



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

Rapport
2016

Nasjonalt tilsynsprogram for
produksjon av skjell og andre bløtdyr
– prøver analysert i 2015:
Kjemiske forurensende stoffer og
mikroorganismer

Arne Duinker, Bjørn Tore Lunestad,
Irja Sunde Roiha og Amund Måge

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

01.07.2016



På oppdrag fra **Mattilsynet**

Statens tilsyn for fisk, dyr og næringsmidler

ISBN nummer: 978-82-91065-37-3

FORORD

Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon ble startet av Mattilsynet i 2006 på bakgrunn av krav i Europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 854/2004 av 29. april 2004 om fastsettelse av særlige regler for gjennomføringen av offentlig tilsyn med produkter av animalsk opprinnelse beregnet på humant konsum (H3) ("Hygienepakken"). Før dette har NIFES bidratt i skjellovervåkning siden 1999.

Formålet med Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon er å dokumentere forekomst av kjemiske forurensende stoffer og indikatorbakterien *Escherichia coli* i områder der muslinger produseres for kommersiell omsetning. Gjennom programmet skal det også innhentes dokumentasjon om forekomst av toksinproduserende alger i sjøen og marine biotoksiner i muslinger, men dette er ikke en del av denne rapporten. I tillegg har Mattilsynet gjennomført stikkprøvebasert prøvetaking av sluttprodukter for å undersøke om skjell som omsettes oppfyller regelverkskravene spesielt med hensyn på mikroorganismer og algegifter. Innholdet av mikroorganismer i sluttprodukter er del av denne rapporten.

NIFES har på vegne av Mattilsynet i 2015 gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *E. coli* og *Salmonella* i skjell (blåskjell, europeisk flatøsters, kamskjell, oskjell, stillehavsosters, strandsnegl, sirkelskjell, knivskjell, samt pigghuden kråkebolle), samt kjemiske analyser for fremmedstoffer (metaller, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH) i skjell (blåskjell, kamskjell, oskjell, teppeskjell og østers).

To ulike typer prøvetaking er gjennomført:

- Prøvetaking gjennomført av inspektører ved Mattilsynets distriktskontorer.
- Prøvetaking gjennomført av produsenter.

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2015 var Anne Margrethe Aase, som sammen med Manfred Torsvik sto for prøveregistrering, måling og veiing av skjell, prøveopparbeiding og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Jannicke A. Berntsen, Kari Breistein Sæle, Vivian Krakeli, Teclu Habtemariam Weldegebriel, Kjersti Kolås, Annie Fürstenberg, Agnethe Hertzberg, Amarjargal Sengeeg og Franziska Randers har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse knyttet til PCB, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Tonja Lill Eidsvik, Laila Sedal, Vivian Mui, Siri Bargård, Edel Erdal, Berit Solli, Nina Margrethe Steinsvik, Helen Eldholm, Gard Østbø og Georg Olsen har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier. Analysene av skjell for mikrobiologiske parametre er utført av Anette Kausland, Tone Galluzzi, Betty Irgens, Leikny Fjeldstad og Synnøve Wintertun. PAH-bestemmelsene har vært utført av Eurofins.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, juni 2016

INNHold

Forord	2
Sammendrag	5
Summary	8
1. Innledning	10
1.1 Mikrobiologi.....	11
1.2 Fremmedstoffer.....	12
1.3 Målsetting.....	13
2. Materiale og metoder	14
2.1. Prøvetaking.....	14
2.1.1. Prøveuttak til mikrobiologisk analyse.....	14
2.1.2. Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer.....	16
2.2. Prøveopparbeiding og analyse.....	16
2.2.1. Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer.....	16
2.2.2. Prøveopparbeiding og bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer.....	17
3. Resultater og kommentarer	20
3.1 Mikroorganismer i skjell.....	20
3.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell.....	21
3.2.1 Metaller.....	22
3.2.2 Organiske miljøgifter (POPs).....	25
3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	27
3.3 Kamskjell.....	29
3.3.1 Metaller.....	29
3.3.2 Organiske miljøgifter (POPs).....	29
3.3.3 PAH.....	30
3.4 Østers.....	30
3.4.1 Metaller.....	30
3.4.2 Organiske miljøgifter (POPs).....	31
3.4.3 PAH.....	31

3.5	Stillehavsosters.....	31
3.6	Oskjell.....	32
3.7	Strandsnegl.....	32
3.8	Kråkeboller.....	32
3.9	Prøver innsendt av næringen.....	33
	Konklusjoner.....	34
	Mikroorganismer.....	34
	Kjemiske stoffer.....	34
	Litteraturliste.....	35
	Vedlegg.....	37

SAMMENDRAG

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, tok Mattilsynet i 2015 ut i alt 330 prøver fordelt gjennom hele året. Av disse var 264 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 22 av kamskjell (*Pecten maximus*), 21 av østers (*Ostrea edulis*), 10 av oskjell (*Modiolus modiolus*), åtte av kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og to av strandsnegl (*Littorina littorea*). I tillegg ble det sendt inn en prøve av hver av artene stillehavsosters (*Crassostrea gigas*), sirkelskjell (*Dosinia exoleta*) og knivskjell (*Solenidae spp.*). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) etter instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. Ved NIFES ble alle prøvene analysert for *E. coli* og 46 av prøvene ble også undersøkt med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetode (MPN) i henhold til EUs referansemetode (Donovans metode, ISO 16649-3). Prøvene ble analysert med hensyn på forekomst av *Salmonella* ved hjelp av Bio-Rad Rapid *Salmonella* metoden med kort protokoll, kombinert med verifikasjon ved nasjonalt referanselaboratorium i eventuelle tilfeller med påvisning av *Salmonella*.

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 287 (87 %) av de 330 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 43 prøvene (13 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 3 500/100 g, for kamskjell 230/100 g og for østers 330/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 43 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 24 av blåskjell, 10 av

kamskjell, fire østers, to av oskjell og strandsnegl, samt en av kråkebolle. Ingen av disse hadde konsentrasjoner av *E. coli* over 230/100 g.

Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 46 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 130 prøver innsendt av næringen. Av disse var 96 prøver av blåskjell, 13 av sandskjell, 12 av kamskjell, seks av flatøsters, to av stillehavsøsters, samt en prøve av kråkebolle. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 111 av disse prøvene (85 %). De øvrige 19 prøvene (15 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 17 var blåskjell og en av hver av sandskjell (1 100/100 g) og flatøsters (1 700/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var på 3 500/100 g.

Kjemiske fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell utført av Mattilsynets inspektører for bestemmelse av fremmedstoffer ble tatt fra 18 lokaliteter om våren og 15 lokaliteter om høsten 2015, med totalt 41 prøver fra 19 lokaliteter. I tillegg tok Mattilsynet ut i to prøver av østers, fem prøver av kamskjell, én prøve av stillehavsøsters, to prøver av oskjell, to prøver av strandsnegl og én prøve av kråkeboller. Prøvene ble sendt til NIFES i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat.

I alt 34 prøver av blåskjell, fem prøver av kamskjell, to prøver av østers, en prøve av stillehavsøsters, to prøver av oskjell, to prøver av strandsnegl og en prøve av kråkeboller ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly, samt uorganisk arsen. I tillegg ble 16 blåskjellprøver, to kamskjellprøver, en østersprøve, en prøve av oskjell og en prøve av strandsnegl analysert for dioksiner/furaner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆ og PCB₇), PBDE, Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og TBT fra prøvene som ble tatt ut om høsten. Alle fremmedstoffanalysene ble gjort på frysetørket materiale. Metallbestemmelsene ble utført med ICPMS, uorganisk arsen med HPLC-ICPMS, dioksiner, furaner og non-orto PCB med høyoppløsende GC-MS, mono-orto PCB og PCB₆ med GC-MSMS og PBDE med GC-MS (NCI). Det ble benyttet en felles opparbeidelsesmetode for bestemmelse av dioksiner, PCB og PBDE. Med unntak av bestemmelser av PAH er alle andre bestemmelser utført ved NIFES, og akkrediteringer er i henhold til NS-EN-ISO 17025. I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn ni prøver av blåskjell, én prøve av kamskjell, én prøve av hjerteskjell, én prøve av teppeskjell (*Politapes rhomboides*) og én prøve av stillehavsøsters til analyse av metaller.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde som tidligere år, og ingen av tungmetallene kadmium, kvikksølv eller bly oversteg EUs og Norges øvre grenseverdier. Med hensyn til kadmium var den høyeste konsentrasjonen i blåskjell på 0,30 mg/kg våtvekt, som er godt under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt. Med unntak av to prøver, lå alle prøvene under Miljødirektoratets

grenser for ubetydelig til lite forurensing for kadmium, sølv, kvikksølv, bly og TBT. To av prøvene hadde blykonsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklassen «moderat forurensing». Konsentrasjonene av totalarsen og uorganisk arsen var også i samme område som tidligere år, med høyeste konsentrasjon av totalarsen på 4,0 mg/kg våtvekt og høyeste konsentrasjon av uorganisk arsen på 0,77 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₆, PCB₇ og PBDE var forholdsvis lave i de 16 blåskjellprøvene som ble analysert. Alle prøvene viste konsentrasjoner langt under EUs og Norges øvre grenseverdi for sum dioksiner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB, og alle prøvene var også langt under Miljødirektoratets grense for «ubetydelig til lite forurenset». PAH var lavt i alle blåskjellprøvene.

De fire prøvene av muskel og gonade fra kamskjell viste metallkonsentrasjoner på samme nivå som tidligere år. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium var på 0,27 mg/kg våtvekt, noe som er langt under øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt i skjellmat til humant konsum. De to prøvene som ble analysert for PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB, PBDE og PAH hadde lave konsentrasjoner av disse miljøgiftene.

Én av fire prøver av flatøsters hadde konsentrasjoner av kadmium over EUs og Norges øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt dette året. Det ble funnet lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH i østers.

En prøve av stillehavsøsters ble analysert for metaller. Denne hadde en konsentrasjon av kadmium som er sammenliknbar med variasjonen for flatøsters, men under gjeldende grenseverdi.

To prøver av oskjell oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium, mens én av prøvene hadde en konsentrasjon av bly over grenseverdien dette året. Det ble funnet lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH i disse oskjellene.

To prøver av strandsnegl ble analysert for metaller og viste lave verdier av tungmetaller på lik linje med resultater fra tidligere år.

Rogn fra en prøve av kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) hadde svært lavt innhold av tungmetaller, og nivåer av organiske miljøgifter på linje med de andre artene og ingen overskridelser av grenseverdier.

I tillegg til prøvetakingen i regi av Mattilsynet sendte næringen inn ni prøver av blåskjell, én prøve av kamskjell, én prøve av hjerteskjell, én prøve av teppeskjell (*Politapes rhomboides*) og én prøve av stillehavsøsters til analyse av metaller. Ingen av disse konsentrasjonene lå over grenseverdiene. Resultatene er på nivå med prøvene sendt inn i regi av Mattilsynet og stort sett lave.

SUMMARY

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish monitoring programme, a total of 330 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples, 264 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 22 samples were scallops (*Pecten maximus*), 21 were European flat oysters (*Ostrea edulis*), 10 were Northern horse mussel (*Modiolus modiolus*), eight were green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), and two were periwinkles (*Littorina littorea*). In addition, one sample each of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*), rayed artemis (*Dosinia exoleta*), and razor shells (Solenidae spp.) were received. The sampling was performed by inspectors from the District Offices of the Norwegian Food Safety Authority (NFSA), according to instructions made by the Head Office of the NSFA, and sent to NIFES. All samples were analysed for *E. coli* and 46 of the samples were also analysed for *Salmonella*.

The number of *E. coli* was determined by a multiple tube dilution method (MPN) according to the EU's reference method (Donovan's method, ISO 16649-3). The samples were analysed for the presence of *Salmonella* using the Bio-Rad Rapid *Salmonella* method, short protocol combined with verification of any positive sample at the national reference laboratory.

In total, 287 of 330 examined samples (87 %) had a content of *E. coli* \leq 230/100 g, which is the limit for classifying a locality to a so-called A-area, thus allowing harvest for direct consumption. The remaining 43 (13 %) had a concentration of *E. coli* $>$ 230/100 g. In blue mussel, the highest number of *E. coli* was 3 500/100 g sample, in scallop 230/100 g, and in oysters, the highest count was 330/100 g.

Salmonella was not detected in any of the 46 samples analysed in the shellfish monitoring programme.

In addition to the samples submitted by the NFSA, 130 samples were sent to NIFES directly by the shellfish farmers. Of these samples, 96 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 13 sand gaper, 10 samples were great scallop (*Pecten maximus*), six samples were European flat oyster (*Ostrea edulis*), and two samples were Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). In addition, one sample of green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) was submitted.

The concentration of *E. coli* was \leq than 230/100 g in 111 of these samples (85 %). The remaining 19 samples (15 %), all which were of blue mussels, had a concentration of *E. coli* above 230/100g, and the highest detected number was 3 500/100 g.

Undesirable substances

Samples of mussels taken by the Norwegian Food Safety Authority District Offices for the analysis of undesirable substances were collected from 18 localities in spring and 15 localities in autumn 2015, with in total 41 samples from 19 localities. In addition, a total of two samples of oysters, five samples of scallops, one sample of Pacific oysters, two samples of horse mussels, two samples of periwinkles and one sample of sea urchins were collected. Sampling and shipment to NIFES was done according to instructions made by the Head Office of the NSFA.

In total 34 samples of mussels, five samples of scallops, two samples of oysters, one sample of Pacific oysters, two samples of horse mussels, two samples of periwinkles and one sample of sea urchins were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, lead, mercury and inorganic arsenic. Additionally, 16 samples of mussels, two scallop samples, one sample of oysters, one sample of horse mussels and one sample of periwinkles taken in the autumn were analysed for TBT and the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB₆ and PCB₇), dioxins and dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers (PBDE)) and polyaromatic hydrocarbons (PAH). With the exception of PAH all analyses were made at NIFES, and accreditations are according to NS-EN-ISO 17025.

The element concentrations in mussels found in the programme for 2015, were within the same range as previous years, and none of the concentrations of the heavy metals cadmium, mercury or lead exceeded the EU's maximum level. The highest concentration of cadmium in mussels was 0.30 mg/kg wet weight, which is well below the maximum level of 1.0 mg/kg wet weight. The concentrations of total and inorganic arsenic were also within the same range as previous years, as the highest concentration of total arsenic in mussels was 4.0 mg/kg wet weight and the highest concentration of inorganic arsenic of total arsenic was 0.77 mg/kg wet weight.

The concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs, PCB₇ and PBDEs were relatively low in all the 16 mussel samples analysed for these substances. All the samples showed concentrations far below the EU and Norway's maximum level for sum dioxins, of 3.5 ng TE_{WHO-2005} /kg wet weight, and for the sum of dioxins and dioxin-like PCBs, of 6.5 ng TE_{WHO-2005} /kg wet weight. PAH showed low concentrations in all mussel samples.

Five samples of adductor muscle and gonad of scallops were analysed for metals and showed concentrations of metals generally at the same low level as previous years. The highest concentration of cadmium was 0.27 mg/kg wet weight, which is well below the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. The two scallop samples analysed for PCB₆, dioxins and dioxin-like PCBs, PBDEs and PAHs all had very low concentrations of these POPs.

One of the four oyster samples had concentrations of cadmium exceeding EU and Norway's upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. Low levels of POPs and PAH were found in oysters.

One sample of Pacific oysters was analysed for metals and had a concentration of cadmium comparable to the range for flat oysters but below the maximum level.

Two samples of horse mussels were analysed for metals and exceeded the maximum level for cadmium of 1.0 mg/kg wet weight, and one of the samples exceeded the maximum level for lead of 1.5 mg/kg wet weight.

Two samples of periwinkles were analysed for metals and showed low levels of heavy metals, comparable with results from previous years.

One sample of sea urchin roe was analysed and had generally low levels of heavy metals, concentrations of organic contaminants within the range of the other species in this program and no concentrations exceeding the maximum limits.

In addition to the sampling performed by the Food Safety Authorities, the industry submitted nine samples of mussels, one sample of scallops, one sample of cockles, one sample of banded carpet shells and one sample of Pacific oysters for analysis of metals. None of these results exceeded the maximum levels. The concentrations were in the same range as in the samples from the NFSA and were generally low.

1. INNLEDNING

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en etablert næring i Norge. I 2014 ble det solgt 2016 tonn skjell fra akvakultur, og av dette var 1983 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Fiskeridirektoratet, 2015). I tillegg høstes det kamskjell fra ville bestander. Blåskjellnæringen er nå sentrert rundt pakkerier i Trøndelag, med produksjon i Trøndelag og på Helgelandskysten. Næringen næringen er nå kommer over i en liten med stabil kommersiell fase etter mange år med prøving og feiling langs hele kysten.

Mattilsynet klassifiserer produksjonsområder for muslinger (skjell). Produksjonsområder som er klassifisert skal overvåkes og føres tilsyn med for å vurdere om forekomsten av uønskede stoffer (kjemiske forurensende stoffer) og mikroorganismer er på akseptable nivåer og om de endres over tid. I tillegg gjennomføres stikkprøvebasert prøvetaking av sluttprodukter, spesielt med hensyn på innholdet av mikroorganismer. Skjell tar opp føde ved å filtrere partikler fra vannet og kan slik ta opp og akkumulere uønskede stoffer eller mikroorganismer fra vannet eller fra partiklene de spiser. Uønskede stoffer som kan akkumuleres i skjell inkluderer algetoksiner som kan gi akutte forgiftninger med oppkast

og diaré (DSP) og lammelser (PSP), mikroorganismer, samt fremmedstoffer som metaller og organiske miljøgifter. Fremmedstoffer kan tas opp enten direkte fra vannet over gjellene eller via fødeopptaket.

1.1 Mikrobiologi

Ved lokaliteter som ligger nær kloakkutslipp, eller på annen måte er eksponert for fekal forurensing fra varmblodige dyr via avrenning fra land, eller tilført fra fugl eller marine pattedyr, vil skjell ta opp tarmbakterier som *Escherichia coli* og *Salmonella*. Analyser for *E. coli* brukes i denne sammenhengen for å indikere fekal forurensning og dermed mulig helsefare.

Ved undersøkelse av matvaretrygghet for skjell er en særlig opptatt av om disse kan inneholde matvarebårne virus. *E. coli* indikerer fekal forurensning og dermed en mulig fare for at humanpatogene virus eller andre smittestoffer er til stede.

Mengde *E. coli* gir grunnlag for klassifisering av skjell-lokaliteter, der skjell fra et A-område kan gå direkte til konsum, mens skjell fra B- og C-områder må gjennom ulike renseprosesser før de kan selges. Mer enn 46 000 *E. coli* per 100 g skjellmat og kappevann medfører høsteforbud (Tabell 1).

Tabell 1. Classification of shellfish localities based on the concentration of *E. coli* in soft parts and mantle liquid.

Class ¹	Microbiological standard ²	Treatment after harvesting
A	Live bivalve molluscs must not contain more than 230 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid ³	None
B	Live bivalve molluscs must not contain more than 4 600 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid ⁴	Purification, relaying in A-area or boiling by approved procedure
C	Live bivalve molluscs must not contain more than 46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid ⁵	Relaying in A-area for a long period of time or boiling by approved procedure
Harvesting prohibited	> 46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g flesh and intravalvular liquid	

1. "The competent authority has the power to prohibit any production and harvesting of bivalve molluscs in areas considered unsuitable for health reasons."

2. "The reference method is given as ISO 16649-3."

3. "By cross-reference from Regulation (EC) No 854/2004, via Regulation (EC) No 853/2004, to Regulation (EC) No 2073/2005."

4. "From Regulation (EC) No 1666/2006."

5. "From Regulation (EC) No 854/2004."

Blant salmonellabakteriene finnes det over 2 500 varianter (serovarianter). Avhengig av hvilken serovariant som er involvert, kan bakterier i slekten *Salmonella* gi infeksjon hos mennesker eller dyr (salmonellose) med varierende styrke, fra nær symptomløs til alvorlig tarminfeksjon med feber og blodig diaré, eller i alvorlige tilfeller systemisk infeksjon. Siden matvarer er den viktigste smitekilden for salmonellose, kan varer som inneholder salmonellabakterier ikke omsettes. Ingen kjente tilfeller av salmonellose har vært knyttet til konsum av norske skjell.

1.2 Fremmedstoffer

Skjell har vist en spesiell evne til å akkumulere enkelte metaller fra miljøet, og EU har foreslått at følgende metaller skal inngå i overvåkingen av skjell: kobber, sølv, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Dette henger sammen med at skjell kan inneholde relativt høye konsentrasjoner av uønskede metaller og metallformer som uorganisk arsen, kadmium og bly. Siden kvikksølv, kadmium og bly er uønskede stoffer i kostholdet og man ønsker å begrense inntaket, har EU etablert grenseverdier for sjømat. Både bløtdyr og krepsdyr har egne grenseverdier for bly og kadmium som er betydelig høyere enn tilsvarende grenseverdier for fisk. Skjell inneholder imidlertid også en rekke essensielle grunnstoffer som for eksempel sink, kobber og selen.

Blåskjell er den av skjellartene det produseres mest av i Norge. Sammenlignet med andre skjell, som for eksempel oskjell og østers, har blåskjell et naturlig lavt nivå av de fleste fremmedstoffer. Et innhold av fremmedstoffer over bakgrunnsnivået reflekterer forhøyet nivå i miljøet som skyldes menneskeskapt eller naturlig tilførsel av stoffene. Dette gjør at blåskjell er vanlig å benytte som en forurensningsindikator. Blåskjell er dessuten mye studert over lang tid og finnes over store områder, og egner seg også derfor som indikatororganisme. Miljødirektoratet (tidligere Klima- og forurensningsdirektoratet, KLIF, og SFT før det igjen) har etablert et sett av klassifiseringsverdier i forhold til antatte normalverdier i upåvirkede områder. Selv om blåskjell fra en lokalitet har en konsentrasjon av et fremmedstoff som er godt under EUs grenseverdi for mattrygghet, kan skjellene likevel ha høy nok konsentrasjon til å indikere at en lokalitet er forurenset ut fra Miljødirektoratets klassifisering. Det er også etablert grenseverdier for såkalte miljøkvalitetsstandarder i forbindelse med EUs vannrammedirektiv.

Blåskjell kan videre ha svært varierende konsentrasjon av grunnstoffet arsen (As). Arsen kan forekomme i ulike kjemiske former med ulik toksisitet. Uorganisk arsen er mye mer toksisk enn de organiske arsenformene, som har lav giftighet, og av de uorganiske formene er treverdige arsen [As(III)] mer toksisk enn femverdige arsen [As(V)]. I mager fiskefilet kan mer enn 99 % av det totale innholdet av arsen foreligge i organiske former, dominert av det ikke-giftige arsenobetain [(CH₃)₃As⁺CH₂COO⁻]. Normalt sett er arsenobetain den dominerende arsenformen også i blåskjell, men når konsentrasjonen av

arsen i blåskjell øker over et visst nivå viser det seg at konsentrasjonen og andelen av uorganisk arsen også kan øke (Frantzen et al., 2008; Sloth and Julshamn, 2008). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåkning av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skalldyrarter kan ha et naturlig høyt innhold av uønskede metaller, spesielt kadmium og bly, som kan være høyere enn de øvre grenseverdiene som er gitt av EU og Norge for disse to metallene i skjell på henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. Dette gjelder blant annet kamskjell, oskjell, østers og kongsnegl. Hos kamskjell akkumuleres kadmium i fordøyelseskjertelen, hos oskjell akkumuleres kadmium og bly i nyrene, hos kongsnegl akkumuleres kadmium i fordøyelsesorganene, mens hos østers akkumuleres ikke kadmium i et spesifikt organ. Ved å fjerne de nevnte organene vil konsentrasjonen av kadmium og bly være lavere enn de øvre grenseverdiene. I Norge spiser vi som oftest bare lukkemuskel og rogn av kamskjell, og disse organene har generelt lave konsentrasjoner av metaller. Hos østers spiser man imidlertid hele innmaten, og her har det vært problemer for en del dyrkere som har opplevd ikke å få høste på grunn av for høye kadmiumverdier.

De organiske fremmedstoffene PCB, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere har ikke vist seg å bli akkumulert i skjell i noen særlig grad. Dette er trolig fordi disse organiske miljøgiftene er fettløselige, mens skjell har relativt lavt fettinnhold. Det finnes imidlertid lite dokumentasjon på innholdet av de organiske fremmedstoffene i skjell som dyrkes langs norskekysten, og det er behov for fortsatt kartlegging.

Blåskjell har derimot vist seg å kunne akkumulere polyaromatiske hydrokarboner (PAH), noe som gjør at arten kan benyttes som indikator for forurensning blant annet fra oljeutslipp. I stoffgruppen PAH er det flere mutagene forbindelser, blant andre benzo(a)pyren (BaP) som det er fastsatt en grenseverdi for på 5 µg/kg våtvekt i skjell. I 2012 ble det også innført en grenseverdi for summen av fire PAH-forbindelser (sum PAH₄).

1.3 Målsetting

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2015 var:

Mattilsynet skal klassifisere og føre tilsyn med produksjonsområder for muslinger, samt gjennomføre sluttproduktkontroller i henhold til kravene i forskrift 22. desember 2008 nr. 1622 om særlige regler for gjennomføringen av offentlig kontroll av produkter av animalsk opprinnelse beregnet på konsum § 1 jf. forordning 854/2004 artikkel 6 jf. vedlegg II.

Klassifisering og tilsyn krever prøvetaking for laboratorieanalyser. Hovedformålet med nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon (tilsynsprogrammet) er derfor å koordinere prøvetaking i produksjonsområder for muslinger for å oppfylle kravene i gjeldende regelverk slik at distriktskontorene kan:

- Klassifisere produksjonsområder med hensyn til forekomst av fekal forurensning. Dette omfatter å fremskaffe data for forekomst av indikatororganismer for fekal forurensning (*E. coli*) som grunnlag for klassifisering, og *Salmonella* i skjell.
- Føre tilsyn med klassifiserte produksjonsområder med hensyn til forekomst av toksinproduserende alger, marine biotoksiner, mikroorganismer og forurensende kjemiske stoffer, og på bakgrunn av dette åpne og lukke produksjonsområder samt omklassifisere hvis nødvendig.
- Sluttproduktkontroller i ekspedisjonssentraler. Slik kontroll skal verifisere at muslinger mv. oppfyller helsestandarder (innhold av mikroorganismer og marine biotoksiner) gitt i forskrift 22. desember 2008 nr. 1624 om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse § 1 jf. forordning (EF) nr. 853/2004 artikkel 3 jf. vedlegg III avsnitt VII kapittel V.
- Føre tilsyn med høsting av muslinger som går i bulk til annet EØS-land (høstkontroll) med hensyn til helsestandarder. Muslinger som omsettes i bulk til annet EØS-land blir ikke kontrollert på ekspedisjonssentral i Norge. Mattilsynet skal gjennomføre sluttproduktkontroll i alle ledd av produksjonen (jf. forordning 854/2004 artikkel 6 jf. vedlegg II kapittel II bokstav D. nr 2), og muslinger som blir sendt ut av Norge i bulk må derfor kontrolleres under høsting.

2. MATERIALE OG METODER

2.1. Prøvetaking

Utvalget av lokaliteter for prøvetaking ble gjort av Mattilsynet, og selve prøvetakingen og innsending av prøver ble utført av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer. Prøvene ble pakket i egnet emballasje og sendt med ekspresspost til NIFES der de ble opparbeidet på laboratoriet. Det ble analysert på samleprøver, og antall individer i samleprøvene varierte avhengig av art og analysetype.

2.1.1. Prøveuttak til mikrobiologisk analyse

Produksjonsområder

Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut av Mattilsynet i løpet av hele 2015. Tabell 2 viser fordeling av arter, lokaliteter og antall analyser av *E. coli* og *Salmonella*.

Sluttproduktkontroll

Totalt 43 prøver ble tatt ut som prøve fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll, og var derfor ikke knyttet til lokalitet. Av disse var 24 prøver blåskjell, 10 prøver kamskjell, fire østers, to av oskjell og strandsnegl, samt en prøve av kråkebolle.

Prøver sendt inn av næringen.

Totalt 130 prøver ble sendt inn av næringen i 2015. Av disse var det 96 prøver av blåskjell, 13 av sandskjell, 12 av kamskjell, seks av flatøsters, to av Stillehavsosters, samt en prøve av kråkebolle.

Tabell 2. Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish monitoring programme in 2015, given for each species and region. The number of localities are mainly based on localities where name of locality was given. A marking with a “+” indicates that for some samples locality was not given, as the sample was taken at processing plant.

Species	Region	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	Note
Blue mussel	Troms	11/1	0	
	Nordland	21/3	0	
	Trøndelag	167/12+	21/2+	21 samples end product
	Møre og Romsdal	3/1	0	
	Sogn og Fjordane	12/1+	2/1+	1 sample end product
	Hordaland	9/1	0	
	Rogaland	37/5	1/1	
	Agder	3/1+	2/0+	2 samples end product
	Skagerrak	1/1	0	
	Total	264/26+	26/4+	24 samples end product
Scallop	Trøndelag	8/1+	8/1+	8 samples end product
	Hordaland	2/0+	2/0+	2 samples end product
	Rogaland	12/2	0	
	Total	22/3+	10/1+	10 samples end product
European flat oyster	Hordaland	6/2+	2/0+	2 samples end product
	Rogaland	11/1	0	
	Agder	4/1+	1/0+	1 sample end product
	Total	21/4+	3/0+	3 samples end product
Northern horse mussel	Hordaland	2/0+	2/0+	2 samples end product
	Rogaland	8/1+	0	
	Total	10/1+	2/0+	2 samples end product
Green sea urchin	Rogaland	8/2+	2/1+	1 sample end product
Pacific oyster	Agder	1/0+	1/0+	1 sample end product
Periwinkles	Trøndelag	2/0+	2/0+	2 samples end product
Rayed artemis	Rogaland	1/1	0	
Razor shells	Rogaland	1/1	0	
Total		330/40+	46/6+	43 samples end product

2.1.2 Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2015 ble det både tatt ut prøver om våren (januar - juli) og om høsten (august - desember) til bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer, som regel samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. Det ble til sammen tatt ut 34 prøver av blåskjell, fem prøver av kamskjell, to prøver av flatøsters, én prøve av stillehavsosters, én prøve av oskjell, to prøver av strandsnegl og én prøve av kråkeboller. Prøvene som ble tatt ut om høsten ble analysert for både metaller og organiske fremmedstoffer.

I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn ni prøver av blåskjell, én prøve av kamskjell, én prøve av hjerteskjell, én prøve av teppeskjell og én prøve av stillehavsosters som ble analysert for metaller.

2.2 Prøveopparbeiding og analyse

2.2.1 Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer

Tilsammen ble 330 prøver analysert med hensyn på *E. coli*, og 46 av prøvene ble også undersøkt for *Salmonella*.

Bløtdeler med kappeveske ble tatt ut og homogenisert før umiddelbart påfølgende analyse. Til sammen 75 g skjellmat, inkludert kappevann, ble benyttet til mikrobiologiske bestemmelser. Av disse gikk 50 g til bestemmelse av *E. coli* ved Donovans metode og 25 g til analyse for *Salmonella*.

2.2.1.1 Donovans metode for bestemmelse av *Escherichia coli* (NIFES metode nr. 296)

Donovans metode for analyse for *E. coli* ble benyttet til kvantitative undersøkelser av levende skjell. En prøve til analyse for *E. coli* besto av til sammen 50 g skjellmateriale, inkludert kappevannet. Det ble hentet materiale fra minst 10 østers eller kamskjell, eller 15 blåskjell. Disse skjellene ble skrubbet rene under kaldt, rennende vann, tørket med et papirhåndkle og åpnet med en steril kniv. De bløte delene ble så homogenisert i en steril pose i to til tre minutter og deretter tilsatt 100 ml fortynningsvann. Deretter ble prøven homogenisert på ny før resterende 350 ml fortynningsvann ble tilsatt. Dette ga en 1 til 10 fortykning. Materiale fra døde skjell og skjell med synlige skader inngikk ikke i analysen.

Antallet *E. coli* ble kalkulert ved en mikrobiologisk metode basert på vekstmønster i rør med økende fortykning av prøven (MPN, Most Probable Number). MPN-metoden er basert på avlesning av kombinasjoner av rør med vekst og rør uten vekst. Prinsippet for metoden som ble benyttet her er at flere paralleller av 10 gangers fortykning av prøven ble inokulert i reagensrør med en selektiv buljong som ble inkubert og avlest for gass- og syreproduksjon (gul farge i mediet). Fra positive rør ble det så strøket ut på en selektiv og differensierende TBX-agar. Tilstedeværelse av *E. coli*, som har β -glucuronidaseaktivitet, ble registrert som vekst av blågrønne kolonier på disse skålene. Antall positive

rør i hver fortykning ble registrert på bakgrunn av dette, og det mest sannsynlige antall bakterier pr. vekt/volumenhet ble lest ut fra en tilhørende MPN-tabell. Metoden er akkreditert og basert på standardene ISO/TS 16649-3:2005 og ISO 6887-3:2003. Metodikken er i henhold til EUs Direktiv 91/492/EEC. Metoden gir erfaringsmessig høyere tall på *E. coli* enn tidligere brukte NMKL-basert metodikk. Dette skyldes økt sensitivitet siden det brukes større prøvevolum (50 g) og inokulering fra kombinasjoner av lavere fortykninger (1:1, 1:10 og 1:100).

2.1.1.3 Påvisning av *Salmonella* (RAPID *Salmonella*, NIFES metode nr. 422)

Til analysen for påvisning av salmonellabakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale fra en samleprøve av minst 10 skjell. Metoden var basert på Bio-Rad Rapid *Salmonella* kort protokoll, som inkluderer selektiv oppformering etterfulgt et selektivt kromogent agarmedie som viser om prøven inneholdt *Salmonella* med en analysetid på 38 timer. Metodikken er i samsvar med metodestandarden AFNOR BRD 07/11-12/05.

2.2.2. Prøveopparbeiding og bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer

Til opparbeiding av blåskjell for analyse av fremmedstoffer ble 25 skjell målt og veid, og gjennomsnittslengde, vekt av hele skjell, skallvekt, samt våtvekt av de bløte delene ble bestemt. Innholdet i skjellene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble slått sammen til samleprøver. For blåskjell, østers og oskjell ble hele innmaten tatt med i samleprøvene, mens samleprøver av rogn og muskel ble brukt fra kamskjell. Bløtvevet ble frysetørket og homogenisert til et fint pulver, og tørrstoffinnholdet (g/100 g) ble beregnet. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass frem til bestemmelse av metaller og eventuelt organiske fremmedstoffer. Fra prøver som skulle ha PAH-bestemmelse ble det tatt av 10 g tørt materiale som ble sendt til underleverandør.

Prøvene som ble tatt ut vår og høst ble analysert for metaller og uorganisk arsen, mens prøvene som ble tatt ut om høsten også ble analysert for de organiske fremmedstoffene PCB₆, PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere (kun PBDE) og PAH (underleveranse).

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: PCDD, PCDF og dl-PCB (non-orto og mono-orto PCB), non-dl-PCB (sum PCB₆ og PCB₇) og bromerte flammehemmere (PBDE: PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183), kobber, sink, kadmium, sølv, kvikksølv, bly, arsen, uorganisk arsen og TBT. Hver av analysemetodenes prinsipper, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i Tabell 3. Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025 både for de organiske miljøgiftene og for de rapporterte metallene med unntak av sølv og TBT.

Tabell 3. Undesirable substances analysed, analytical methods used, status of the methods in terms of accreditation, and limits of quantification (LOQ) given on dry matter at NIFES.

Analyte	Method	Accreditation	LOQ ^{a)}
Copper	ICP-Ms	Yes	0.1 mg/kg
Zinc	ICP-MS	Yes	0.5 mg/kg
Selenium	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg
Arsenic	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg
Inorganic arsenic	HPLC-ICPMS	Yes	0.01 mg/kg
Cadmium	ICP-MS	Yes	0.005mg/kg
Mercury	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg
Lead	ICP-MS	Yes	0.03 mg/kg
Silver	ICP-MS	No	0.01 mg/kg
TBT	GC-ICPMS	No	0.001 mg/kg
PCDD/PCDF + non-orto PCB	HRGC/HRMS	Yes	0.008-0.4 pg/g (depending on matrix)
Mono-orto PCB	GC-MSMS	Yes	4-150 pg/g (depending om amount of sample)
PBDE	GC-MS (NCI)	Yes	0.001-0.1 ng/g (depending om amount of sample)
non-dl PCB (PCB ₆)	GC-MSMS (EI)	Yes	0.012-0.3 ng/g (depending om amount of sample)

a) Based on dry sample for metals and TBT and on wet sample for the halogenated organic compounds.

NIFES beregner måleusikkerhet for alle disse analysene basert på kontrollmateriale for ulike nivåer av analyttene. For analytter som har grenseverdi er måleusikkerheten i konsentrasjonsområdet rundt grenseverdi av betydning for Mattilsynets tolking av analyseresultat. For kadmium er grenseverdi for skjell 1,0 mg/kg og måleusikkerheten i dette området er på 20 %. Pb har grenseverdi 1,5 mg/kg og måleusikkerhet 20 %. Hg har grenseverdi 0,5 og måleusikkerhet 20 %. Sum PCDD/F og Sum PCDD/F + dl-PCB har grenseverdi på henholdsvis 3,5 og 6,5 og måleusikkerhet for begge summene ligger på 20 %. For sum PCB₆ er grenseverdien på 75 µg/kg våtvekt og måleusikkerheten for verdier over 5 µg/kg våtvekt er på 25 %.

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

Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Metaller ble bestemt ved hjelp av plasmamassespektrometer (ICPMS) etter dekomponering i mikrobølgeovn som beskrevet av Julshamn m.fl. (2007). Metoden er akkreditert for kobber, sink, selen, arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Kvantifiseringsgrensen er beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene.

2.2.2.2 Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (NIFES metode nr. 261)

Frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 10 ml 0,07 mol/l HNO₃ i 3 % H₂O₂ og ekstrahert i mikrobølgeovn i 20 minutter ved 90 °C. Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble selektivt separert fra andre arsenforbindelser ved å benytte anionbytte HPLC og bestemt som As⁵⁺ ved bruk av ICPMS.

Uorganisk arsen kan finnes både som As(III) og As(V), men i mikrobølgeovnen blir As(III) oksidert til As(V). Uorganisk arsen bestemmes derfor som As(V). Metoden er akkreditert (Tabell 3).

2.2.2.4 Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS (NIFES metode nr. 286)

Frysetørket prøve ble veid inn, tilsatt internstandard, og ekstrahert med syre/metanol. Ekstraktet ble derivatisert med natriumtetraetylborat og ekstrahert over i heksan før analyse med gasskromatograf koblet til induktivt koplet plasma massespektrometer (GC-ICPMS). Resultatene ble beregnet ved bruk av isotopfortynningsformelen. Sertifiserte referansematerialer som ble brukt var NIES-15 (scallop, National Institute for Environmental Studies (NIES) Japan) og CRM 477 (skjell; Institute for Reference Material and Measurement (IRMM), Belgia). Resultatene var tilfredsstillende. Metoden inkluderer også jevnlig deltagelse i ringtester. Kvantifiseringsgrensen for metoden har blitt beregnet til 1 ng/g tørr prøve. Metoden er ikke akkreditert.

2.2.2.5 Bestemmelse av PBDE, PCB₆, PCB₇, dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)

Frysetørkede prøver ble ekstrahert, rensert og analysert for dioksiner og furaner, PCB og PBDE som beskrevet av Julshamn m.fl. (2013).

Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener som summeres til en upperbound "standard sum PBDE" (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183). I tillegg kvantifiseres PBDE-66, 119, og 138. Kvantifiseringsgrensene varierer mellom 0,001 og 0,1 µg/kg for de ulike PBDE-kongenerne. Metoden kvantifiserer PCB₆ (PCB 28, 52, 101, 138, 153 og 180) samt PCB₇ som i tillegg inneholder PCB 118. Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt PCB₆-kongener varierer mellom 0,012 og 0,3 µg/kg våtvekt. For dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble toksiske ekvivalent verdier (TEQ), ble beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalent faktorer (TEF). Kvantifiseringsgrensen for de ulike kongenerne av dioksiner, furaner og non-orto PCB varierer mellom 0,008 og 0,4 pg/g mens mono-orto PCB varierer mellom 4-150 pg/g. Beregningen av kongenersummer blir utført etter en "upper bound" prosedyre, som beskrevet i EU (2006). Metoden er akkreditert i henhold til ISO 17025, og analysekvaliteten kontrolleres jevnlig ved deltagelse i ringtester og ved analyse av sertifiserte prøver.

2.2.2.6 Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH-bestemmelsene ble utført av Eurofins. Prinsippet for metoden baserer seg først på en forsåpning, dernest på GPC-opprensing (dvs. en molekylstørrelses kromatografi), og til slutt bestemmes de forskjellige PAH forbindelsene med GC-MS. Følgende 16 PAH forbindelser ble bestemt: 5-Methylchrysene, Benzo(a)antracene, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(c)fluorene, Benzo(ghi)perylene, Benzo(j)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Chrysene, Cyclopenta(c,d)pyrene, Dibenzo(a,e)pyrene, Dibenzo(a,h)antracene, Dibenzo(a,h)pyrene, Dibenzo(a,i)pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene og Indeno(1,2,3-cd)pyrene. Kvantifiseringsgrensene for PAH-forbindelsene var 0,08 eller 0,2 µg/kg prøve avhengig av forbindelsen. Metoden er akkreditert.

3. RESULTATER OG KOMMENTARER

3.1 Mikroorganismer i skjell

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 287 (87 %) av de 330 prøvene som ble undersøkt, og de tilfredsstilte dermed EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 43 prøvene (13 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g (Tabell 4). Høyeste målte konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 3 500/100 g, for kamskjell 230/100 g og for østers 330/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 43 fra sluttprodukter, og fordelt seg med 24 av blåskjell, 10 av kamskjell, fire østers, to av oskjell og strandsnegl, samt en av kråkebolle. Ingen av disse hadde konsentrasjoner av *E. coli* over 230/100 g.

Det ble ikke detektert salmonellabakterier i noen av de 46 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 130 prøver innsendt av næringen. Av disse var 96 prøver av blåskjell, 13 av sandskjell, 12 av kamskjell, seks av flatøsters, to av Stillehavsosters, samt en prøve av kråkebolle. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 111 av disse prøvene (85 %). De øvrige 19 prøvene (15 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 17 var blåskjell og en av hver av sandskjell (1 100/100 g) og flatøsters (1 700/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var på 3 500/100 g.

Tabell 4. Number of shellfish samples analysed for *E. coli*, and *Salmonella*, broken into species and region, and the number of samples exceeding the limits for the parameters included in the monitoring programme.

Species	Region	<i>E. coli</i> (# > 230/100g /# samples)	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blues mussel	Troms	1/11	
	Nordland	1/21	
	Trøndelag	35/167	0/21
	Møre og Romsdal	0/3	
	Sogn og Fjordane	2/12	0/2
	Hordaland	0/9	
	Rogaland	3/37	0/1
	Agder	0/3	0/2
	Skagerrak	0/1	
Great scallop	Trøndelag	0/8	0/8
	Hordaland	0/2	0/2
	Rogaland	0/12	
European flat oyster	Hordaland	0/6	0/2
	Rogaland	1/11	
	Agder	0/4	0/1
Northern horse mussel	Hordaland	0/2	0/2
	Rogaland	0/8	
Green sea urchin	Rogaland	0/8	0/2
Pacific oyster	Agder	0/1	0/1
Periwinkles	Trøndelag	0/2	0/2
Rayed artemis	Rogaland	0/1	
Razor shells	Rogaland	0/1	
Total		43/330	0/46

3.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen og TBT, samt dioksiner, PCB, PBDE og PAH, ble i 2015 analysert i blåskjell, stort kamskjell, europeisk flatøsters, stillehavsøsters, oskjell, strandsnegl og kråkeboller.

Blåskjellprøver til kjemisk analyse ble tatt fra 18 lokaliteter om våren og 15 lokaliteter om høsten i 2015, med totalt 41 prøver fra 19 lokaliteter. Histogrammer for konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter fra Mattilsynets overvåking av blåskjell mellom 2005 og 2014 er gitt i vedlegg i Figur 1 og Figur 2 til vurdering av normalnivåer.

3.2.1 Metaller

Tabell 5 viser de gjennomsnittlige metallkonsentrasjonene samt største og minste verdi av alle skjellprøvene som ble tatt i 2014 av Mattilsynets inspektører. Se 3.9 for prøver innsendt av næringen.

Tabell 5. Metal concentrations (mg/kg wet weight, ww), including total arsenic (tAs), inorganic arsenic (iAs) and inorganic arsenic percentage as percentage of total arsenic (% iAs), in blue mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*), Pacific oysters (*Crassostrea gigas*), horse mussels (*Modiolus modiolus*), periwinkles (*Littorina littorea*) and green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) sampled along the coast of Norway in 2015. Means, minima and maxima of all samples are shown.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs*	% iAs
EU's upper limit, bivalves				1.0		0.5	1.5			
Environmental quality limit ww (for mussels) ¹⁾		1.5		0.4	0.05	0.2	0.45	1.7		
Mussels	Mean	1.0	12	0.12	0.007	0.013	0.12	1.9	0.038	1.3
(N=34)	min	0.60	8.4	0.068	0.001	0.006	0.022	1.2	<0.002	0.10
	max	1.4	21	0.30	0.026	0.031	0.80	4.0	0.77	19.3
Scallops	Mean	0.45	14	0.19	0.010	0.011	0.007	2.0	<0.003	
(N=5)	min	0.25	9	0.14	0.005	0.006	0.005	1.0		
	max	0.73	21	0.27	0.019	0.014	0.009	3.3		
Oysters	Mean	6	285	0.96	1.0	0.013	0.033	2.8	0.004	0.14
(N=2)	min	4.6	168	0.53	0.58	0.012	0.024	2.7	0.003	0.11
	max	7	402	1.4	1.5	0.013	0.04	2.8	0.005	0.17
Pacific oysters	Mean	13.9	319	0.73	0.36	0.017	0.3	4.1	0.047	1.2
(N=1)										
Horse mussels	Mean	6	69	2.3	0.80	0.044	1.22	2.5	<0.003	
(N=2)	min	3.5	51	1.4	0.52	0.031	0.86	1.8		
	max	9	86	3.1	1.1	0.057	1.6	3.2		
Periwinkles	Mean	15	16	0.32	0.60	0.022	0.12	9.1	0.080	0.80
(N=2)	min	15	15	0.15	0.39	0.020	0.11	7.3	0.030	0.40
	max	16	17	0.49	0.81	0.025	0.14	11	0.13	1.2
Sea urchins	Mean	0.4	30	0.02	0.01	0.004	0.0	4.3	0.006	0.13
(N=1)										

*Means are based on upper bound LOQ.

¹⁾ Converted from dry weight basis using a dry weight percentage of 15 %. Upper limit for the category “insignificantly to little polluted”.

3.2.1.1 Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2015 var 1,0 mg/kg våtvekt (Tabell 5), noe som tilsvarer tidligere års resultater (se Figur 1 i vedlegg). Kobber er et essensielt sporelement, og blåskjell er en relativt god kobberkilde som kan bidra positivt i norsk kosthold. Kobber er likevel giftig for akvatiske organismer ved høye konsentrasjoner, en egenskap som gjør den egnet som antibegroingsmiddel under båter og fiskeoppdrettsmerder. Lokalteter med kobberinnhold i blåskjell lavere enn 1,5 mg/kg våtvekt eller 10 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Miljødirektoratet som ubetydelig til lite forurenset (klasse I), mens lokaliteter med konsentrasjoner fra 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt karakteriseres som moderat forurenset (klasse II) (Molvær et al., 1997). Alle prøvene dette året var under 1,5. Etersom kobberkonsentrasjonen i blåskjell er korrelert med matinnholdet i skjellene er det mulig at det er biologiske forhold som gjør at kobberinnholdet er relativt høyt på noen lokaliteter, heller enn forurensing (Frantzen m. fl., 2011), og tang regnes om en bedre indikator for kobberpåvirkning enn blåskjell (Molvær et al., 1997).

3.2.1.2 Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2015 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var i samme område som tidligere år, med 0,12 mg/kg våtvekt, og høyeste verdi på 0,30 mg/kg våtvekt (se Figur 1 i vedlegg).

Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell under 0,4 mg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset. Ingen av prøvene dette året hadde verdier over 0,4.

3.2.1.3 Sølv

Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2015 varierte fra 0,001 til 0,026 mg/kg våtvekt (Tabell 5) og lå dermed på samme lave nivå som tidligere år (se Figur 1 i vedlegg). I henhold til Miljødirektoratets klassifisering av forurensningstilstand er lokaliteter med sølvkonsentrasjon i blåskjell under 0,05 mg/kg våtvekt ubetydelig eller lite forurenset. Alle blåskjellprøvene hadde konsentrasjoner av sølv langt under 0,05 mg/kg våtvekt dette året.

3.2.1.4 Kvikksølv

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i blåskjell i 2015 var 0,013 mg/kg våtvekt (Tabell 5), som er i det samme konsentrasjonsområdet som tidligere år (se Figur 1 i vedlegg). Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt var på 0,031 mg/kg våtvekt, så kvikksølvkonsentrasjonene var svært lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i Norge og EU på 0,5 mg/kg våtvekt. Kvikksølv akkumuleres i mindre grad i skjell enn andre tungmetaller som bly og kadmium. Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med kvikksølvkonsentrasjoner i blåskjell under 0,2 mg/kg

våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, og alle årets resultater kommer dermed innunder denne klassifiseringen for kvikksølv.

3.2.1.5 Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene i 2015 var på 0,12 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Med høyeste konsentrasjon på 0,80 mg/kg våtvekt var det ingen prøver som oversteg Norges og EUs øvre grenseverdi for bly i skjell på 1,5 mg/kg våtvekt (Tabell 5).

Lokaliteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 3 mg/kg tørrvekt eller ca. 0,45 mg/kg våtvekt er karakterisert av Miljødirektoratet som ubetydelig til lite forurenset. Ut fra Miljødirektoratets klassifiseringssystem var det to lokaliteter i Rogaland med moderat forurensing dette året med blykonsentrasjoner på 0,66 og 0,80 mg/kg våtvekt. Dette er innenfor variasjon som er sett tidligere år, men i øvre del av spekteret (se vedlegg Figur 1).

3.2.1.6 Arsen

I tilsynsprogrammet for skjell analyseres det både for total arsen og uorganisk arsen, ettersom blåskjell kan ha relativt høye konsentrasjoner av den mest giftige formen, uorganisk arsen, sammenlignet med annen sjømat. I 2015 varierte konsentrasjonen av total arsen fra 1,2 til 4,0 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 1,9 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Dette er på samme nivå som tidligere år (se Figur 1 i vedlegg).

Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell varierte fra under <0,002 til 0,77 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,038 mg/kg våtvekt, og høyeste prosentandel uorganisk arsen var 19,3 % (Tabell 5). Dette året ble det ikke funnet høye nivåer (over 1 mg/kg våtvekt) i 2015 eller 2014 slik det ble funnet i 2013 og 2012.

Uvanlig høye konsentrasjoner av uorganisk arsen har tidligere forekommet i enkeltprøver av blåskjell fra fjorder på Vestlandet, særlig i 2005 og 2007 (Frantzen et al., 2008; Julshamn and Måge, 2006; Sloth and Julshamn, 2008). Forekomst av uorganisk arsen i blåskjell er trolig knyttet til periodevis forekomst av uorganisk arsen i vannet som kan tas opp av planteplankton og andre organiske partikler som blåskjellene lever av (Neff, 1997). Det er viktig å fortsette å analysere uorganisk arsen i blåskjell for å øke kunnskapen om forekomsten av uorganisk arsen i norske blåskjell.

EU har ikke satt noen øvre grenseverdi verken for total arsen eller for uorganisk arsen i sjømat. Det har tidligere blitt foreslått en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for ukentlig inntak av uorganisk arsen som siden ble trukket tilbake (WHO, 2011), og noen ny PTWI-verdi har ikke blitt foreslått. EFSA's ekspertgruppe på kontaminanter i mat har også vurdert en PTWI-verdi, men vil vente med å gjøre en ny risikovurdering til det finnes mer data på innhold av uorganisk arsen i mat (EFSA, 2009).

3.2.1.7 Tributyltinn (TBT)

Resultatene gitt i Tabell 6 viser konsentrasjoner av TBT i 16 prøver av blåskjell prøvetatt i august-desember 2015. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT ($\mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell i 2015 varierte fra $<0,2$ til $0,23 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt (Tabell 6) med 5 av 16 prøver over kvantifiseringsgrensen på ca. $0,2 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt. Dette er samme nivå som i 2014 men lavere enn tidligere år. TBT-konsentrasjoner i blåskjell lavere enn $100 \mu\text{g TBT/kg}$ tørrvekt eller rundt $16 \mu\text{g TBT/kg}$ våtvekt er karakterisert av Miljødirektoratet som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Omregnet til TBT-tinn blir denne grensen $40 \mu\text{g Sn/kg}$ på tørrvekt eller $6,7 \mu\text{g Sn/kg}$ på våtvektsbasis. Ifølge denne klassifiseringen hadde ingen av lokalitetene TBT verdier over denne grensen i 2015.

Tabell 6. Concentrations (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast during 2006-2015. TBT concentrations are given as $\mu\text{g Sn/kg}$ wet weight.

Year	TBT ($\mu\text{g Sn/kg}$ wet weight)	
	N	min-max
2015	16	$<0.2-0.23$
2014	9	$<0.2-0.5$
2013	11	$<0.2-1.7$
2012	13	$<0.2-1.2$
2011	24	$<0.2-67$
2010	24	$<0.2-2.8$
2009	26	$<0.2 - 11$
2008	9	$< 0.3 - 2.2$
2007	31	$< 1.0 - 7.4$
2006	43	$< 1.0 - 18$

3.2.2 Organiske miljøgifter (POPs)

3.2.2.1 Dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl-PCB)

I 2015 ble det analysert dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB i 16 prøver av blåskjell, to prøver av kamskjell, én prøve av østers, én prøve av oskjell og én prøve av kråkeboller. Gruppen “dioksiner” omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire kongenere av non-orto PCB og åtte kongenere av mono-orto PCB. Siden disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet blir konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til toksiske ekvivalenter før de kan summeres. Det gjøres ved å multiplisere konsentrasjonene av de 29 kongenerne med sine respektive toksiske ekvivalentsfaktorer (TEF). Summene er beregnet med “upper bound LOQ”, det vil si at verdier under kvantifiseringsgrensen er satt lik kvantifiseringsgrensen.

Blåskjell prøvetatt i 2015 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) på $0,17 \text{ ng TE}_{\text{WHO-2005}}/\text{kg}$ våtvekt, med konsentrasjonsområde fra $0,10$ til $0,25 \text{ ng TE}_{\text{WHO-2005}}/\text{kg}$ våtvekt (Tabell 7). Konsentrasjonene var langt under EUs og Norges øvre grenseverdi for PCDD/F på $3,5 \text{ ng}$

TE/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra 0,14 til 0,30 ng TE_{WHO-2005}, med et gjennomsnitt på 0,21 ngTE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonene var langt lavere enn 6,5 ng TE/kg våtvekt som er EUs og Norges øvre grenseverdi for sum PCDD/F+dl-PCB. Resultatene er på linje med det som ble funnet i tidligere år (Duinker et al., 2013; Duinker et al., 2015; Duinker et al., 2012; Frantzen et al., 2010, 2011) (Figur 2 i vedlegg), men lavere enn det som ble rapportert for 2013 (Duinker et al., 2014).

Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av sum PCDD/F i blåskjell under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset men bruker “lower bound LOQ” der verdier under kvantifiseringsgrensen settes lik null. De fleste dioksinene og furanene i blåskjell ligger under LOQ slik at “lower bound” summen kommer langt under 0,2. Ut fra denne vurderingen var det ingen prøver som kom i kategorien moderat forurenset verken dette eller tidligere år.

Tabell 7. Concentrations (ngTE_{WHO-2005}/kg wet weight) of sum dioxins/furans (PCDD/F), sum PCDD/F + sum non-ortho PCB and mono-ortho PCB (PCDD/F+dl-PCB), and concentrations (µg/kg) of PCB₆, PCB₇ and PBDE₇ in mussels (*Mytilus edulis*), great scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*), horse mussels (*Modiolus modiolus*) and green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) sampled in 2015. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Species		N	PCDD/F (2005 TEQ)	PCDD/F +dl-PCB (2005 TEQ)	PCB ₆ (ng/g)	PCB ₇ (ng/g)	PBDE ₇ (ng/g)
Mussels	Mean	16	0.17	0.21	0.61	0.68	0.046
	min		0.10	0.14	0.31	0.34	0.018
	max		0.25	0.30	1.1	1.2	0.12
Scallops	Mean	2	0.07	0.07	0.10	0.10	0.011
	min		0.06	0.06	0.07	0.08	0.010
	max		0.08	0.08	0.13	0.13	0.012
Oysters	Mean	1	0.32	0.39	0.68	0.75	0.043
Horse mussels	Mean	1	0.16	0.25	0.80	0.88	0.074
Sea urchins	Mean	1	0.32	0.42	0.87	0.98	0.062

3.2.2.2 PCB

I tilsynsprogrammet for skjell 2015 ble innholdet av både PCB₇ og PCB₆ bestemt i til sammen 16 blåskjellprøver prøvetatt høsten 2015. PCB₇ er summen av syv PCB-kongenere der seks er ikke-dioksinlignende PCB (PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180) og én kongener er dioksinlignende PCB (PCB-118). Summen PCB₆ inkluderer kun de samme ikke-dioksinlignende PCB-kongenene. PCB₇ og PCB₆ benyttes ofte som indikator for total PCB-belastning i henholdsvis miljø og mat. Summen PCB beregnes her ved “upper bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonene av PCB₇ og PCB₆ i blåskjell er gitt i Tabell 7.

I blåskjell varierte summen av PCB₇ fra 0,34 til 1,2 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,68 µg/kg våtvekt, mens konsentrasjonene av PCB₆ varierte fra 0,31 til 1,1 µg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,61 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB₇ som ble funnet i denne undersøkelsen var noe lavere enn det som ble funnet i 2013 (Duinker et al., 2014) men innenfor normal variasjon fra tidligere studier (Duinker et al., 2013; Duinker et al., 2015; Frantzen et al., 2011). Verdiene var under grensen på 4 µg/kg våtvekt for moderat forurensing (Molvær et al., 1997) og langt under EUs grenseverdi på 75 µg/kg våtvekt.

3.2.2.3 Polybromerte flammehemmere (PBDE)

Av de bromerte flammehemmerne, ble det i 2015 analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 16 prøver av blåskjell. NIFES beregner sSum PBDE som summen av syv ulike PBDE-kongenere, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. EU anbefaler for øvrig nå ytterligere 3 PBDE-er inkludert i overvåkingen. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved “upper bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2015 varierte fra 0,018 til 0,12 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,046 µg/kg våtvekt (Tabell 7), som er på linje med det som ble funnet tidligere (se figur 2 i vedlegg). Dette er relativt lave nivåer. Det er ikke satt noen grenseverdi for PBDE i forhold til mattrygghet verken i EU eller Norge. Resultater fra overvåkning så langt viser at konsentrasjonene av PBDE i skjell er på nivå med filet av torsk men lavere enn filet av fet fisk som makrell og sild (www.nifes.no/sjomatdata).

3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

I 2015 ble det som tidligere analysert for 16 ulike PAH-forbindelser, i totalt 15 prøver av blåskjell. De ulike forbindelsene har ulik giftighet, og benzo(a)pyren (BaP) er en kreftfremkallende PAH-forbindelse som brukes som en indikator på karsinogen PAH-belastning. EU og Norge har satt en øvre grenseverdi for BaP i skjell på 5 µg/kg våtvekt. Fra september 2012 gjelder også grenseverdien på 30 µg/kg våtvekt for sum PAH₄ som er summen av forbindelsene benzo(a)pyren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten og krysen, beregnet med “lower bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik null).

For de fleste prøvene lå konsentrasjonen av B(a)P i blåskjell i 2015 under deteksjonsgrensen på ca. 0,1 µg/kg våtvekt (omregnet fra tørrvekt) mens én av prøvene hadde en verdi på 0,11 µg/kg våtvekt (Tabell 8). Ingen av prøvene viste således konsentrasjoner av BaP over den øvre grenseverdien på 5 µg/kg våtvekt. Lower bound sum PAH₄ varierte mellom 0 og 1,2 µg/kg våtvekt og lå dermed langt unna grenseverdien på 30. I forhold til 2012 hadde analysene i 2013, 2014 og 2015 lavere deteksjonsgrenser og dermed flere verdier over deteksjonsgrensene. Lower bound sum PAH₄ var høyere i senere år i

forhold til 2012 av samme grunn. For årene før det hadde en del av prøvene påvirkning fra skipsuhell med oljeforurensing og dermed høyere verdier (Duinker et al., 2012; Frantzen et al., 2011).

BaP-konsentrasjoner lavere enn 1 µg/kg våtvekt tilsvarer Miljødirektoratets klasse I "ubetydelig til lite forurenset". Ingen av prøvene kom over denne verdien i 2015 og heller ikke de tidligere årene.

Tabell 8. Range of the PAH compounds (µg/kg wet weight), number of real values (real/total) and lower bound sum PAH₄ in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast in 2015. Results are also shown for 2012-2014.

Komponent	2015		2014		2013		2012	
	Range µg/kg	Real values	Range µg/kg	Real values	Range µg/kg	Real values	Range µg/kg	Real values
5-Methylchrysene	<0.2	0/15	<0.2	0/9	<0.2	0/10	<1	0/14
Benzo(a)anthracene	<0.1-0.18	3/15	<0.08-0.39	2/9	<0.09-0.63	5/10	<0.5	0/14
Benzo(a)pyrene	<0.1-0.11	1/14	<0.08-0.1	1/9	<0.07-0.18	1/10	<0.5	0/14
Benzo(b)fluoranthene	<0.1-0.47	7/14	<0.09-0.32	6/9	<0.07-0.32	7/10	<0.5	0/14
Benzo(c)fluorene	<0.2-0.36	1/15	<0.2		<0.2	0/10	<1	0/14
Benzo(ghi)perylene	<0.1-0.29	2/15	<0.09	0/9	<0.07-0.17	3/10	<0.5	0/14
Benzo(j)fluoranthene	<0.1-0.24	3/15	<0.08-0.17	1/9	<0.08-0.15	3/10	<0.5	0/14
Benzo(k)fluoranthene	<0.09-0.15	1/15	<0.08-0.11	1/9	<0.07-0.12	1/10	<0.5	0/14
Chrysene	<0.1-0.42	12/15	<0.01-0.71	8/9	<0.09-0.45	9/10	<0.5	0/14
Cyclopenta(c,d)pyrene	<0.19-1.25	1/15	<0.2	0/9	<0.2	0/10	<1	0/14
Dibenzo(a,e)pyrene	<0.19	0/15	<0.2	0/9	<0.2	0/10	<1	0/14
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.09	0/15	<0.09	0/9	<0.8	0/10	<0.5	0/14
Dibenzo(a,h)pyrene	<0.19	0/15	<0.2	0/9	<0.2	0/10	<1	0/14
Dibenzo(a,i)pyrene	<0.19	0/15	<0.2	0/9	<0.2	0/10	<1	0/14
Dibenzo(a,l)pyrene	<0.19	0/15	<0.2	0/9	<0.2	0/10	<1	0/14
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.1-0.31	3/15	<0.09	0/9	<0.08-0.22	4/10	<0.5	0/14
Σ PAH₄¹⁾	0.3		0.4		0.46		0	
(min-maks)	0-1.2		0-1.5		0-1.2			

¹⁾ Lower bound LOQ sum of benzo(a)pyrene, benzo(a)anthracene, benzo(b)fluorantene og chrysene (in bold).

3.3 Kamskjell

3.3.1 Metaller

Konsentrasjonene av metaller i fem prøver av kamskjell prøvetatt i 2015 ved sluttproduktkontroller i Trøndelag samt bunnkultur i Rogaland er vist i Tabell 5. Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var generelt lave og innen samme område som tidligere år. Kvikksølv og bly viste maksimumskonsentrasjoner på henholdsvis 0,014 og 0,09 mg/kg våtvekt, og var dermed langt under EUs øvre grenseverdier for skjell for henholdsvis kvikksølv og bly på 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonene i muskel og rogn av kamskjell var alle under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, med konsentrasjoner fra 0,14 til 0,27 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2015 var innenfor variasjonen de siste 10 årene. Grenseverdien for kadmium i stort kamskjell gjelder fra 2014 for muskel og gonade (EU, 2006).

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2015 varierte fra 1,0 til 3,3 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Dette er på nivå med tidligere resultater. For uorganisk arsen lå alle prøvene av kamskjell under bestemmelsesgrensen.

Konsentrasjonen av TBT i muskel og rogn av kamskjell (n=2) målt som tinn var på 0,6 og 1,2 µg/kg våtvekt. Dette er konsentrasjoner som er høyere enn alle verdiene målt i blåskjell, selv om det også for blåskjell har vært høyere verdier i tidligere år (Tabell 6).

3.3.2 Organiske miljøgifter (POPs)

De to kamskjellprøvene (samleprøver av muskel og rogn) som ble analysert for PCDD/F, dl-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE i 2015 viste alle svært lave konsentrasjoner av de forbindelsene av organiske fremmedstoffene som ble bestemt (Tabell 7). Kamskjellprøvene hadde langt lavere konsentrasjoner av disse stoffene enn de andre skjellartene i denne undersøkelsen. Dette skyldes hovedsakelig at for kamskjell analyseres kun muskel og rogn, mens for de andre skjellartene analyseres hel skjellmat inklusiv fordøyelsessystemet der mesteparten av fremmedstoffene finnes.

3.3.3 PAH

Resultatene av sum PAH₄ i de to samleprøvene av muskel og gonade av kamskjell, beregnet som “lower bound-LOQ”, var på 0,33 og 0,45 µg/kg våtvekt (Tabell 9) og altså langt under grenseverdien på 30. For benzo(a)pyren lå begge prøvene under bestemmelsesgrensen.

Tabell 9. Range (µg/kg wet weight) of benzo(a)pyrene and the sum of PAH₄ in great scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and horse mussels (*Modiolus modiolus*) sampled along the Norwegian coast in 2015.

	Benzo(a)pyrene	Sum PAH ₄ ¹⁾
Scallops (N=2)	<0.12	0.33-0.45
Oysters (N=1)	<0.11	2.1
Horse mussels (N=1)	<0.09	0.71

¹⁾ Lower bound LOQ sum of benzo(a)pyrene, benz(a)anthracene, benzo(b)fluorantene and chrysene

3.4 Østers

3.4.1 Metaller

Tabell 5 viser resultatene av metallanalysene for fire østersprøver høstet i 2015. Det var ingen østersprøver analysert i 2015 som hadde konsentrasjoner av kvikksølv eller bly over EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. En av prøvene hadde imidlertid konsentrasjon av kadmium på 1,4 mg/kg våtvekt og altså over grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt.

Det har historisk vært registrert en del østersprøver med konsentrasjoner av kadmium noe over grenseverdien, og noen østersdyrkere har opplevd perioder med høsteforbud på grunn av kadmium. Se rapporten for 2009 for en mer inngående diskusjon om kadmium i østers (Frantzen et al., 2010). Kadmiumkonsentrasjon i østers har en viss sammenheng med alder, men også veksthastighet har innvirkning ved at raskere vekst kan gi lavere konsentrasjoner (Johansen, 2010; Julshamn, 1981).

Tolerabelt ukentlig inntak av kadmium er beregnet til 2,5 µg/kg kroppsvekt (VKM, 2015), noe som for en typisk voksen person på 70 kg gir 175 µg per uke. Med gjennomsnittlig innmatstørrelse på 7 g per østers (Johansen, 2010) vil en østers med kadmiumkonsentrasjon på 1,3 µg/g, like over grenseverdi, gi 9,1 µg per østers. Den europeiske befolkningen får allerede i seg en god del kadmium fra andre matvarer, og det er beregnet at typisk inntak av kadmium per uke for voksne i den europeiske befolkningen er 1,7

µg per kg kroppsvekt per uke (EFSA, 2012), noe som gir 119 µg per uke for en person på 70 kg og dermed en margin på 56 µg per uke til TWI. Eksempelet er hentet fra diskusjonen om inntak av krabbe i VKM-rapporten fra 2015. Dette tilsvarer ca. 6 østers med høyt kadmiuminnhold per uke eller 24 østers per måned som kan spises uten å overstige det tolerable inntaket i tillegg til kadmium fra andre matvarer. En annen matvare med høyt innhold av kadmium er krabbe, der brunmaten typisk utgjør 100 g med en konsentrasjon av kadmium på 2,1 mg/kg våtvekt, samt noe fra klokjøtt, for området sør for Saltenfjorden og dermed totalt 218 µg kadmium per krabbe (VKM, 2015). Innholdet av kadmium i en slik krabbe tilsvarer dermed kadmium fra 24 gjennomsnittlig store østers med en kadmiumkonsentrasjon på 1.3 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonene av totalarsen i østers i 2015 varierte fra 2,7 til 2,8 mg/kg våtvekt, mens konsentrasjonen av uorganisk arsen varierte fra 0,003 til 0,005 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Dette gav en andel uorganisk arsen av total arsen i gjennomsnitt på 0,14 %. Arsenkonsentrasjonene i 2015 var i samme område som tidligere år. Det kan også nevnes at innholdet av sølv og sink i bløtdelen av østers er høyere enn i de andre skjellartene som inngår i dette programmet.

Den ene prøven av østers tatt om høsten ble analysert for TBT, men denne var under deteksjonsgrensen for metoden.

3.4.2 Organiske miljøgifter (POPs)

I 2015 ble det analysert en østersprøve for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE og resultatene er vist i Tabell 7. Konsentrasjonen av PCDD/F var på 0,32 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonen av sum PCDD/F + dl-PCB var på 0,39 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonen av sum PCB₇ var på 0,75 µg/kg våtvekt og sum PBDE₇ ble bestemt til 0,043 ng/g våtvekt. Innholdet av POPs i østers var dermed på samme nivå som det som ble funnet i blåskjell (Tabell 7).

3.4.3 PAH

Resultatet av sum PAH₄, beregnet som "lower bound-LOQ", var 2,1 µg/kg våtvekt, noe høyere enn for blåskjell. Benzo(a)pyren var under bestemmelsesgrensen. Innholdet av B(a)P i østers er altså lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 5 µg/kg våtvekt.

3.5 Stillehavsøsters

I 2015 ble det analysert én prøve av stillehavsøsters for metaller. Kadmiuminnholdet i denne prøven var 0,73 mg/kg våtvekt og dermed under EUs maksimumsverdi på 1,0 mg/kg våtvekt, mens innholdet av kvikksølv var lavt og på linje med flatøsters og de andre skjellartene (Tabell 5).

3.6 Oskjell

I denne undersøkelsen ble to prøver av hel innmat av oskjell (*Modiolus modiolus*) fra Rogaland analysert for metaller. I begge disse prøvene oversteg kadmium EUs maksimums grense på 1,0 mg/kg våtvekt med 1,4 og 3,1 mg/kg våtvekt. Den ene prøven oversteg samtidig grenseverdien for bly som er satt til 1,5 mg/kg våtvekt (Tabell 5) med 1,6 mg/kg våtvekt, men vil være lovlig omsatt som følge av usikkerheten i målemetoden Tidligere har det også blitt funnet høyt innhold av kadmium og bly som er hovedsakelig lokalisert til nyrene hos oskjell (Julshamn et al., 2008). Dette viser at nyrene bør fjernes ved bruk av o-skjell. Nivåene av organiske miljøgifter er lave i forhold til grenseverdier men blant de høyeste sammenliknet med de andre artene i denne undersøkelsen (Tabell 7).

3.7 Strandsnegl

I 2015 ble det analysert to prøver av strandsnegl for metaller. Konsentrasjonene av kadmium, bly og kvikksølv var godt under EUs øvre grenseverdier for skjell (Tabell 5). Resultatene er også sammenliknbare med resultater fra 2011 og 2008 (Duinker et al., 2012).

3.8 Kråkeboller

I denne undersøkelsen ble én prøve av rognsekker fra Drøbak-kråkeboller (*Stronlgylocentrotus droebachiensis*) analysert for metaller og organiske miljøgifter. Nivåene av kadmium, kvikksølv og bly er lavere enn de andre artene, mens arsen er innenfor variasjonen til de andre artene (Tabell 5). Resultatene er også på samme nivå som en prøve innsendt av næringen i 2014 (Duinker et al., 2015). Nivåene av organiske miljøgifter er lave i forhold til grenseverdier men blant de høyeste sammenliknet med de andre artene i denne undersøkelsen (Tabell 7).

3.9 Prøver innsendt av næringen

I tillegg til prøvetakingen i regi av Mattilsynet sendte næringen inn ni prøver av blåskjell, én prøve av kamskjell, én prøve av hjerteskjell, én prøve av teppeskjell (*Politapes rhomboides*) og én prøve av stillehavsøsters til analyse av metaller. Resultatene er vist i Tabell 10. Ingen av disse konsentrasjonene lå over grenseverdiene. Resultatene er på nivå med prøvene sendt inn i regi av Mattilsynet og stort sett lave. Konsentrasjonen av kadmium i denne prøven av stillehavsøsters var lavere enn i prøven sendt inn av Mattilsynet, og også fra en annen lokalitet.

Tabell 10. Concentrations of metals in samples submitted by the industry in 2015 of mussels (*Mytilus edulis*), great scallops (*Pecten maximus*), cockles (*Cardium edule*), banded carpet shells (*Politapes rhomboides*) and Pacific oysters (*Crassostrea gigas*).

Element (mg/kg ww)		N	Cd	Hg	Pb	As
EU's upper limit			1	0.5	1.5	
Species						
Mussels	Mean	9	0.16	0.015	0.076	2.4
	min		0.064	0.010	0.022	1.5
	max		0.32	0.021	0.18	3.8
Scallops		1	0.10	0.008	0.021	2.7
Cockles		1	0.082	0.013	0.043	1.6
Banded carpet shells		1	0.23	0.021	0.059	2.8
Pacific oysters		1	0.28	0.016	0.063	1.1

KONKLUSJONER

Mikroorganismer

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 287 (87 %) av de 330 prøvene som ble undersøkt, og tilfredstilte EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 43 prøvene (13 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 3 500/100 g, for kamskjell 230/100 g og for østers 330/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 43 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 24 av blåskjell, 10 av kamskjell, fire østers, to av oskjell og strandsnegl, samt en av kråkebolle. Ingen av disse hadde konsentrasjoner av *E. coli* over 230/100 g.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 130 prøver innsendt av næringen. Av disse var 96 prøver av blåskjell, 13 av sandskjell, 12 av kamskjell, seks av flatøsters, to av Stillehavsosters, samt en prøve av kråkebolle. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 111 av disse prøvene (85 %). De øvrige 19 prøvene (15 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 17 var blåskjell og en av hver av sandskjell (1 100/100 g) og flatøsters (1 700/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var på 3 500/100 g.

Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 46 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

Kjemiske stoffer

Blåskjell

Ingen blåskjellprøver hadde konsentrasjoner av kadmium og bly som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. I forhold til Miljødirektoratets klassifisering for kadmium, bly, kvikksølv og TBT var det kun to lokaliteter som kom innunder klassifiseringen "moderat forurensing", med verdier for bly på 0,66 og 0,80 mg/kg våtvekt.

Alle de 16 analyserte blåskjellprøvene hadde lave konsentrasjoner av PCB₇, PCB₆, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere som var langt under grenseverdiene. Ingen av prøvene viste konsentrasjoner av "lower bound LOQ" sum dioksiner og furaner over 0,2 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt ("lite til ubetydelig forurenset"). For PAH er alle resultatene under grenseverdier og viste lave verdier, og ingen av prøvene hadde en konsentrasjoner av BaP som oversteg Miljødirektoratets klassifisering "lite til ubetydelig forurenset".

Kamskjell

Muskel og rogn av kamskjell hadde generelt lave konsentrasjoner av både metaller og organiske miljøgifter.

Østers

Én av fire prøver av flatøsters hadde konsentrasjoner av kadmium over EUs og Norges øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt dette året. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i østers.

Stillehavsøsters

Én prøve av stillehavsøsters hadde en konsentrasjon av kadmium som er sammenliknbar med variasjonen for flatøsters, men under grenseverdi.

Oskjell

To av to prøver av oskjell oversteg EUs maksimumsverdi for kadmium dette året mens én av prøvene hadde en konsentrasjon av bly over grenseverdien. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i disse oskjellene.

Strandsnegl

To prøver av strandsnegl viste lave verdier av tungmetaller på lik linje med resultater fra tidligere år.

Kråkeboller

Rogn fra en prøve av kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) hadde generelt svært lavt innhold av tungmetaller, nivåer av organiske miljøgifter på linje med de andre artene og ingen overskridelser av grenseverdier.

Prøver innsendt av næringen

Prøver av blåskjell, kamskjell, hjerteskjell, teppeskjell og stillehavsøsters viste alle nivåer av tungmetaller på linje med prøvene som var samlet inn i regi av Mattilsynet og ingen overskridelser av grenseverdier.

LITTERATURLISTE

- Duinker, A., Lunestad, B.T., Roiha, I.S., Julshamn, K., 2013. Årsrapport 2012. Mattilsynet. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2012. Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer., 49 pp.
- Duinker, A., Lunestad, B.T., Roiha, I.S., Måge, A., 2014. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2013: Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. NIFES-rapport.
- Duinker, A., Lunestad, B.T., Roiha, I.S., Måge, A., 2015. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2014: Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. NIFES-rapport.
- Duinker, A., Lunestad, B.T., Svanevik, C.S., Julshamn, K., 2012. Årsrapport 2011. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2011. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler) og mikroorganismer. 54 pp.

- EFSA, 2009. EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); Scientific opinion on arsenic in food. EFSA Journal 2009 7 (10): 1351, 199 pp.
- EFSA, 2012. Cadmium dietary exposure in the European population. EFSA Journal 10, 2551-n/a.
- EU, 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006, of 19 December 2006, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. The Official Journal of the European union 49.
- Fiskeridirektoratet, 2015. Statistikk for akvakultur: Bløtdyr, krepsdyr og pigghuder (skjell, skalldyr etc.). Salg 1999-2014. www.fiskdir.no.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Duinker, A., Julshamn, K., 2010. Årsrapport 2009. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2009. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. 46 pp.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Duinker, A., Julshamn, K., 2011. Årsrapport 2010. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2010. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. 54 pp.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Måge, A., Nilsen, B.M., Julshamn, K., 2008. Tilsynsprogrammet for skjell 2007 - fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. Årsrapport til Mattilsynet, 51 pp.
- Johansen, P., 2010. Variasjon i kadmiumkonsentrasjon hos østers - En undersøkelse av flatøsters (*Ostrea edulis*) langs dens utbredelsesområde i Norge, Masteroppgave, Kjemisk institutt. Universitetet i Bergen, p. 120.
- Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in western Norway. III. Effects of size and age on the content of 10 elements in oyster (*Ostrea edulis*), taken from unpolluted waters. Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring 1, 199-214.
- Julshamn, K., Duinker, A., Berntssen, M., Nilsen, B.M., Frantzen, S., Nedreaas, K., Maage, A., 2013. A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho PCBs, non-dioxin-like PCBs and polybrominated diphenyl ethers in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. Mar Pollut Bull 75, 250-258.
- Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S., Torkildsen, L., Maage, A., 2008. Organ distribution and food safety aspects of cadmium and lead in great scallops, *Pecten maximus* L., and horse mussels, *Modiolus modiolus* L., from Norwegian waters. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 80, 385-389.
- Julshamn, K., Maage, A., Norli, H.S., Grobecker, K.H., Jorhem, L., Fecher, P., 2007. Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: NMKL1 interlaboratory study. J Aoac Int 90, 844-856.
- Julshamn, K., Måge, A., 2006. Overvåkningsprogram for skjell. Årsrapport 2005, 38 pp.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03, Statens Forurensningstilsyn (SFT).
- Neff, J.M., 1997. Ecotoxicology of arsenic in the marine environment. Environmental Toxicology and Chemistry 16, 917-927.
- Sloth, J.J., Julshamn, K., 2008. Survey of total and inorganic arsenic content in blue mussels (*Mytilus edulis* L.) from Norwegian fiords: Revelation of unusual high levels of inorganic arsenic. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 1269-1273.
- VKM, 2015. Risk assessment of dietary cadmium exposure in the Norwegian population. Opinion of the Panel on Contaminants of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. VKM Report 2015:12.
- WHO, 2011. Evaluation of certain contaminants in food. Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 959, 106 pp.

VEDLEGG

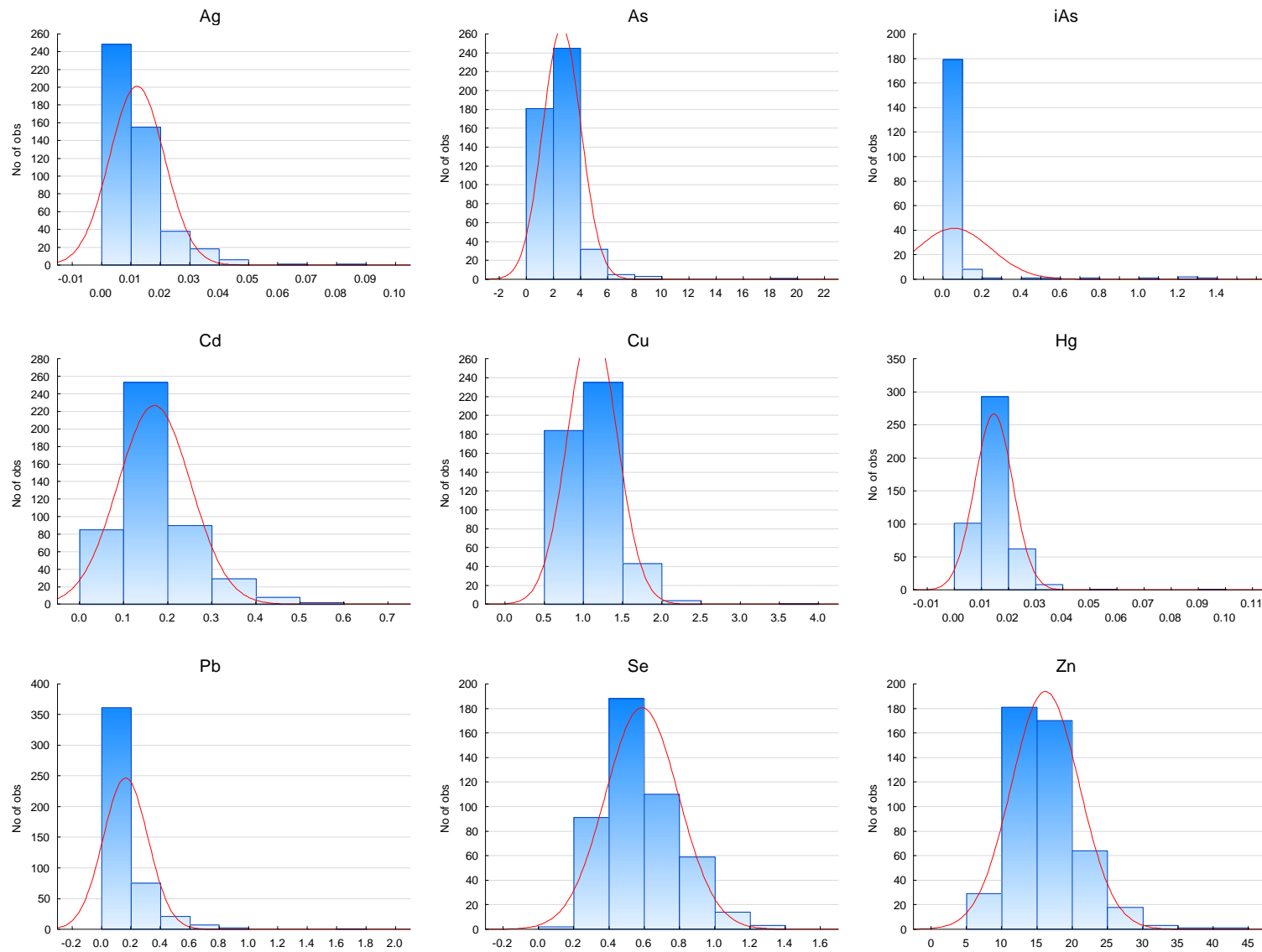
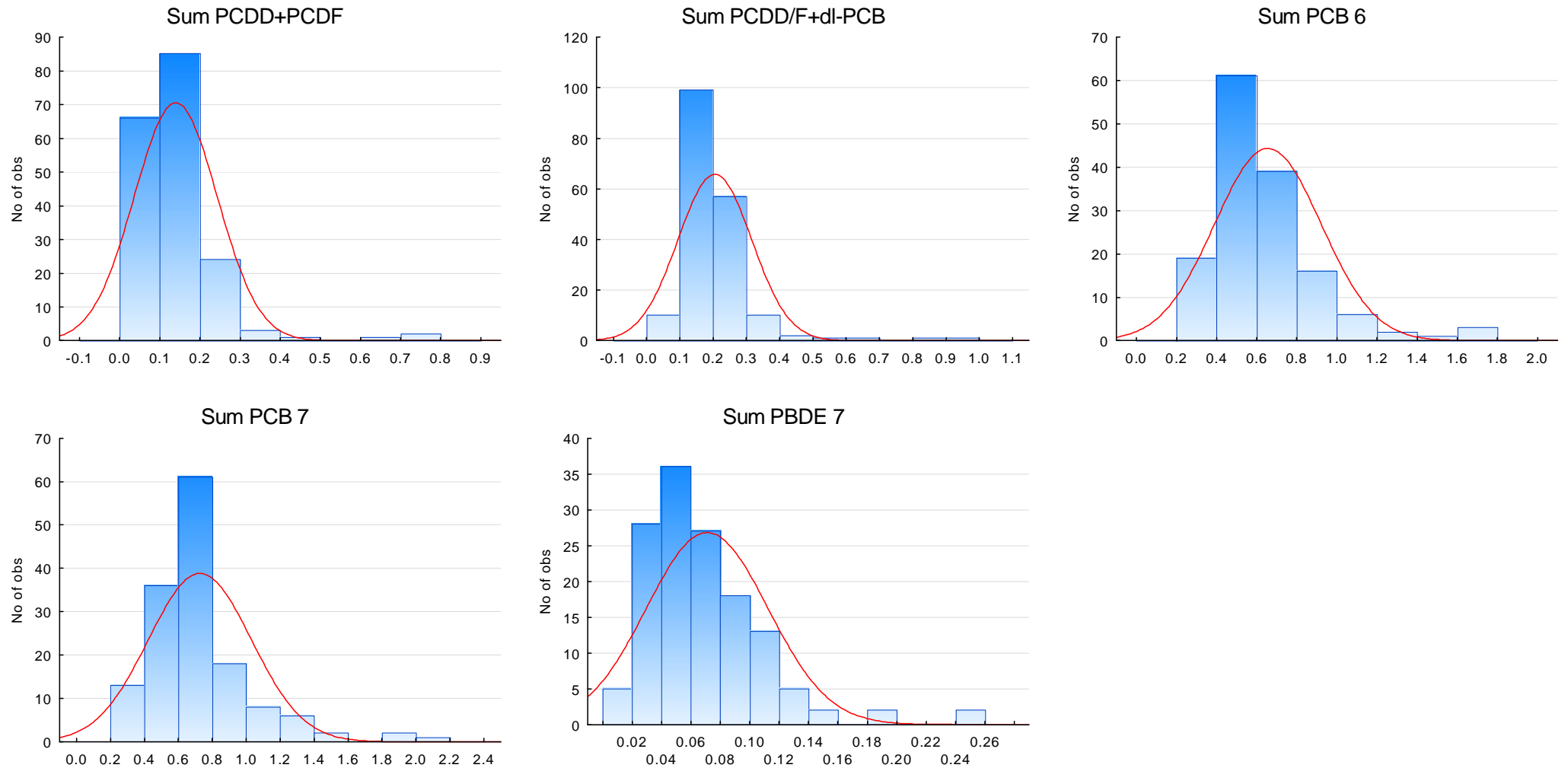


Figure 1. Histograms showing the distribution of metal concentrations in mussels (*Mytilus edulis*) from the shellfish monitoring programme between 2005 and 2014. All concentrations are given as mg/kg wet weight.



Figur 2. Histograms showing the distribution of concentrations (ng WHO-2005-TEQ/kg wet weight) of sum dioxins/furans (PCDD/F), sum PCDD/F + sum non-ortho PCB and mono-ortho PCB (PCDD/F+dl-PCB), and concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$) of PCB₆, PCB₇ and PBDE₇ in mussels (*Mytilus edulis*) from the shellfish monitoring programme between 2005 and 2014.

