	<0,0008	<0,1
Gjendemsjø-kaldrøkt makrell	2,37	<0,0008	<0,1
Norgesgruppen-varmrøkt makrell i bit	2,34	<0,0008	<0,1
Fiskemannen-pepper- Makrell	2,34	<0,0008	<0,1
Fiskemannen-varmrøkt makrellfilet	2,54	<0,0008	<0,1
Fiskemannen-varmrøkt Makrell	2,42	<0,0008	<0,1
Strandkaien fisk-kaldrøkt- makrell-fersk	2,96	<0,0008	<0,1
Strandkaien fisk- varmrøkt- makrell-fersk	2,37	<0,0008	<0,1
Strandkaien fisk-krydder- makrell-fersk	2,46	<0,0008	<0,1
Fersk kaldrøkt makrell	2,87	<0,0008	<0,1
Fersk krydder makrell	2,69	<0,0008	<0,1
Fersk varmrøkt makrell	2,63	<0,0008	<0,1
Fersk varmrøkt makrell	2,59	<0,0008	<0,1
Fersk kaldrøkt makrell	2,82	<0,0008	<0,1

Produkt	As (mg/kg v.v.)	Uorg. As (mg/kg v.v.)	Uorg. As/tot. As x 100 (%)
Fersk krydder makrell	2,85	<0,0008	<0,1
Stabburet-peppermakrell	2,04	<0,0008	<0,1
Eldorado-makrellfilet	1,39	<0,0008	<0,1
King Oscar-makrell filet	2,39	<0,0008	<0,1

Analyser av organiske miljøgifter

PCB

Innholdet av PCB₇ samt innholdet av de forskjellige kongenerne i de forskjellige prosesserte makrellproduktene er vist i Tabell 10. PCB₇ inkluderer følgende kongener PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 og PCB-180. Innholdet av sum PCB₇ varierte fra 2,9 µg/kg våt vekt til 24,1 µg/kg våt vekt. Det var 12 produkter som hadde sum PCB som varierte mellom 1,0 µg/kg og 5,9 µg/kg v. v., 12 produkter hadde et innhold som lå mellom 6,0 og 10,9 µg/kg v.v., 9 produkter hadde et innhold av sum PCB som lå mellom 11,0 og 15,9 µg/kg v. v., 1 produkt hadde et innhold av sum PCB som lå mellom 16,0 og 20,9 µg/kg v.v., 1 produkt hadde et innhold av sum PCB som lå mellom 21,0 og 25,9 µg/kg v. v. Den høyeste konsentrasjonen av PCB₇ ble funnet i et produkt av First price makrellfilet i tomatsaus. Noe av den variasjonen som fremkommer i dette prosjektet kan skyldes forskjell i fettinnhold for de forskjellige produktene.

Konsentrasjonsområdet som ble funnet for PCB₇ for prosesserte makrellprodukter i dette prosjektet, er for de laveste konsentrasjonene (< 10 µg/kg v.v.), tilsvarende det som er funnet i fersk makrell i Miljødatabasen i 2004 og som er vist på NIFES sin hjemmeside (www.NIFES.no/sjomatdata). Prøvene som er inkludert i Miljødatabasen for 2004 baserer seg på 25 fisk fra en posisjon. PCB₇ innholdet som er funnet i Miljødatabasen for 2004 varierte fra 1,6 µg/kg v.v. til 8,7µg/kg v.v. med en middelvei på 4,4µg/kg v.v.

Tabell 10. Innhold av kongenerne PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 og PCB-180, samt sum PCB₇ i diverse prosesserte makrellprodukter. Resultatene er gitt som µg/kg våt vekt.

Produkt	PCB-28 (µg/kg)	PCB-52 (µg/kg)	PCB-101 (µg/kg)	PCB-118 (µg/kg)	PCB-138 (µg/kg)	PCB-153 (µg/kg)	PCB-180 (µg/kg)	Sum PCB ₇ (µg/kg)
Sunnmøre makrellfilet (tomatsaus)	0,33	0,58	1,8	1,9	5,3	4,5	1,5	15,8
Sunnmøre peppermakrell (olje)	0,28	0,45	1,7	1,7	4,9	4,5	1,4	14,9
King Oscar makrell (tomat)	0,40	0,69	2,0	1,7	5,2	4,8	1,5	16,4
First price makrellfilet (totatsaus)	0,41	0,70	2,9	2,3	7,9	7,7	2,2	24,1
ICA Norge hakket Makrell	0,24	0,37	1,2	1,1	3,5	3,1	1,1	10,5
Stabbur-hakket makrell	0,30	0,50	1,6	1,4	4,0	3,4	1,1	12,3
Stabbur. makrellfilet	0,21	0,37	1,3	0,97	3,3	3,1	1,0	10,3
Stabbur- hakket filet	0,35	0,52	1,9	1,7	5,1	4,7	1,4	15,6
Stabbur finhakket makrell posjonspakning	0,31	0,47	1,6	1,5	4,3	4,0	1,2	13,3
Marini- hakket makrell	0,28	0,47	1,3	1,2	3,5	3,3	1,0	11,2
Marini-makrellfilet	0,37	0,61	1,8	1,5	4,5	4,0	1,4	14,2
Gjendemsjø-varmrøkt Makrell	0,28	0,55	0,93	1,0	2,7	1,4	0,47	7,3
Gjendemsjø-pepper-Makrell	0,33	0,60	1,7	1,5	4,5	4,3	1,4	14,3
Manger Seafood-kaldrøkt makrell	0,25	0,65	1,5	1,1	2,8	2,5	0,75	9,5
Gjendemsjø-varmrøkt hel Makrell	0,30	0,78	2,0	1,7	4,4	4,0	0,94	14,2
Manger Seafood-varmrøkt makrell	0,32	0,59	1,2	0,95	2,5	2,4	0,79	8,7
Norgesgruppen-kaldrøkt makrell i bit	0,14	0,27	0,59	0,46	1,2	1,1	0,33	4,1
Manger Seafood-pepper-Makrell	0,18	0,31	0,77	0,64	1,6	1,6	0,45	5,6
Gjendemsjø-kaldrøkt makrell	0,38	0,53	1,0	0,78	1,8	1,4	0,38	6,2
Norgesgruppen-varmrøkt makrell i bit	0,34	0,54	1,3	1,1	2,7	2,5	0,70	9,2
Fiskemannen-pepper-Makrell	0,45	0,76	1,5	1,2	2,8	2,4	0,72	9,8
Fiskemannen-varmrøkt makrellfilet	0,36	0,63	1,4	1,3	3,3	2,8	0,80	10,6
Fiskemannen-varmrøkt Makrell	0,31	0,69	1,5	1,2	3,0	2,8	0,93	10,4
Strandkaien fisk-kaldrøkt-makrell-fersk	0,16	0,39	0,71	0,49	1,1	1,2	0,29	4,4
Strandkaien fisk-varmrøkt-makrell-fersk	0,12	0,34	0,61	0,42	0,98	1,1	0,27	3,8
Strandkaien fisk-krydder-makrell-fersk	0,15	0,38	0,65	0,49	1,1	1,0	0,26	4,0
Fersk kaldrøkt makrell	0,17	0,42	0,73	0,48	1,1	1,2	0,31	4,5
Fersk krydder makrell	0,12	0,37	0,72	0,47	1,1	1,1	0,24	4,2
Fersk varmrøkt makrell	0,13	0,34	0,51	0,35	0,82	0,79	0,20	3,2
Fersk varmrøkt makrell	0,17	0,35	0,84	0,73	1,6	1,0	0,33	5,1
Fersk kaldrøkt makrell	0,18	0,31	0,62	0,33	0,65	0,62	0,17	2,9

Produkt	PCB-28 (µg/kg)	PCB-52 (µg/kg)	PCB-101 (µg/kg)	PCB-118 (µg/kg)	PCB-13 (µg/kg)	PCB-153 (µg/kg)	PCB-180 (µg/kg)	Sum PCB (µg/kg)
Fersk krydder makrell	0,19	0,34	0,79	0,61	1,4	1,2	0,33	4,9
Stabburet-peppermakrell	0,22	0,30	0,82	0,67	1,7	1,8	0,41	5,9
Eldorado-makrellfilet	0,17	0,29	0,82	0,67	1,9	2,0	0,48	6,3
King Oscar-makrell filet	0,21	0,39	0,90	0,68	1,7	1,8	0,39	6,1

Dioksin (PCDD/PCDF), non-orto PCB og mono-orto PCB

Tabell 11 viser konsentrasjonene av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB, mono-orto PCB (pg TE/g v.v.) og sum TE (pg TE/g v.v.) i prosesserte makrellprodukter. Innholdet av sum TE (pg TE/g v.v.) av dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB (non-orto PCB og mono-orto PCB) varierte fra 0,51 pg TE/g v.v. til 1,06 pg TE/g v.v.. Det var 32 produkter hadde et innhold som lå mellom 0,5 og 1,0 pg TE/g v.v. og 3 produkter som hadde et innhold av sum TE som lå mellom 1,0 og 1,5 pg TE/g v.v.. Det høyeste innholdet ble funnet i et produkt av Stabburet - peppermakrell på 1,06 pg TE/g v.v..

Resultatene viser videre at PCDF og non-orto PCB bidrar mest til sum TE, dernest og mono-orto PCB og PCDD. Dette er forskjellig fra det en kjenner fra andre sjømatprodukter, fisk og marine pattedyr. De analyserte prøvene har et lavt innhold av dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB (dlPCB) i forhold til EUs øvre grenseverdi for dioksiner/furaner og dlPCB i sjømat på 8,0 pg TE/g v.v. De nivåene som er funnet i dette prosjektet for sum dioksiner og furaner er tilsvarende de resultater som er funnet i filet av makrell i Miljødatabasen for 2004 (0,1-0,3 pg TE/g v.v: N=25) og for dioksinlignende PCB med en variasjon på 0,21-0,85 pg TE/g v.v (N=25) (www.nifes.no).

Tabell 11. Innholdet av dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (non-orto og mono-orto PCB) (pg WHO-TE/g v.v.”upper bound-LOD”) i forskjellige makrellprodukter.

Produkt	PCDD (pg TE/g v.v.)	PCDF (pg TE/g v.v.)	Non-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Mono-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Sum dioksiner og dI PCB (pg TE/g v.v.)
Sunnmøre makrellfilet (tomatsaus)	0,07	0,18	0,53	0,12	0,90
Sunnmøre peppermakrell (olje)	0,10	0,21	0,59	0,14	1,04
King Oscar makrell (tomat)	0,11	0,17	0,39	0,09	0,76
First price makrell- filet (totatsaus)	0,08	0,18	0,62	0,16	1,04
ICA Norge hakket Makrell	0,08	0,15	0,29	0,07	0,59
Stabbur-hakket makrell	0,07	0,12	0,39	0,09	0,68
Stabubur. makrellfilet	0,11	0,13	0,34	0,08	0,67
Stabbur- hakket filet	0,07	0,19	0,50	0,11	0,86
Stabbur finhakket makrell posjonspakning	0,07	0,12	0,35	0,08	0,63
Marini- hakket makrell	0,07	0,12	0,31	0,07	0,56
Marini-makrellfilet	0,06	0,16	0,40	0,09	0,71
Gjendemsjø-varmrøkt Makrell	0,07	0,17	0,49	0,25	0,98
Gjendemsjø-pepper- Makrell	0,08	0,20	0,54	0,13	0,95
Manger Seafood- kaldrøkt makrell	0,07	0,17	0,51	0,12	0,87
Gjendemsjø-varmrøkt hel Makrell	0,08	0,13	0,34	0,08	0,63
Manger Seafood- varm- røkt makrell	0,07	0,13	0,50	0,12	0,83
Norgesgruppen- kaldrøkt makrell i bit	0,07	0,10	0,33	0,08	0,58
Manger Seafood- pepper- Makrell	0,09	0,11	0,44	0,12	0,76
Gjendemsjø-kaldrøkt makrell	0,10	0,12	0,35	0,09	0,65
Norgesgruppen- varmrøkt makrell i bit	0,04	0,08	0,34	0,09	0,55
Fiskemannen-pepper- Makrell	0,08	0,12	0,43	0,09	0,72
Fiskemannen- varmrøkt makrellfilet	0,06	0,10	0,28	0,06	0,51
Fiskemannen- varmrøkt	0,06	0,11	0,36	0,08	0,61

Produkt	PCDD (pg TE/g v.v.)	PCDF (pg TE/g v.v.)	Non-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Mono-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Sum dioksiner og dIPCB (pg TE/g v.v.)
Makrell					
Strandkaien fisk- kaldrøkt- makrell-fersk	0,08	0,15	0,37	0,09	0,70
Strandkaien fisk- varmrøkt- makrell-fersk	0,08	0,15	0,44	0,10	0,78
Strandkaien fisk- krydder- makrell-fersk	0,06	0,09	0,36	0,08	0,60
Fersk kaldrøkt makrell	0,07	0,09	0,29	0,08	0,53
Fersk krydder makrell	0,05	0,09	0,33	0,08	0,55
Fersk varmrøkt makrell	0,04	0,09	0,34	0,09	0,55
Fersk varmrøkt makrell	0,06	0,10	0,39	0,10	0,65
Fersk kaldrøkt makrell	0,04	0,11	0,44	0,11	0,69
Fersk krydder makrell	0,03	0,08	0,32	0,07	0,51
Stabburet- peppermakrell	0,08	0,19	0,65	0,14	1,06
Eldorado-makrellfilet	0,04	0,08	0,27	0,06	0,45
King Oscar-makrell filet	0,16	0,13	0,54	0,13	0,95

Polibromerte flammehemmere polibromerte difenyletere (PBDE) og heksabromsyklododekan (HBCD)

Tabell 12 viser innholdet av PBDE kongenere (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183) og sum HBCD i 35 produkter av makrell. Resultatene for sum PBDE varierte fra 0,33 µg/kg v.v. til 1,6 µg/kg v.v. Det var 9 produkter som hadde et innhold av sum PBDE lavere enn 0,5 µg/kg v.v., 21 prøver hadde et innhold som varierte fra 0,5 µg/kg til 1,0 µg/kg v. v., 5 produkter hadde et innhold som lå mellom 1,0 og 1,5 µg/kg v.v. og 1 produkter hadde et innhold av sum PBDE som lå mellom 1,5 og 2,0 µg/kg v. v. Det produktet som hadde det høyeste innholdet var Stabburets makrellfilet med et innhold på 1,6 µg/kg våt vekt. Til sammenligning er det funnet verdier for sum PBDE i makrell fangstet i 2004 som varierte mellom 0,6 og 3,5 µg/kg v.v. (middelerdi for 25 prøver på 1,4 µg/kg v.v.) og i oppdrettslaks varierer sum PBDE konsentrasjonen mellom 0,6 og 3,9 µg/kg v.v. med en middelerdi for 46 prøver tatt i 2005 på 1,9 µg/kg v.v. (www.nifes.no/sjomatdata).

Kongenerprofilen viste for prøvene av prosesserte makrellprodukter at PBDE-47 var den dominerende kongeneren. Andel PBDE-47 i forhold til sum PBDE var ca. 55-60%.

Konsentrasjonen av HBCD var lavere enn deteksjonsgrensa på 1,0 µg/kg våt vekt for alle prøvene (tabell 13).

Tabell 12. Innholdet av PBDE kongenere og sum PBDE (ng/g våt vekt) samt HBCD i 35 prøver av makrellprodukter.

Produkt	PBDE_28 ng/g våt v.	PBDE_47 Ng/g våt v.	PBDE_100 ng/g våt v.	PBDE_99 ng/g våt v.	PBDE_154 ng/g våt v.	PBDE_153 ng/g våt v.	PBDE_183 ng/g våt v.	Σ ₇ PBDE ²⁾ ng/g våt v.	HBCD ng/g våt v.
Sunnmøre makrellfilet (tomatsaus)	0,013	0,192	0,033	0,048	0,027	0,013	0,006	0,33	<1.0
Sunnmøre peppermakrell (olje)	0,015	0,221	0,043	0,064	0,033	0,014	0,007	0,40	<1.0
King Oscar makrell (tomat)	0,017	0,296	0,057	0,088	0,038	0,017	<0.006	0,51	<1.0
First price makrell- filet (totatsaus)	0,018	0,275	0,055	0,068	0,034	0,015	<0.006	0,46	<1.0
ICA Norge hakket Makrell	0,023	0,452	0,091	0,135	0,039	0,017	<0.006	0,76	<1.0
Stabbur-hakket makrell	0,016	0,187	0,031	0,049	0,022	0,012	<0.006	0,32	<1.0
Stabbur. makrellfilet	0,056	0,894	0,210	0,303	0,064	0,036	<0.006	1,56	<1.0
Stabbur- hakket filet	0,015	0,179	0,030	0,046	0,020	0,012	<0.006	0,30	<1.0
Stabbur finhakket makrell posjonspakning	0,026	0,387	0,067	0,110	0,043	0,019	<0.006	0,65	<1.0
Marini- hakket makrell	0,038	0,562	0,130	0,210	0,067	0,033	<0.006	1,04	<1.0
Marini- makrellfilet	0,032	0,563	0,129	0,211	0,065	0,033	<0.006	1,03	<1.0
Gjendemsjø- varmrøkt Makrell	0,034	0,499	0,115	0,181	0,049	0,027	<0.006	0,91	<1.0
Gjendemsjø- pepper- Makrell	0,042	0,614	0,175	0,235	0,055	0,024	<0.006	1,15	<1.0
Manger Seafood- kaldrøkt makrell	0,056	0,387	0,095	0,184	0,032	<0.006	<0.006	0,76	<1.0
Gjendemsjø- varmrøkt hel Makrell	0,059	0,492	0,106	0,192	0,033	<0.006	<0.006	0,88	<1.0
Manger Seafood-varm- røkt makrell	0,064	0,615	0,146	0,218	<0.006	<0.006	<0.006	1,04	<1.0
Norgesgruppen- kaldrøkt makrell i bit	0,082	0,495	0,103	0,215	0,030	<0.006	<0.006	0,93	<1.0
Manger Seafood- pepper- Makrell	0,049	0,372	0,094	0,172	<0.006	<0.006	<0.006	0,69	<1.0
Gjendemsjø- kaldrøkt makrell	0,040	0,262	0,040	0,116	<0.006	<0.006	<0.006	0,46	<1.0
Norgesgruppen- varmrøkt makrell i bit	0,064	0,488	0,130	0,197	0,041	0,035	<0.006	0,96	<1.0
Fiskemannen- pepper- Makrell	0,036	0,299	0,089	0,150	0,040	<0.006	<0.006	0,62	<1.0
Fiskemannen- varmrøkt makrellfilet	0,060	0,589	0,155	0,250	0,069	<0.006	<0.006	1,12	<1.0

Produkt	PBDE_28 ng/g våt v.	PBDE_47 Ng/g våt v.	PBDE_100 ng/g våt v.	PBDE_99 ng/g våt v.	PBDE_154 ng/g våt v.	PBDE_153 ng/g våt v.	PBDE_183 ng/g våt v.	Σ ₇ PBDE ²⁾ ng/g våt v.	HBCD ng/g våt v.
Fiskemannen- varmrøkt Makrell	0,048	0,433	0,127	0,189	0,052	0,016	<0.006	0,86	<1.0
Strandkaien fisk-kaldrøkt- makrell-fersk	0,033	0,380	0,099	0,146	0,026	0,015	<0.006	0,70	<1.0
Strandkaien fisk-varmrøkt- makrell-fersk	0,029	0,304	0,063	0,097	0,025	0,013	<0.006	0,53	<1.0
Strandkaien fisk-krydder- makrell-fersk	0,015	0,232	0,048	0,068	0,031	0,010	<0.006	0,40	<1.0
Fersk kaldrøkt makrell	0,023	0,283	0,051	0,095	0,025	0,011	<0.006	0,49	<1.0
Fersk krydder makrell	0,023	0,301	0,063	0,108	0,038	0,015	0,006	0,55	<1.0
Fersk varmrøkt makrell	0,016	0,197	0,046	0,067	0,020	0,009	<0.006	0,36	<1.0
Fersk varmrøkt makrell	0,019	0,299	0,064	0,099	0,033	0,013	<0.006	0,53	<1.0
Fersk kaldrøkt makrell	0,029	0,282	0,075	0,109	0,029	0,012	<0.006	0,54	<1.0
Fersk krydder makrell	0,021	0,334	0,081	0,148	0,027	0,014	<0.006	0,63	<1.0
Stabburet- peppermakrell	0,027	0,283	0,050	0,102	0,022	0,011	<0.006	0,50	<1.0
Eldorado- makrellfilet	0,035	0,412	0,089	0,140	0,043	0,022	<0.006	0,74	<1.0
King Oscar- makrell filet	0,017	0,267	0,048	0,091	0,023	0,016	<0.006	0,46	<1.0

^{a)} Verdier lavere enn LOQ er ikke summert

Poliaromatiske hydrokarboner (PAH)

I stoffgruppen PAH er det flere mutagene forbindelser, slik som benzo(a)pyren, BaP. BaP kan brukes som indikatorsubstans for mulige helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk er det ikke mulig å identifisere noen terskelverdi, det vil si at enhver dose kan medføre risiko for helseskade og det er ønskeleg med så lave verdier som mulig EU har likevel nylig satt grenseverdier for hva som er akseptabelt nivå av BaP i sjømat.

Tabell 14. Konsentrasjon av PAH i 35 prøver av prosessert makrell kjøpt i butikker i Bergensområdet 2006

Forbindelse	Konsentrasjonsområde (µg/kg våt vekt)
Fluoren	5,8 – 43
Fenantren	4,2 – 240
Antracen	1,1 – 53
Fluoranten	0,7 – 36
Pyren	<0,5 – 35
Benzo(a)antracen	<0,5 – 2,8
Krysen/Trifenylen	<0,5 – 3,0
Benzo(b)fluoranten	<0,5 – 0,8
Benzo-(k)-fluoranten	<0,5 – 0,9
Benzo(a)pyren	<0,5 – 1,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,5 – 0,7
Dibenzo(a,h)antracen	<0,5
Benzo(g,h,i)perylene	<0,5 – 0,6

LOQ for alle PAH forbindelsene var mindre enn 0,5 µg/kg våt vekt.

Konsentrasjonene av de forskjellige PAH forbindelsene, inkludert BaP er gitt i tabell 14. Konsentrasjonene som er funnet for BaP i prosesserte makrellprodukter varierte fra <0,5 µg/kg våt vekt til 1,5 i de 35 undersøkte produktene. Bakgrunnsnivået av BaP i ferske sjømatprodukter er <0,5 µg/kg våt vekt og godt under EU sin grenseverdi på 2 µg/kg Grenseverdien for røykte sjømatprodukter er 5,0 µg/kg og ingen av de røykte makrellproduktene kom opp mot denne verdien

Konklusjon

- Det påvist *L. monocytogenes* i to av de undersøkte prøvene av prosesserte makrellprodukter. Den ene prøve var av varmrøykt makrell, mens den andre var av kaldrøykt makrell. Prøvene var fra forskjellige produsenter.
- For ikke hermetiske produkter av røkt makrell hadde 27 av 42 delprøver et kimtall under generell grense for et godt produkt (1×10^5 kim pr g). Gjennomsnittet for disse prøvene var 7×10^4 kim pr g. Tre delprøver hadde kimtall mellom generell og øvre grense (1×10^5 og 1×10^6), og 12 delprøver lå over øvre grense (1×10^6).
- Ingen av de 14 undersøkte delprøvene av hermetikk var kontaminerte med mikroorganismer.
- For de 12 prøvene av krydrete makrellprodukter, kunne det ikke påvises termotolerante koliforme bakterier eller *E. coli* i noen av prøvene.
- Ingen undersøkte prøver hadde et for høyt antall *S. aureus*.
- I nærmere 6 % av prøvene (4 av 70) ble det påvist fra en til to kveis-larver tilhørende arten *Anisakis simplex*. Samtlige nematoder var intakte og enkelte til og med lett synlig utenpå eller i de aktuelle produktene. Selv om larvene var døde ved inspeksjonstidspunktet og dermed ikke utgjør en direkte helsefare, kan funn av parasitter hvis gjort av konsument, føre til problemer for både industrien og tilsynsmyndigheter.
- Innholdet av alle de fremmedstoffene som EU har satt øvre grenseverdi for og som ble undersøkt i dette prosjektet viste nivåer som var lavere enn disse. Nivåene av de fremmedstoffer som EU ikke har satt øvre grenseverdier for viste nivåer som var tilsvarende de som er funnet i fersk makrellfilet og som finnes i NIFES' database for fremmedstoffer.

ANBEFALTE OPPFØLGINGSAKTIVITETER

- Vi anbefaler at det blir iverksatt ett lignende prosjekt som beskrevet i denne rapporten, der produkter av *sushi* blir undersøkt.