PROGRAM FOR FREMMEDSTOFFER I FÔRMIDLER AV FISK

Rapport for prøver innsamlet i 2021

Anne-Katrine Lundebye , Jannicke Alling Bakkejord , Ole Jakob Nøstbakken , Veronika Sele og Robin Ørnsrud (HI)



RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2022-27

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 2021

Report for samples collected in 2021

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2022-27	14.09.2022

ISSN:1893-4536

Forfatter(e):

Anne-Katrine Lundebye , Jannicke Alling Bakkejord , Ole Jakob Nøstbakken , Veronika Sele og Robin Ørnsrud (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Robin Ørnsrud (Marin toksikologi)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Gro-Ingunn Hemre
Programleder(e): Rune Waagbø

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

51218

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Program:

Fremtidens havbruk

Forskningsgruppe(r):

Marin toksikologi

Antall sider:

11

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. Overvåkingsprogrammet 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 2021 ble 16 prøver analysert: 6 prøver av fiskeolje, 2 prøver av fiskemel og 8 prøver av fiskeprotein konsentrat. Fremmedstoffene som ble inkludert i 2021 var dioksiner og furaner (PCDD/F), dioksinlignende PCB (dl-PCB), PCB6, polybromerte diphenyleter (PBDE), Perfluorerte forbindelser (PFAS), klorerte pesticider, og metaller (kvikksølv, bly, kadmium og arsen). Prøvene ble også analysert for ethoxyquin, ethoxyquin dimer, medisinrester og salmonella. Resultatene viste at innholdet av alle organiske miljøgifter analysert i fiskemel, fiskeolje og fiskeprotein-konsentrat var lave. Ingen av fiskemelene, fiskeoljene eller fiskeprotein konsentratene hadde nivå av dioksiner, sum dioksiner og dl-PCB, eller PCB6 over grenseverdien. Resultatene for 2021 viste lave nivåer av metaller, som innbefatter ingen overskridelser av grenseverdiene for arsen, kvikksølv, kadmium eller bly i fiskemel eller fiskeprotein konsentrat. Det ble ikke påvist salmonella, ethoxyquin eller ethoxyquin dimer i noen av prøvene analysert i 2021. Generelt var nivåene av uønskede stoffer i de fôrmidler av fisk som analysert i dette overvåkningsprogrammet i 2021 sammenlignbare med resultatene fra prøvene som ble tatt ut på fôrfabrikk (Mattilsynets overvåkningsprogram for fiskefôr i 2021).

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 2021 16 samples were analysed: six samples of fish oil, two samples of fishmeal and eight samples of fish protein concentrate. The undesirable substances analysed in 2021 were dioxins and furans (PCDD/F), dioxin-like PCBs (dl-PCB), PCB6, polybrominated diphenylethers (PBDE, polyfluorinated compounds (PFCs), chlorinated pesticides and metals (mercury, lead, cadmium and arsenic). Samples were also analysed for ethoxyquin, ethoxyquin dimer, drug residues and salmonella. The results showed that the levels of contaminants analysed in fish oils, fishmeals and fish protein concentrates were low. None of the fish oils, fishmeals or fish protein concentrates contained levels of PCDD/F, sum PCDD/F+dl-PCB, or PCB_6 above the maximum limits. The results for 2021 showed that levels of metals in the fishmeal and fish protein concentrates analysed were low, and the levels of arsenic, mercury, cadmium and lead were well below the maximum levels. Salmonella, ethoxyquin and ethoxyquin dimer were not detected in any of the samples analysed in 2021. In general the levels of undesirable substances were comparable with those reported in the annual feed monitoring programme in 2021.

Innhold

1 Bakgrunn 5
2 Resultater og diskusjon 6

1 - 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 dyr på land. Det er imidlertid ikke tillatt å benytte fiskemel i fôr til drøvtyggere bortsett fra i melkeerstatning til unge drøvtyggere som ikke er avvendt.

I dette overvåkningsprogrammet analyseres fôrmidler av fisk som er tatt ut på norske produksjonsvirksomheter i motsetning til de prøvene som analyseres i Mattilsynets årlige overvåkningsprogram for fiskefôr der prøvene tas ut på fiskefôrfabrikk som handler fôrmidler på det globale markedet. I 2021 ble totalt 16 prøver analysert i dette programmet; 6 fiskeoljer, 2 fiskemel og 8 fiskeprotein-konsentrat. Prøvene ble analysert for en rekke fremmedstoffer inkludert organiske miljøgiftene dioksiner, PCB (både dioksin-lignende PCB (dl-PCB) og PCB6), polybromerte difenyletere (PBDE7), p erfluorerte forbindelser (PFAS) og klorerte pesticider . Prøvene av fiskemel og fiskeprotein-konsentrat ble også analysert for metallene kvikksølv, bly, kadmium og arsen, samt ethoxyquin, ethoxyquin dimer, medisin rester og salmonella. Dataene som framkommer i dette programmet rapporteres fortløpende med elektronisk analysebevis til Mattilsynet. Ved funn av konsentrasjoner som overstiger grenseverdiene 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. 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. Analyse resultatene er oppgitt på prøven slik den blir mottatt, mens regelverket er for 88% tørrstoff.

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 sum dioksiner. I denne rapporten brukes prinsippet for utregning av gjennomsnitt for alle stoffgrupper. Den reelle konsentrasjonen, som ikke er kvantifiserbart, vil være mellom null og LOQ.

2 - Resultater og diskusjon

Organiske miljøgifter

I 2021 ble det analysert to prøver av fiskemel, seks prøver av fiskeolje og åtte prøver av fiskeprotein-konsentrat for dioksiner (sum PCDD og PCDF) og dl-PCB (tabell 1), PCB6 (tabell 2), PBDEer (tabell 3), klorerte pesticider (tabell 4), metaller (tabell 5) og perfluorerte forbindelser (PFAS).

Fiskemel prøvene analysert i 2021 hadde PCDD/PCDF konsentrasjoner på 0,18 og 0,23 ng TEQ/kg (tabell 1). Grenseverdien for PCDD/F i fiskemel er på 1,25 ng TEQ/kg, og nivåene i begge fiskemel prøvene var under grenseverdien. For summen av PCDD/F og dl-PCB (sum TEQ) ble de to prøvene målt til 0,32 og 0,38 ng TEQ/kg. Nivået var sammenlignbare med prøver av fiskemel analysert tidligere i dette programmet og i overvåkningsprogrammet for fiskefôr.

Fiskeoljer analysert i 2021 inneholdt et snitt av PCDD/PCDF på 0,7 ng TEQ/kg med nivå fra 0,58 til 1,05 ng TEQ/kg (tabell 1). Dette er under grenseverdien på 5,0 ng TEQ/kg, og resultatene var litt lavere enn resultatene som ble rapportert i dette overvåkningsprogrammet for 2018 og 2019. For summen av PCDD/F og dl-PCB var snittet i fiskeoljene 1,7 ng TEQ/kg med nivå fra 1,02 til 2,13 ng TEQ/kg, som er langt under grenseverdien på 20,0 ng TEQ/kg.

Fiskeprotein-konsentrater hadde et snittinnhold av dioksiner på 0,15 ng TEQ/kg med variasjon fra 0,07 til 0,28 ng TEQ/kg (tabell 1). Grenseverdien for dioksiner i fiskeprotein-konsentrat er 1,25 ng TEQ/kg i prøver med mindre en 20% fett, og ingen av prøvene hadde konsentrasjoner over grenseverdien. Snittet for summen av dioksiner og dl-PCB (sum TEQ) i fiskeprotein-konsentrat var 0,18 ng TEQ/kg, med nivåer fra 0,08 til 0,41 ng TEQ/kg. Ingen av fiskeprotein-konsentratene undersøkt i 2021 inneholdt sum PCDD/F og dl-PCB over grenseverdien på 4 ng TEQ/kg.

For de to fiskemelene som ble analysert i 2021 var nivåene av sum PCB6 på 2,1 og 2,3 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 2,9 til 19,4 µg/kg, med et snitt på 13,6 µg/kg (tabell 2). Dette er under grenseverdien for fiskeolje på 175 µg/kg. Nivået var noe lavere enn i fiskeoljer analysert i dette overvåkningsprogrammet for prøver ankommet i 2018 og 2019 (snitt på 26,4 og 18,9 µg/kg respektivt). For fiskeprotein-konsentrat var snittet i de åtte prøvene 0,7 µg/kg, med nivå fra 0,2 til 2,0 µg/kg. Ingen av prøvene var over grenseverdien for PCB6 i fiskeprotein-konsentrat som er 30 µg/kg (hvis det inneholder mindre enn 20% fett, ellers så er grenseverdien 50 µg/kg). Når det gjelder de ulike kongenerne i fiskeolje, fiskemel og fiskeprotein-konsentrat var det PCB-153 og PCB-138 som bidro mest til sum PCB6.

Konsentrasjonen av PBDE7 i fiskemel var 0,23 µg/kg i begge prøvene, som er det samme som gjennomsnittet i 2019. For fiskeoljer var snitt PBDE7 på 1,4 µg/kg, og variasjon fra 0,5 µg/kg til 1,8 µg/kg, Snittverdien for sum PBDE7 i fiskeprotein-konsentrat var 0,13 µg/kg, med nivå fra 0,08 µg/kg til 0,22 µg/kg. For fiskemel, fiskeolje og fiskeprotein-konsentrat er PBDE-47 den dominerende kongeneren. Konsentrasjonene av PBDE207 og PBDE209 var under LOQ for alle prøvene av fôrmidlene analysert i motsetning til overvåkningsprogrammet på fôr som fant forhøyede nivåer av disse kongenere i to prøver av fullfôr i 2021.

Klorerte pesticider inkludert dieldrin/aldrin, DDT, toksafen, klordan, endosulfan, sum heptaklor, sum HCH og HCB ble analysert i 2 fiskemel, 6 fiskeoljer og 8 fiskeprotein-konsentrat i 2021 (Tabell 4). Nivåene av aldrin, pentachlorobenzen 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 regelverk.

De følgende perfluorerte forbindelser (PFAS) ble analysert i alle prøver av fiskemel, fiskeolje og fiske-protein-konsentrat prøvetatt i 2021: PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS, PFBA, PFBS, PFDA, PFDoDA, PFDS, PFHpA, PFHxA, PFOSA, PFTeDA, PFTrDA og PFUdA. EFSA har etablert en samlet tålegrense (tolerabelt ukentlig inntak) på 4.4 ng/kg kroppsvekt per uke for fire perfluorerte forbindelser (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS), men det finnes foreløpig ikke øvre

grenseverdier for disse forbindelser i fôr eller mat. Nivåene av PFAS var ved eller under LOQ i alle prøvene. I motsetning til overvåkningsprogrammet for fôr som fant målbare nivåer av PFOS (Perfluoroktylsulfonat) i prøver av fullfôr, fiskemel og fiskeolje i prøver mottatt i 2021, så var nivåene målt i dette overvåkningsprogrammet under LOQ for PFOS (< 3 µg/kg i fiskeolje og < 1 µg/kg i fiskemel og fiske-protein konsentrat)

Metaller

Metallene arsen, kvikksølv, kadmium og bly ble analysert i to fiskemel og åtte fiskeprotein-konsentrat prøver (tabell 5).

Arseninnholdet i fiskemel undersøkt i 2021 var 1,9 og 2,1 mg/kg. Dette var litt lavere enn det som ble målt i fiskemel tatt ut på fôrfabrikk i Mattilsynets overvåkningsprogram for fisekfôr i 2021, der snittinnhold av arsen var på 4,5 mg/kg, og med en variasjon fra 2,2 til 8,8 mg/kg i de ti prøver analysert. Dette kan være artsrelatert siden fiskemel i fôrprogrammet er ofte importert og kan derfor bestå av mange forskjellige arter. I fiskeprotein-konsentrat var snitt innholdet av arsen 2,4 mg/kg, og variasjon fra 0,3 til 4,5 mg/kg. Ingen av fiskemelene eller fiskeproteinkonsentratene overskred grenseverdien for arsen i fôrmidler av fisk på 25 mg/kg.

Innholdet av kvikksølv i fiskemelene undersøkt i 2021 var 0,044 og 0,053 mg/kg. I fiskeprotein-konsentratene var innholdet av kvikksølv på 0,02 mg/kg i snitt, og konsentrasjonene varierte fra <0,004 (LOQ) til 0,10 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 var 0,007 og 0,013 mg/kg. I fiskeprotein-konsentratene var kadmium nivået mellom <0,003 (LOQ) til 0,48 mg/kg, og snittet var 0,12 mg/kg. Alle prøvene var under grenseverdien for kadmium i fôrmidler av animalsk opprinnelse på 2 mg/kg.

Konsentrasjonene av bly var veldig lave i fiskemel og fiskeprotein-konsentrat, med ingen av prøvene av fiskemel eller fiskeprotein-konsentrat som hadde nivå over LOQ (tabell 5).

Medisinrester

Fiskeprotein-konsentrat prøvene ble analysert for lusemidler og det ble ikke påvist teflubenzuron, diflubenzuron, fluazuron, hexaflumuron eller lufenuron i noen av prøvene (LOQ <1 µ g/kg for alle stoffene). Det ble påvist emamectin B1a i en prøve (2.7 µ g/kg) mens alle de andre fiskeprotein-konsentrat hadde konsentrasjoner av emamectin under LOQ (<2 µ g/kg).

Tilsetningsstoffer

Tilsetningsstoffet ethoxyquin (EQ) og oksidasjonsproduktet ethoxyquin dimer (EQDM) ble analysert i to fiskemel og åtte prøver av fiskeprotein konsentrat i 2021. B ruken av EQ som tilsetningsstoff til fôr ble faset ut i EU og i Norge i 2020. Hverken fiskemelprøvene eller fiskeprotein konsentrat inneholdt konsentrasjoner av EQ eller EQDM over LOQ (på henholdsvis <0.009 mg/kg og <0.7 mg/kg).

Tørrstoff

Tørrstoff innholdet ble målt i de to fiskemel og i tre fiskeprotein konsentratprøver. Tørstoffet var 94% og 99% i fiskemelene og 20%, 21% og 56% i fiskeprotein konsentrat.

Mikrobiologisk kvalitet

Det ble ikke påvist *Salmonella* i verken fiskemel, fiskeolje eller fiskeprotein-konsentrat undersøkt i 2021.

Tabeller

Tabell 1. Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av sum dioksiner (sum PCDD og PCDF), sum dl-PCB og sum totale toksikologiske ekvivalenter (sum TEQ) i fiskemel, fiskeolje og fiskeprotein-konsentrat i 2021. Summeringen er «upper bound LOQ», og gitt i ng TEQ/kg[1)] . 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 TEQ) in fishmeal, fish oil and fish protein concentrate in 2021. 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 TEQ [c] (ng TE/kg)
Fiskemel (n=2)			
Min	0.18	0.14	0.32
Maks	0.23	0.15	0.38
Grenseverdi fiskemel, biprodukt [d]	1.25		4.0
Fiskeolje			
Snitt 2021 (n=6)	0.70	0.99	1.70
Min	0.57	0.43	1.02
Maks	1.04	1.31	2.12
Grenseverdi fiskeolje [d]	5.0		20.0
Fiskeprotein konsentrat			
Snitt 2021 (n=8)	0.15	0,04	0.18
Min	0.07	0.005	0.08
Maks	0.29	0.12	0.41
Grenseverdi fiskeprotein, biprodukt [d]	1.25		4.0

[a] ng TE (WHO 2005)/kg (konsentrasjonen multiplisert med en gitt toksisitetsekvivalens-faktor)

[b)] Non-orto PCB kongenere (IUPAC code PCB 77, 81, 126 og 169) og mono-orto PCB kongenere (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)] Fôrskrift om fôrvarer (EC 2002/32/EC og senere endringer).

Tabell 2. 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, fiskeolje og fiskeprotein konsentrat i 2021. 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 fish feed, fishmeal, fish oil and fish protein concentrate in 2021. Sum PCB_6 is determined as “upper bound LOQ”. The maximum limits are given in the rows below the results).]

Prøve	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=2)							
Min	<0.07	0.16	0.35	0.49	0.8	0.17	2.1
Maks		0.18	0.39	0.57	0.9	0.2	2.3
Grenseverdi fiskemel[1]							30
Fiskeolje							
Snitt 2021 (n=6)	0.47	1.2	2.3	3.2	5.2	1.3	**13.6**
Min	0.36	0.5	0.6	0.5	0.7	<0.2	2.9

Maks	0.59	1.7	3.4	4.5	7.7	1.7	19.4
Grenseverdi fiskeolje[1]							175
Fiskeprotein konsentrat							
Snitt 2021 (n=8)	0.08	0.09	0.11	0.13	0.23	0.08	**0.7**
Min	<0.04	<0.04	<0.03	<0.03	<0.04	<0.03	0.2
Maks	<0.75	0.21	0.35	0.44	0.75	0.2	2.0
Grenseverdi fiskeprotein[1]							30

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

Tabell 3. 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 $PBDE_7$ (µg/kg) i fiskemel, fiskeolje og fiskeprotein-konsentrat i 2021. Sum $PBDE_7$ 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 $PBDE_7$ (µg/kg) in fishmeal, fish oil and fish protein concentrate in 2021. Sum $PBDE_7$ is determined as “upper bound LOQ”.]

Prøve	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 $PBDE_7$ (µg/kg)
Fiskemel (n=2)								
Min	0.0065	0.10	0.021	0.029	<0.018	0.019	<0.017	0.22
Maks	0.0066	0.11	0.023	0.030		0.021		0.23
Fiskeolje								
Snitt 2021 (n=6)	0.044	0.8	0.12	0.2	<LOQ	0.12	<LOQ	**1.4**
Min	0.02	0.2	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0.5
Maks	0.06	1.0	0.17	0.26	<0.09	0.17	<0.09	1.8
Fiskeprotein konsentrat								
Snitt 2021 (n=8)	0.004	0.05	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	**0.13**
Min	<0.002	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.08
Maks	<0.008	0.1	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-<0.03	0.23

Tabell 4. Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av klorerte pesticider (µg/kg) i fiskemel, fiskeolje og fiskeprotein-konsentrat (FPC) i 2021 . 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, fish oil, and fish protein concentrate in 2021 . The sum of pesticides is “upper bound” and molecular weighted [1)] . The maximum limits are given in the rows below the results).]

Prøve	Sum Dieldrin og Aldrin (µg/kg) 1)	Sum DDT (µg/kg)	Sum Toksafen (µg/kg)	Sum Klordan (µg/kg)	Sum Heptaklor (µg/kg)	Sum HCH (µg/kg) 2)	HCB (µg/kg)
Fiskemel (n=2)							
Min	0.7	2.6	2.0	0.2	0.5	<0.25	<0.5
Maks	0.9	2.7	2.0	0.2	0.5	<0.25	<0.5
Grenseverdi	20	100	20	20	10	-	10

Fiskeolje							
Snitt (n=6)	5.0	16.5	6.4	1.5	2.2	1.3	3.9
Min	4.1	2.6	5.1	0.5	1.9	0.8	<1.3
Maks	6.0	24.6	9.4	2.2	2.3	1.8	4.6
Grenseverdi	100	100	200	50	200	-	200
Fiskeprotein konsentrat							
Snitt (n=8)	<LOQ	0.9	3.9	0.4	1.0	<LOQ	<LOQ
Min	<0.2	0.4	2.0	0.2	0.5	<0.2	<0.5
Maks	<0.4	1.2	4.9	0.5	1.3	<0.6	<1.2
Grenseverdi	20	100	20	20	10	-	10

[1)] Dieldrin uttrykt som dieldrin alene. Alle resultater for aldrin er under LOQ.

[2)] Sum av alfa, beta og gamma heksaklorsykloheksan. Alle resultater var under grenseverdien for enkeltisomerene for enkelkongenere. Grenseverdiene er 20, 10 og 200 µg/kg for henholdsvis α-, β- og γ-HCH i fôrmidler og fôrblandinger, og 200, 100 og 2000 µg/kg for henholdsvis α-, β- og γ-HCH i fett og olje.

Tabell 5. Gjennomsnittskonsentrasjoner og konsentrasjonsområde (min-maks verdier) av arsen (As), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), og bly (Pb) i fiskemel, fiskeolje og fiskeprotein-konsentrat (mg/kg) i 2021. Siste rad viser gjeldende grenseverdier [1)]. [Mean concentration and the range (min-max concentration) of arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg) and lead (Pb) in fishmeal, fish oil, and fish protein concentrate (mg/kg) in 2021. The maximum limits are given in the rows below the results.]

Prøve	Arsen (As) (µg/kg)	Kadmium (Cd) (µg/kg)	Kvikksølv (Hg) (µg/kg)	Bly (Pb) (µg/kg)
Fiskemel (n=2)				
Min	1.9	0.007	0.044	<0.02
Maks	2.1	0.013	0.053	
Fiskeprotein konsentrat				
Snitt 2021 (n=8)	**2.4**	**0.12**	**0.02**	**<LOQ**
Min	0.3	<0.003	<0.004	<0.01
Maks	4.5	0.48	0.10	
Grenseverdi[1]	25	2.0	0.5	10

[1)] Gjeldende grenser på fôrområdet i Norge og EU, i henhold til fôrforskriften 2002/32/EC og senere endringer.

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no