



PROGRAM FOR FREMMEDESTOFFER I FÔRMIDLER AV FISK

Rapport for prøver innsamlet i 2022

Anne-Katrine Lundebye, Jannicke Alling Bakkejord, Ole Jakob Nøstbakken, Kai Kristoffer Lie og Veronika Sele (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Program for fremmedstoffer i fôrmidler av fisk

Monitoring program for undesirable substances in feed material of fish origin

Undertittel (norsk og engelsk):

Rapport for prøver innsamlet i 2022

Report for samples collected in 2022

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2023-39

Dato:

08.09.2023

Forfatter(e):

Anne-Katrine Lundebye, Jannicke Alling Bakkejord, Ole Jakob Nøstbakken, Kai Kristoffer Lie og Veronika Sele (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Marc Berntssen (Marin toksikologi)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Gro-Ingunn Hemre Programleder(e): Robin Ørnsrud

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15218

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Program:

Fremtidens havbruk

Forskningsgruppe(r):

Marin toksikologi

Antall sider:

12

Sammendrag (norsk):

Mattilsynet er oppdragsgiver for dette overvåkningsprogrammet, som har som formål å undersøke innholdet av fremmedstoffer i fôrmidler av fisk, og som gjennomføres ved Havforskningsinstituttet. Overvåkningsprogrammet supplerer «Program for overvåking av fiskefôr» med data på uønskede stoffer i fôrmidler av fisk som er produsert i Norge og tatt ut på produksjonsvirksomhetene. I 2022 ble 20 prøver analysert: 9 prøver av fiskeolje og 11 prøver av fiskemel. Fremmedstoffene som det ble analysert for i 2022 var dioksiner og furaner (PCDD/F), dioksinlignende PCB (dl-PCB), PCB6 (ndl-PCB), polybromerte diphenyleter (PBDE), perfluorerte forbindelser (PFAS) og klorerte pesticider (dieldrin/aldrin, DDT, toksafen, klordan, endosulfan, sum heptaklor, sum HCH og HCB). Fiskemel ble i tillegg analysert for metaller (kvikksølv, bly, kadmium og arsen), syntetiske antioksidanter (ethoxyquin, ethoxyquin dimer, BHA og BHT), prosesserte animalske proteiner (PAP), vitamin E og Salmonella. Resultatene viste at konsentrasjonene av alle organiske miljøgifter i fiskemel og fiskeolje var lave. Ingen av fiskemelene eller fiskeoljene hadde konsentrasjoner av PCDD/PCDF («sum dioksiner»), PCDD/PCDF + dl-PCB («sum dioksiner og dioksinlignende PCB» eller PCB6 over de øvre grenseverdiene. Resultatene for 2022 viste lave nivå av metaller i fiskemel, og ingen overskridelser av grenseverdiene for arsen, kvikksølv, kadmium eller bly. Det ble ikke påvist salmonella, PAP, ethoxyquin eller ethoxyquin dimer i noen av prøvene analysert i 2022. Generelt var nivåene av uønskede stoffer i fôrmidler av fisk analysert i 2022 sammenlignbare med resultatene fra tidligere års undersøkelser.

Sammendrag (engelsk):

This monitoring project on undesirable substances in feed materials of fish origin was conducted by the Institute of Marine Research on behalf of the Norwegian Food Safety Authority (NFSA). The main aim of the project is to supplement the NFSA's annual feed surveillance programme with additional data on undesirable substances in feed products produced from fish in Norway. In 2022 20 samples were analysed: nine samples of fish oil and eleven samples of fishmeal. The undesirable substances analysed in 2022 were dioxins and furans (PCDD/F), dioxin-like PCBs (dl-PCB), PCB6, polybrominated diphenylethers (PBDE), polyfluorinated compounds (PFCs) and chlorinated pesticides. Fishmeal samples were also analysed for metals (mercury, lead, cadmium and arsenic), synthetic antioxidants (ethoxyquin, ethoxyquin dimer, BHA and BHT), vitamin E and salmonella. The results showed that the levels of contaminants analysed in fish oils and fishmeals were low. None of the fish oils or fishmeals exceeded the maximum levels of PCDD/Fs, sum of PCDD/F+dl-PCBs, or sum of PCB6 (ICES-6). The results for 2022 showed that levels of metals in fishmeal were well below the maximum levels. Salmonella, PAP, ethoxyquin and ethoxyquin dimer were not detected in any of the samples analysed in 2022. In general the levels of undesirable substances were comparable with those previously reported in this monitoring programme.

Innhold

Bakgrunn	5
Resultater og diskusjon	6
<i>Organiske miljøgifter</i>	6
<i>Metaller</i>	6
<i>Tilsetningsstoffer</i>	7
<i>Prosesserte animalske proteiner (PAP)</i>	7
<i>Mikrobiologisk kvalitet</i>	7
Tabeller	8
<i>Tabell 1. Konsentrasjoner av dioksiner og dioksin-lignende PCB</i>	8
<i>Tabell 2. Konsentrasjoner av PCB</i>	8
<i>Tabell 3. Konsentrasjoner av PBDE</i>	9
<i>Tabell 4. Konsentrasjoner av klorerte pesticider</i>	10
<i>Tabell 5. Konsentrasjoner av metaller</i>	10
<i>Tabell 6. Konsentrasjoner av vitamin E</i>	11

Bakgrunn

Overvåknings- og kartleggingsprogrammet for fremmedstoffer i fôrmidler av fisk har som formål å fremskaffe kunnskap om nivåene og variasjonen av uønskede stoffer i aktuelle fôrmidler av fisk og programmet utføres på vegne av Mattilsynet. Fôrmidler av fisk kan benyttes i fôr til selskapsdyr, pelsdyr og matproduserende dyr, både fisk og, med noen unntak, dyr på land.

I dette overvåkningsprogrammet analyseres fôrmidler av fisk som er tatt ut på norske produksjonsvirksomheter. Formålet med programmet er å dokumentere nivåer av fremmedstoffer i norsk-produserte fôrmidler av fisk. Prosjektet skal supplere data på fôrområdet, og analyserer ikke de samme type prøver som analyseres i [Mattilsynets årlige overvåkingsprogram for fiskefôr](#), der prøver tas ut fra fiskefôrfabrikker som handler fôrmidler også på det globale markedet. I 2022 ble totalt 20 prøver analysert i dette programmet; 9 av fiskeoljer og 11 av fiskemel. Prøvene ble analysert for en rekke fremmedstoffer inkludert organiske miljøgiftene dioksiner/furaner, PCB (både dioksin-lignende PCB og PCB6), polybromerte difenyletere (PBDE), perfluorerte forbindelser (PFAS) og klorerte pesticider. Prøvene av fiskemel ble også analysert for metallene kvikksølv, bly, kadmium og arsen, samt syntetiske antioksidanter (ethoxyquin, ethoxyquin dimer, BHA og BHT), vitamin E, salmonella og ulovlige prosesserte animalske biprodukter (PAP). Dataene som framkommer i dette programmet rapporteres fortløpende med elektronisk analysebevis til Mattilsynet. Ved funn av konsentrasjoner som overstiger grenseverdiene eller innhold av ulovlig PAP blir Mattilsynet varslet. I tillegg rapporteres data på fremmedstoff fra dette programmet årlig til det Europeiske mattrygghetsorganet European Food Safety Authority (EFSA).

Mattilsynet utarbeider en prøvetakningsplan og er ansvarlige for uttak av prøvene. Prøvene blir tatt og sendt til Havforskningsinstituttet (HI) av Mattilsynets inspektører. Ved mottak hos HI blir prøvene registrert og anonymisert før analyse. Laboratoriene ved HI er akkreditert av [Norsk akkreditering](#) etter standarden ISO-EN 17025 for en rekke kjemiske og mikrobiologiske metoder. Innhold av PAP i fôrmidler blir analysert i henhold til forordning (EC) No 152/2009. HI er også nasjonalt referanselaboratorium ([NRL](#)) for flere av metodene. Det blir benyttet underleverandør for noen av analysene, der laboratoriet som benyttes er også akkreditert etter ISO-EN 17025.

I denne rapporten er noen av konsentrasjonene under kvantifiseringsgrensen for metoden (limit of quantification, LOQ). LOQ er den konsentrasjonen av et stoff man kan kvantifisere med en gitt måleusikkerhet, og avhenger blant annet av prøvetype. Resultater under LOQ oppgis som «lavere enn LOQ» (<LOQ), og for å kunne ta med disse prøvene i beregningene av gjennomsnitt eller summer blir konsentrasjoner som er mindre enn LOQ satt lik LOQ. Prinsippet kalles «upper bound LOQ» og er standard prosedyre ved beregning av PCDD/F og PCB. I denne rapporten brukes prinsippet for utregning av gjennomsnitt for alle stoffgrupper. Den reelle konsentrasjonen, som ikke er kvantifiserbar, vil være mellom null og LOQ.

Resultater og diskusjon

Organiske miljøgifter

I 2022 ble det analysert 11 prøver av fiskemel og 9 prøver av fiskeolje for dioksiner (sum PCDD og PCDF) og dl-PCB (Tabell 1), PCB6 (Tabell 2), PBDEer (Tabell 3), klorerte pesticider (Tabell 4) og perfluoreerte forbindelser (PFAS).

I 2022 var gjennomsnittskonsentrasjonen av PCDD/F på 0,22 ng TEQ/kg, og nivåene varierte mellom 0,08 til 0,4 ng TEQ/kg (Tabell 1). Grenseverdien for sum PCDD/F i fiskemel er på 1,25 ng TEQ/kg, og nivåene i alle fiskemel prøvene var under grenseverdien. For sum av PCDD/F + dl-PCB var snittet 0,58 ng TEQ/kg. Nivået var sammenlignbart med prøver av fiskemel analysert tidligere i dette programmet og i overvåkningsprogrammet for fiskefôr. Fiskeoljer analysert i 2022 inneholdt et snitt av PCDD/F på 1,40 ng TEQ/kg med nivå fra 0,8 til 2,1 ng TEQ/kg (Tabell 1). For sum PCDD/F + dl-PCB var snittet i fiskeoljene 3,9 ng TEQ/kg med nivå fra 2,2 til 8,8 ng TEQ/kg. Den øvre grenseverdien er på 20,0 ng TEQ/kg og alle prøvene var under denne grensen.

For fiskemelene som ble analysert i 2022 var gjennomsnittsnivået av sum PCB6 3,3 µg/kg (Tabell 2). Ingen av fiskemelene oversteg grenseverdien på 30 µg/kg, og nivåene var sammenlignbare med resultater i fiskemel fra tidligere overvåkningsprogram. For fiskeolje varierte resultatene for sum PCB6 fra 14,3 til 60,9 µg/kg, med et snitt på 23,3 µg/kg (Tabell 2). Dette er under grenseverdien for fiskeolje på 175 µg/kg. Nivået var tilsvarende det som ble analysert i fiskeoljer analysert i dette overvåkningsprogrammet for prøver ankommet i 2018 og 2019 (snitt på 26,4 og 18,9 µg/kg respektivt), og noe høyere enn resultatene for 2021 (snitt på 13,6 µg/kg). Når det gjelder de ulike kongenerne i fiskeolje og fiskemel var det PCB-153 og PCB-138 som bidro mest til sum PCB6.

Konsentrasjonen av PBDE7 i fiskemel var i snitt 0,39 µg/kg og varierte mellom 0,17 til 0,83 µg/kg, mens i fiskeolje var snittet 1,95 µg/kg og variasjonen mellom 1,25 til 3,68 µg/kg (Tabell 3). Til sammenligning var nivåene i fiskemel i samsvar med resultatene fra overvåkningsprogrammet for fiskefôr i 2022, mens fiskeoljene var noe høyere enn i overvåkningsprogrammet for fiskefôr i 2022 (snitt på 2,29 µg/kg og mellom 0,46-2,66 µg/kg). PBDE-47 var den dominerende kongeneren i både fiskemel og i fiskeolje.

Klorerte pesticider inkludert dieldrin/aldrin, DDT, toksafen, klordan, endosulfan, sum heptaklor, sum HCH og HCB ble analysert i 11 fiskemel og 9 fiskeoljer i 2022 (Tabell 4). Nivåene av aldrin og endosulfan (alpha, beta og endosulfan sulfat) var under LOQ i alle prøvene av fôrmidlene analysert, og blir derfor ikke vist. Alle analyseresultatene var under de øvre grenseverdier satt i EU direktiv.

De følgende perfluoreerte forbindelser (PFAS) ble analysert i alle prøvene av fiskemel og fiskeolje i 2022: PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS, PFBA, PFBS, PFDA, PFDoDA, PFDS, PFHpA, PFHxA, PFOSA, PFTeDA, PFTrDA og PFUdA. Det finnes foreløpig ikke øvre grenseverdier for PFAS i fôr, kun i mat (for PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS). Nivåene av PFAS var under LOQ i alle prøvene bortsett fra en prøve av fiskemel. Nivået av perfluoroktylsulfonat (PFOS) i denne prøven var 1,5 µg/kg, som er sammenlignbart med resultatene fra overvåkningsprogrammet for fôr for 2022 som rapporterte et snitt i fiskemel på 1,4 µg/kg. nivåer av PFOS.

Metaller

Metallene kvikksølv, kadmium, bly og halvmetallet arsen ble analysert i fiskemelprøvene (Tabell 5).

Gjennomsnitt av arsen i fiskemel undersøkt i 2022 var 6,3 mg/kg, med en variasjon fra 1,6 til 11 mg/kg. Dette var sammenlignbart med overvåkningsprogram for fiskefôr i 2022, der snittinnholdet av arsen var 5,6 mg/kg. Ingen av fiskemelene overskred grenseverdien for arsen på 25 mg/kg i fôrmidler av fisk.

Innholdet av kvikksølv i fiskemelene undersøkt i 2022 var mellom 0,04 og 0,23 mg/kg og i gjennomsnitt 0,11 mg/kg. Ingen av prøvene hadde nivåer av kvikksølv som oversteg den øvre grenseverdien i fôrmidler fra fisk som er 0,5 mg/kg.

Kadmiumnivået i fiskemelene varierte mellom <0,02 (LOQ) og 0,39 mg/kg, og snittet var 0,26 mg/kg. Alle prøvene var under grenseverdien for kadmium i fôrmidler av animalsk opprinnelse på 2 mg/kg.

Konsentrasjonene av bly var lave i fiskemel, og fem av prøvene hadde nivå under LOQ, mens snittet for de øvrige seks prøvene var 0,04 mg/kg (Tabell 5).

Tilsetningsstoffer

Tilsetningsstoffene ethoxyquin (EQ, og oksidasjonsproduktet ethoxyquin dimer (EQDM)), BHT og BHA ble analysert i alle fiskemelprøvene. Bruken av EQ som antioksidant i fôr ble faset ut i EU og i Norge i 2020. Ingen av prøvene inneholdt konsentrasjoner av EQ, EQDM, eller BHT over LOQ (på henholdsvis 0,009 mg/kg, 0,07 mg/kg og 1 mg/kg). BHA var under LOQ i 7 av 11 prøver (<0,002 mg/kg), og snittverdien for prøvene som inneholdt BHA var 3,1 mg/kg, med nivå fra 0,1 mg/kg til 8,3 mg/kg.

Vitamin E er et essensielt vitamin for fisk og er et godkjent tilsetningsstoff til fôr. Vitamin E er et samlebegrep for to grupper av fettløselige forbindelser, tokoferolene (α , β , γ , δ) og tokotrienolene (α , β , γ , δ). I 2022 ble alle fiskemelprøvene analysert for 8 ulike isomere former av vitamin E (Tabell 6). Det rapporteres her som α -, β -, δ - og γ -tokoferol og sum tokoferol siden konsentrasjonene av alle formene for tokotrienoler var under LOQ i alle prøvene. Snittverdien for sum tokoferol var 95 mg/kg, med variasjon fra 8 mg/kg til 164 mg/kg (Tabell 6). Nivåene er sammenlignbare med resultatene i [overvåkingsprogrammet for fiskefôr i 2021](#)

Prosesserte animalske proteiner (PAP)

Prosesserte animalske proteiner (PAP), dvs mel av kjøtt, bein og innmat, blodmel fra landdyr ble undersøkt i 11 fiskemel i 2022. Det ble ikke funnet bestanddeler fra landdyr (brusk, bein, kjøttbeinmel, hår fjær eller eggeskall) i noen av prøvene.

Mikrobiologisk kvalitet

Animalie biproduktforskriften har krav om fravær av Salmonella i fôrmidler av animalsk opprinnelse. Det ble ikke påvist Salmonella i noen av de 11 fiskemelprøvene undersøkt i 2022.

Tabeller

Tabell 1. Konsentrasjoner av dioksiner og dioksin-lignende PCB

Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av sum dioksiner (sum PCDD/F), og sum dioksin-lignende PCB (dl-PCB) og sum av dioksiner og dl-PCB gitt som sum av totale toksikologiske ekvivalenter (sumPCDD/F + dl-PCB) i fiskemel og fiskeolje i 2022. Summeringen er «upper bound LOQ», og gitt i ng TEQ/kg). Siste rad viser gjeldende øvre grenseverdi. [Mean concentration and the range (min-max concentration) of sum dioxins (PCDD and PCDF), sum dl-PCB and sum dioxins and dl-PCB (sum total TEQ) in fishmeal and fish oil in 2022. Sum is «upper bound LOQ» and reported in ng TEQ/kg. The maximum limits are given in the rows below the results (ng TEQ/kg).]

Prøve	Sum PCDD/PCDF (ng TEQ/kg ^a)	Sum dl-PCB ^b (ng TEQ/kg)	Sum total TEQ ^c (ng TEQ/kg)
Fiskemel (n=11)			
Snitt 2022	0.22	0.36	0.58
Min – Maks	0.08-0.40	0.1-0.8	0.18-1.12
Grenseverdi fiskemel, biprodukt	1.25		4.0
Fiskeolje (n=9)			
Snitt 2022	1.40	2.56	3.94
Min – Maks	0.82-2.07	1.40-7.31	2.19-8.8
Grenseverdi fiskeolje ^d	5.0		20.0

a) ng TEQ (WHO 2005)/kg (konsentrasjon av hver enkelt kongener multiplisert med sin respektive toksisitetsekvivalens-faktor)

b) Non-orto PCB kongener (IUPAC code PCB 77, 81, 126 og 169) og mono-orto PCB kongener (IUPAC code PCB 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189)

c) Summen av dioksiner og dl-PCB oppgis som sum totale toksikologiske ekvivalenter (sum TEQ) med toksisitetsekvivalensfaktor satt av WHO i 2005.

d) Gjeldende grenser i henhold til fôrforskriften EC 2002/32/EC og senere endringer.

Tabell 2. Konsentrasjoner av PCB

Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av kongenerne PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 og PCB-180 og sum PCB6 (µg/kg) i fiskemel og fiskeolje i 2022. Sum PCB6 er «upper bound LOQ». Siste rad viser gjeldende øvre grenseverdi. [Mean concentration and the range (min-max concentration) of PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 and PCB-180 and sum PCB6 (µg/kg) in fishmeal and fish oil in 2022. Sum PCB6 is determined as “upper bound LOQ”. The maximum limits are given in the rows below the results].]

Prøver	PCB-28 (µg/kg)	PCB-52 (µg/kg)	PCB-101 (µg/kg)	PCB-138 (µg/kg)	PCB-153 (µg/kg)	PCB-180 (µg/kg)	Sum PCB ₆ (µg/kg)
Fiskemel (n=11)							
Snitt 2022	0.12	0.33	0.55	0.78	1.26	0.27	3.3
Min –Maks	0.08-0.2	0.12-0.63	0.19-1.2	0.26-1.9	0.45-3.0	0.09-0.75	1.22-7.73
Grenseverdi fiskemel ^a							30
Fiskeolje (n=9)							
Snitt 2022	1.19	3.0	4.0	5.5	8.2	1.24	23.3
Min –Maks	0.63-2.3	1.4-5.7	2.4-9.4	3.4-16	4.8-23	0.58-4.0	14.3-60.9
Grenseverdi fiskeolje ^a							175

a) Gjeldende grenser for PCB6 på fôrområdet i Norge og EU, i henhold til fôrforskriften 2002/32/EC og senere endringer.

Tabell 3. Konsentrasjoner av PBDE

Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av kongenere PBDE-28, PBDE-47, PBDE-99, PBDE-100, PBDE-153, PBDE-154 og PBDE-183 og sum PBDE7 (µg/kg) i fiskemel og fiskeolje i 2022. Sum PBDE7 er «upper bound LOQ». [Mean concentration and the range (min-max concentration) of PBDE-28, PBDE-47, PBDE-99, PBDE-100, PBDE-153, PBDE-154 and PBDE-183 and sum PBDE7 (µg/kg) in fishmeal and fish oil in 2022. Sum PBDE7 is determined as “upper bound LOQ”.]

Prøver	PBDE-28 (µg/kg)	PBDE -47 (µg/kg)	PBDE -99 (µg/kg)	PBDE -100 (µg/kg)	PBDE -153 (µg/kg)	PBDE-154 (µg/kg)	PBDE-183 (µg/kg)	Sum PBDE7 (µg/kg)
Fiskemel (n=11)								
Snitt 2022	0.011	0.184	0.039	0.054	<LOQ	0.058	<LOQ	0.39
Min-Maks	0.004-0.018	0.069-0.41	0.019-0.076	0.019-0.011	<0.019-0.035	<0.019-0.16	<0.02	0.17-0.83
Fiskeolje (n=9)								

Snitt 2022	0.08	1.08	0.17	0.3	<LOQ	0.17	<LOQ	1.95
Min-Maks	0.05-0.15	0.76-2.4	<0.08-0.27	0.12-0.53	<0.09	0.12-0.38	<0.09	1.25-3.68

Tabell 4. Konsentrasjoner av klorerte pesticider

Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av klorerte pesticider ($\mu\text{g}/\text{kg}$) i fiskemel og fiskeolje i 2022. Summeringen er «upper bound» og molekylvektet. Siste rad viser gjeldende øvre grenseverdi. [Mean concentration and the range (minimum-maximum concentration) of chlorinated pesticides in fishmeal and fish oil in 2022. The sum of pesticides is “upper bound” and molecular weighted). The maximum limits are given in the rows below the results].

Prøver	Sum Dieldrin og Aldrin ^a ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Sum DDT ^b ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Sum Toksafen ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Sum Klordan ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Sum Heptaklor ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Sum HCH ^c ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Fiskemel (n=11)							
Snitt 2022	1.3	4.8	3.9	1.3			1.4
Min	0.4	1.5	2.0	0.7	<0.15	<0.25	<0.5
Maks	2.6	14.8	9.5	2.7	0.29	<0.25	3.5
Grenseverdi	20	100	20	20	10	-	10
Fiskeolje (n=9)							
Snitt 2022	13.4	24.5	21.1	6.6	1.8	1.9	9.7
Min	6.4	11.6	6.3	2.0	0.8	1.3	3.1
Maks	23.3	56.1	38.6	13.1	3.3	3.1	21.7
Grenseverdi	100	100	200	50	200	-	200

^a Dieldrin uttrykt som dieldrin alene. Alle resultater for aldrin er under LOQ.

^b Sum av o,p'DDD, o,p'DDE, o,p'DDT, p,p'DDD, p,p'DDE og p,p'DDT

^c Sum av alfa, beta, delta og gamma heksaklorsyklusheksan. Alle resultater var under grenseverdien for enkeltisomerene for enkeltkongener. Grenseverdiene er 20, 10 og 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for henholdsvis α -, β - og γ -HCH i fôrmidler og fôrblandinger, og 200, 100 og 2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for henholdsvis α -, β - og γ -HCH i fett og olje.

Tabell 5. Konsentrasjoner av metaller

Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av arsen (As), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), og bly (Pb) i fiskemel og fiskeolje i 2022. Siste rad viser gjeldende grenseverdier. [Mean concentration and the range (min-max concentration) of arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg) and lead

(Pb) in fishmeal and fish oil (mg/kg) in 2022. The maximum limits are given in the row below the results.]

Prøver	Arsen (As) (µg/kg)	Kadmium (Cd) (µg/kg)	Kvikksølv (Hg) (µg/kg)	Bly (Pb) (µg/kg)
Fiskemel (n=11)				
Snitt 2022	6.3	0.26	0.11	0.04*
Min –Maks	1.6-11	<0.02-0.39	0.04-0.23	<0.02-0.06
Grenseverdi ^a	25	2.0	0.5	10

^aGjeldende grenser på fôrområdet i Norge og EU, i henhold til fôrforskriften 2002/32/EC og senere endringer

*Gjennomsnitt av målte verdier, fem prøver var under LOQ

Tabell 6. Konsentrasjoner av vitamin E

Innhold av vitamin E (α-, β-, δ- og γ-tokoferol og sum tokoferol) i fiskemel i 2022. Verdiene er gitt som snittverdier i mg/kg med minimums- og maksimumsverdier. [Concentrations of vitamin E (mg/kg) in fishmeal in 2022. Mean concentration and the range are given for the different forms of tocopherols and their sum].

Prøver	alfa-tokoferol (mg/kg)	beta-tokoferol (mg/kg)	delta- tokoferol (mg/kg)	gamma-tokoferol (mg/kg)	Sum tokoferoler ¹ (mg/kg)
Fiskemel (n=11)					
Snitt 2022	27	1.7	21	45	95
Min-Maks	8-56	<0.04-3.6	<0.04-56	<0.04-80	8-164

¹) Summen av alfa-, beta-, delta- og gamma-tokoferol.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no