

Verkefnaskýrsla Rf
06 - 04



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Október 2004

**VÖKTUN Á ÓÆSKILEGUM EFNUM
Í SJÁVARAFURÐUM 2003**

Guðjón Atli Auðunsson



Titill / Title	Vöktun á óæskilegum efnum í sjávarafurðum 2003		
Höfundar / Authors	Guðjón Atli Auðunsson		
Skýrsla Rf / IFL report	06 - 04	Útgáfudagur / Date:	Október 2004
Verknr. / project no.	1567		
Styrktaraðilar / funding:	Sjávarútvegsráðuneytið		
Ágrip á íslensku:	<p>Árið 2003 hófst, að frumkvæði Sjávarútvegsráðuneytisins, vöktun á óæskilegum efnum í sjávarafurðum, bæði afurðum til manneldis og afurðum lýsis- og mjöliðnaðar. Verkefninu er haldið áfram á árinu 2004 með talsvert auknu umfangi sýnatöku og mælinga, bæði er varðar tegundir sjávarfangs og tegundir efna sem rannsökuð eru. Hvað varðar díoxín og díoxínlík PCB-efni er um að ræða átak sem ESB mæltist til að færi fram í aðildarlöndum þess auk Noregs og Íslands. Sýnasöfnunin var í samræmi við beinar óskir Evrópusambandsins. Sýnasöfnuninni var skipt á þáttökulöndin í hlutfalli við m.a. framleiðslumagn í hverju landi. Þetta átak ESB mun standa fram til ársins 2006.</p> <p>Tilgangur þessarar umfangsmiklu sýnatöku og mælinga er m.a. að athuga hvernig fyrrgreindar afurðir standast nýsett mörk fyrir díoxín og einnig til að skoða styrk díoxínlíkra PCB-efna í afurðum sem grundvöll til setningu hámarksgilda innan ESB fyrir lok árs 2004. Reiknað er með að ESB muni síðan lækka mörk fyrir bæði díoxín og díoxínlík PCB-efni fyrir lok árs 2006. Í þriðja lagi er tilgangur þessara mælinga að afla upplýsinga um styrk bendi-PCB-efna með setningu marka í huga en áhættumat stendur nú yfir varðandi þennan efnaflokk og er gert ráð fyrir að því mati ljúki í lok þessa árs. Upplýsingar um bendi-PCB-efnin munu einnig nýtast við þetta áhættumat. Í fjórða lagi nýtast niðurstöðurnar til að meta það hvernig afurðir standast þau mörk sem þegar eru í gildi á Íslandi, ESB og viðskiptaþjóðum Íslendinga (ólífræn snefilefni og pláguefni), sem stjórnvöld og söluaðilar sjávarfangs þurfa að geta upplýst kaupendur og neytendur um. Loks má nefna að þessar upplýsingar nýtast við áhættumat og setningu hámarksgilda sem nú eru til skoðunar innan ESB (PAH-efni, ólífrænt arsen og brómuð eldhemjandi efni). Leyfileg hámarksgildi þessara efna eru í sífelldri endurskoðun og forsenda þess að á rödd Íslands verði hlustað er m.a. framlag gagna og rökstuddur málflutningur.</p> <p>Þetta er í fyrsta skipti sem upplýsingum um mikinn fjölda aðskoatefna í helstu tegundum sjávarfangs af Íslandsmiðum er safnað á kerfisbundinn hátt. Gagnaöflun af þessu tagi verður sífellt mikilvægari í ljósi tíðra fréttu um aðskotaefni í matvælum. Íslensk stjórnvöld þurfa að geta brugðist hratt og fumlaust við slíkum fréttum til að tryggja áframhaldandi aðgang okkar afurða að mörkuðum og koma í veg fyrir tjón, sem af slíkri umræðu gæti hlotist ef ekki liggja fyrir bæði gögn og þekking. Umfjöllun, bæði í almennum fjölmiðlum og í vísindaritum, hefur margoft krafist slíkra viðbragða íslenskra stjórnvalda og óyggjandi sýnt fram á hve mikilvægt það er að regluleg vöktun fari fram og að íslensk stjórnvöld stundi sjálfstæðar rannsóknir á eins mikilvægum málaflök og mengun sjávarafurða er</p>		
Lykilorð á íslensku:	Dioxin, díoxínlík PCB efni, sjávarfang, mælingar, vöktun		



Summary in English:

The Ministry of Fisheries finances a project involving evaluation of the concentration of various undesirable substances in the edible portion of marine catches. This is the first time that systematic collection of information is carried out for a number of substances and many kinds of marine catches from Icelandic fishing grounds; in addition, information is being gathered on numerous substances that have not been previously examined. The substances being investigated are trace elements (mercury, cadmium, lead and the total concentration of arsenic as well as the concentration of inorganic arsenic), PAHs (17 of them), polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans (17), dioxin-like PCBs (12), marker PCBs (6), polybrominated flame retardants (10 PBDEs), organotins (10 substances), and numerous organochlorines, mostly pesticides (HCB, DDTs, HCHs, aldrin/endrin/dieldrin, chlordanes, toxaphenes and endosulfan substances, altogether 29 chemical compounds).

The purpose of this collection of samples and measurements is, on the one hand, to examine how products measure up against the new limits for dioxins (polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans) and, on the other, to check the concentration of dioxin-like PCBs as a basis for setting maximum values within the EU before the end of 2004. The plan is to lower the limits for both dioxins and dioxin-like PCBs before the end of 2006. Thirdly, the purpose of these measurements is to gather information on the concentration of marker PCBs for the purpose of setting limits; a risk assessment is now in progress regarding this class of substances, and its completion is planned at the end of this year. Information on marker PCBs will also be utilised for this risk assessment. Fourth, the findings will be utilised to evaluate how products measure up to limits currently in effect in Iceland, the EU and Iceland's trading partners (inorganic trace elements and pesticides). Finally, it can be mentioned that this information will be utilised for a risk assessment and the setting maximum values that are now under consideration within EU (PAHs, inorganic arsenic, organotins and brominated flame retardants).

The collection of samples and quality criteria for the analytical methods were in accordance with the conditions set out by the EU for the information gathering campaign on dioxins and dioxin-like PCBs, but countries were also directed to collect information about marker PCBs. The collection of samples was divided among the member states, Iceland and Norway, in proportion to the production quantity in each country. Regarding food, the collection of samples covers seafood products (29 annual samples of fish and 12 annual samples of fish oil from Iceland, a total of at least 41 annual samples) and agricultural products (at least 26 annual samples from Iceland). In addition, Iceland is supposed to gather samples of compound feeds and feed components: 35 samples of fishmeal and fish oil and 32 samples of other feeds, for a total of at least 67 samples. The EU campaign continues until 2006. Regarding information about feed fish oil and fishmeal, in addition to fish oil for human consumption, there was a close collaboration with the industry, for in these industries the sellers must provide numerous tests and analyses on their products. Collection of samples and their analysis will continue in 2004.

English keywords:

Marine catches, monitoring, dioxin, PCB, PAH, trace elements

Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

Snefilefnastofa

Vöktun á óæskilegum efnum í sjávarafurðum 2003

Verkefni styrkt af Sjávarútvegsráðuneytinu

INNGANGUR

Árið 2003 hófst, að frumkvæði Sjávarútvegsráðuneytisins, vöktun á óæskilegum efnum í sjávarafurðum, bæði afurðum til manneldis og afurðum lýsis- og mjöliðnaðar. Verkefninu er haldið áfram á árinu 2004 með talsvert auknu umfangi sýnatöku og mælingum. Hvað varðar díoxín og díoxínlík PCB-efni er um að ræða átak sem ESB mæltist til að færi fram í aðildarlöndunum þess auk Noregs og Íslands. Sýnasöfnunin var í samræmi við beinar óskir Evrópusambandsins eins og hún birtist í SANCO/4546/01-rev.3 (Commission Recommendation on the monitoring of background levels of dioxins and dioxin-like PCBs in foodstuffs, draft) fyrir matvæli og SANCO/4545/01-rev.3 (Commission Recommendation, draft) fyrir fóður og fóðurþætti. Aðferðafræði við sýnatökur og sýnameðferð og aðferðafræði mælinga er í samræmi við Commission Directives 2002/69 and 2002/44. Sýnasöfnuninni var skipt á þáttökulöndin í hlutfalli við m.a. framleiðslumagn í hverju landi. Hvað varðar matvæli tekur þessi sýnasöfnun ESB til sjávarafurða (29 árleg sýni af fiski og 12 árleg asýni af lýsi af Íslands hálfu, samtals 41 árleg sýni) og landbúnaðarafurða (26 árleg sýni af Íslands hálfu). Auk þessa er Íslandi ætlað að taka sýni af fóðri og fóðurþáttum, 35 af fsikimjöli og lýsi og 32 sýni af öðru fóðri, samtals 67 sýni eins og fyrir matvælin. Þetta átak ESB mun standa fram til ársins 2006.

Tilgangur þessarar umfangsmiklu sýnatöku og mælinga er m.a. að athuga hvernig fyrrgreindar afurðir standast nýsett mörk fyrir díoxín og einnig til að skoða skoða styrk díoxínlíkra PCB-efna í afurðum sem grundvöll til setningu hámarksgilda innan ESB fyrir lok árs 2004. Reiknað er með að ESB muni síðan lækka mörk fyrir bæði díoxín og díoxínlík PCB-efni fyrir lok árs 2006. Í þriðja lagi er tilgangur þessara mælinga að afla upplýsinga um styrk bendi-PCB-efna með setningu marka í huga en áhættumat stendur nú yfir varðandi þennan efnaflokk og er gert ráð fyrir því að því mati ljúki í lok þessa árs. Upplýsingar um bendi-PCB-efnin munu einnig nýtast við þetta áhættumat. Í fjórða lagi nýtast niðurstöðurnar til að meta það hvernig afurðir standast þau mörk sem þegar eru í gildi á Íslandi, ESB og viðskiptaþjóðum Íslendinga (ólífræn snefilefni og plágudefnin), sem stjórnvöld og söluaðilar sjávarfangs þurfa að geta upplýst kaupendur og neytendur um. Loks má nefna að þessar upplýsingar nýtast við áhættumat og setningu hámarksgilda sem nú eru til skoðunar innan ESB (PAH-efni, ólífrænt arsen og brómuð eldhemjandi efni). Leyfileg hámarksgildi þessara efna eru í sífældri endurskoðun og forsenda þess að á rödd Íslands verði hlustað er m.a. framlag gagna og rökstuddur málflutningur.

Gagnaöflun af þessu tagi verður sífellt mikilvægari í ljósi tíðra fréttu um aðskotaefni í matvælum. Íslensk stjórnvöld þurfa að geta brugðist hratt og fuðlaust við slíkum fréttum til að tryggja áframhaldandi aðgang okkar afurða að mörkuðum og koma í veg fyrir tjón, sem af slíkri umræðu gæti hlotist ef ekki liggja fyrir bæði gögn og þekking.

SÝNATAKA

Af hálfu Íslands var eftirfarandi 37+21 sýnum af sjávarafurðum til manneldis safnað 2003:

Tegund sýnis	PCDD/Fs	DL-PCB	Bendi-PCB	Pláguefni	TMs	PBDE-efni	PAH
Þorskur, SV 45-59cm	1	1	1	1	1	1	
Þorskur, SV 60-74cm	1	1	1	1	1		
Þorskur, SV 75-89cm	1	1	1	1	1	1	
Þorskur, NA 45-59cm	1	1	1	1	1	1	
Þorskur, NA 60-74cm	1	1	1	1	1		
Þorskur, NA 75-89cm	1	1	1	1	1	1	
Ýsa, SV 30-39cm	1	1	1	1	1	1	
Ýsa, SV 40-49cm	1	1	1	1	1		
Ýsa, SV 50-59cm	1	1	1	1	1	1	
Ýsa, NA 30-39cm	1	1	1	1	1	1	
Ýsa, NA 40-49cm	1	1	1	1	1		
Ýsa, NA 50-59cm	1	1	1	1	1	1	
Gullkarfi, 30-34cm	1	1	1	1	1		
Gullkarfi, 35-39cm	1	1	1	1	1		
Gullkarfi, 40-45cm	1	1	1	1	1	1	
Grálúða, 50-59cm	1	1	1	1	1	1	
Grálúða, 60-69cm	1	1	1	1	1		
Grálúða, 70-79cm	1	1	1	1	1	1	
Djúpkarfi, 30-34cm	1	1	1	1	1	1	
Djúpkarfi, 35-39cm	1	1	1	1	1		
Djúpkarfi, 40-44cm	1	1	1	1	1	1	
Ufsi, 45-59cm	1	1	1	1	1		
Ufsi, 60-74cm	1	1	1	1	1		
Steinbítur, 49-71cm	1	1	1	1	1		
Humar, lítill	1	1	1	1	1		
Humar, stór	1	1	1	1	1		
Saltfiskur, flök	1	1	1	1	1		
Saltfiskur, flattur smár	1	1	1	1	1		
Saltfiskur, flattur stór	1	1	1	1	1		
Hörpudiskur, Hvalfjörður	1	1	1	1	1		
Hörpudiskur, Húnaflói	1	1	1	1	1		
Rækja, Öxarfjörður	1	1	1		1		
Rækja, Húnaflói	1	1	1		1		
Rækja, Eyjarfjarðaráll: lítill	1	1	1	1	1		
Rækja, Eyjarfjarðaráll: stór	1	1	1	1	1		
Unnin innfj. rækja, smá	1	1	1		1		
Unnin innfj.rækja, stór	1	1	1		1		
Lýsi, mannelði*	21	15	15	3		3	3
Samtals	58	52	52	36	40	16	3

*Niðurstöður fyrir PCDD/Fs, DL-PCB og bendi PCB í lýsi eru fengnar frá framleiðanda.

Sýni af ferskfiski voru öll tekin í rannsóknaleiðöngrum Hafrannsóknastofnunarinnar. Sýni af humri, saltfisk, unninni rækju og lýsi voru fengin frá sölusamtökum og framleiðendum. Sýni eru skilgeind m.t.t. lengdar, heildarþyngdar, þyngdar vöðva sem mældur var, aldurs, kyns, þurrefnis og fitu. Hvert sýni af fiski samanstendur af 10 einstaklingum.

Eftirfarandi sýnum af mjöli og lýsi var safnað þar sem tilgreindir eru þeir efnaflokkar, sem :

TEGUND	PCDD/Fs	WHO-PCB	Bendi-PCB	Pláguefni	TMs	PBDE-efni	PAH
Bræðslufiskur							
Kolmunnamjöl 15/11/03	1	1	1	1	1		1
Kolmunnamjöl 18/05/03	1	1	1	1	1	1	1
Loðnumjöl 15/01/03	1	1	1	1	1		1
Loðnumjöl 14/02/03	1	1	1	1	1		1
Loðnumjöl 09/03/03	1	1	1	1	1	1	1
Loðnumjöl 13/07/03	1	1	1	1	1		1
Síldarmjöl 13/06/03	1	1	1	1	1		1
Beinamjöl							
Beinamjöl, jan 04.	1	1	1	1	1		
Karfamjöl, 5/5/03.	1	1	1	1	1		
Beinamjöl, 1-10/10/03.	1	1	1	1	1		
Beinamjöl, 19-29/11/03.	1	1	1	1	1		
Beinamjöl, 11/1-30/1/04.	1	1	1	1	1		
Beinamjöl, jan-mars 03.	1	1	1	1	1		
Lýsi*							
Loðnulýsi	11	10	9	4		2	4
Kolmunnalýsi	2	2	2				
Blandlýsi (loðna, síld og kolmunn)	2	2	2				
Samtals, mjöl	13	13	13	13	13	2	7
Samtals, lýsi	15	14	13	4		2	4

*Niðurstöður fyrir PCDD/Fs, WHO-PCB og bendi PCB í lýsi eru fengnar frá framleiðendum.

Sýni af lýsi og mjöli voru fengin hjá framleiðendum með upplýsingum um fitu og þurrefni hráefnis varðandi bræðslufisk. Minni áhersla var lögð á þessar afurðir í þessu verkefni þar sem fiskmjölsiðnaðurinn á Íslandi og í Færeyjum (SR-mjöl hf og p/f Havsbrún), hafði þegar safnað miklum fjölda niðurstaðna á árunum 2000-2002 í verkefni styrkt af NORA (Nordisk Atlantsamarbejde).

EFNI, SEM MÆLD VORU Í RANNSÓKNINNI

Mælingar á klórlífrænum snefilefnum fóru fram hjá ERGO Forschungsgesellschaft mbH, Hamburg, skv samningi sem Rf gerði við þá rannsóknastofu. Ólífræn snefilefni voru mæld á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.

PCDD/Fs: Díoxín (díbenzó-p-díoxín) og díbensófúrön (17 stykki skv WHO):

2.3.7.8-Tetra-CDD
1.2.3.7.8-Penta-CDD
1.2.3.4.7.8-Hexa-CDD
1.2.3.6.7.8-Hexa-CDD
1.2.3.7.8.9-Hexa-CDD
1.2.3.4.6.7.8-Hepta-CDD
OCDD
2.3.7.8-Tetra-CDF
1.2.3.7.8-Penta-CDF
2.3.4.7.8-Penta-CDF
1.2.3.4.7.8-Hexa-CDF
1.2.3.6.7.8-Hexa-CDF
1.2.3.7.8.9-Hexa-CDF
2.3.4.6.7.8-Hexa-CDF
1.2.3.4.6.7.8-Hepta-CDF
1.2.3.4.7.8.9-Hepta-CDF
OCDF

DL-PCB eða díoxínlík PCB (12 stykki skv WHO): non-ortho (CB-77, CB-81, CB-126, CB-169) og mono-ortho (CB-105, CB-114, CB-118, CB-123, CB-156, CB-157, CB-167, CB-189).

Bendi PCB-efni: CB28, CB52, CB101, CB 118, CB 138, CB 153, CB 180.

Pláguæfni: DDT-efni (6 tegundir: pp-DDT, op-DDT, pp-DDD, op-DDT, pp-DDE og op-DDE), HCH-efni (4 tegundir: α -, β -, γ -(Lindane), og δ -hexachlórócyklóhexan), HCB, chlordanes (4 tegundir: α - og γ -chlordanes, oxychlordanes og trans-nonachlor), toxafen-efni (3 tegundir, P 26, 50 og 62), aldrin, dieldrin, endrin, endosulfan (3 tegundir: α - og β -endosulfan og endosulfansúlfat) og heptachlor (3 tegundir: heptachlor, cis-heptachlorepoxyd, trans-heptachlorepoxyd)

TM, ólífræn snefilefni: kvikasilfur, kadmín, blý og arsen (ólífrænt og heild).

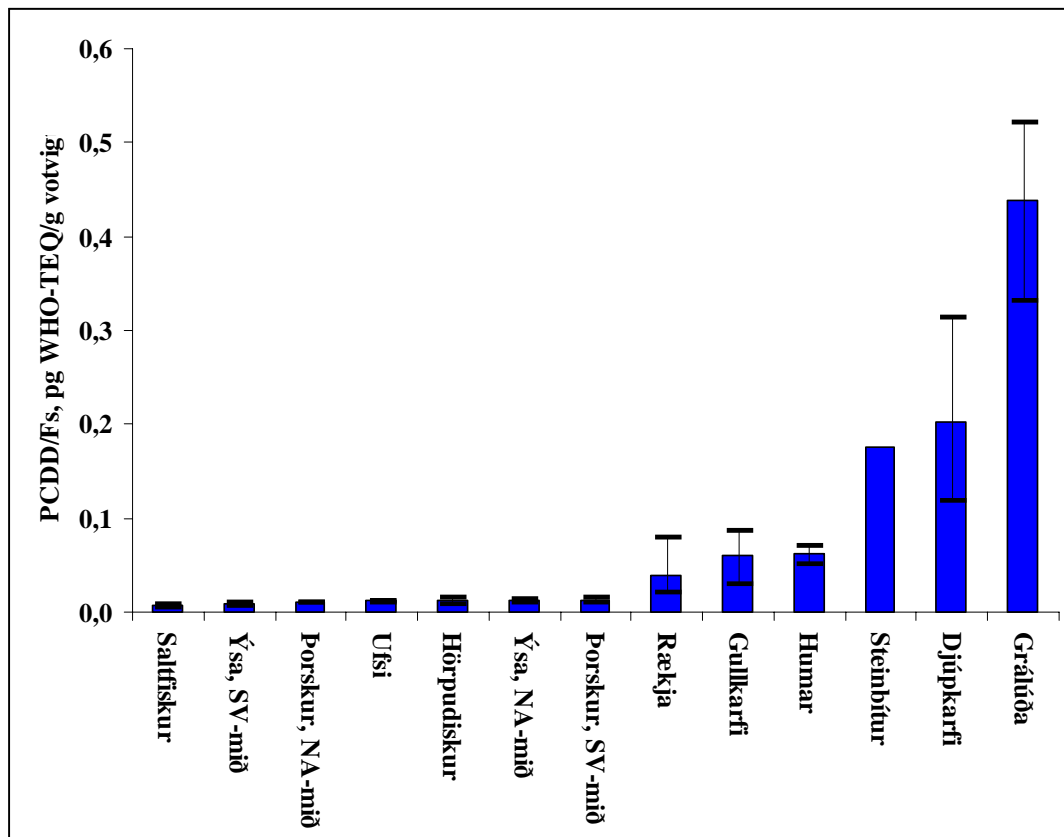
PBDE-efni (10 stykki): PBDE 28, PBDE 47, PBDE 66, PBDE 100, PBDE 99, PBDE 85, PBDE 154, PBDE 153, PBDE 183, PBDE 209.

PAH-efni (17 stykki): Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo(b)naphtho(2,1d)thiophene, Benzo(c)phenanthrene, Benzo(a)anthracene, Chrysen/Triphenylen, Benzo(ghi)fluoranthene, Benzo-(bjk)fluoranthene, Benzo(e)pyrene, Benzo(a)pyrene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene, Benzo(ghi)perylene, Anthanthrene, Dibenzo(a,h)anthracene, Coronene.

NIÐURSTÖÐUR, SJÁVARFANG TIL MANNELDIS

1. Díoxín

Díoxín eru þrávirk lífræn efnasambönd sem aldrei hafa verið framleidd af ásettu ráði og eiga það sameiginlegt með PAH-efnum. Öll önnur lífræn samböndum þessarar rannsóknar hafa hins vegar verið framleidd í ýmsum tilgangi í landbúnaði og iðnaði. Díoxínin myndast við efnaframleiðslu ýmissa klórlífrænna efna, t.d. margra pláguafna, brennslu lífrænna efna s.s. sorps, klórbleikingu pappírs en einnig við endurvinnslu ýmissa málma eins og t.d. áls, kopars, járns og magnesíns og er það í dag talin stærsta uppspretta þeirra út í andrúmsloftið. Losun díoxína út í umhverfið hefur minnkað talsvert í m.a. Evrópu eða um 67% frá 1970 til 1995 (eða úr 24,9kg TEQ í 8,3kg) en til aðgerða til að hefta losunina var gripið er mönnum varð ljóst að þetta eru meðal eitruðustu efna sem maðurinn þekkir í dag. Um náttúrulegar uppsprettur er einnig að ræða eins og t.d. skógarbruna og þegar bráðið hraun rennur yfir lífrænan jarðveg en þetta eru þó litlar uppsprettur í samanburði við losun af manna völdum. Efnin brotna mjög hægt niður í náttúrunni og hefur helmingunartími þeirra í lífverum verið metinn að vera frá 10 árum fyrir þau óstöðugustu í yfir hundrað ár fyrir þau stöðugustu. Eins og önnur þrávirk klórlífræn efni í þessari rannsókn þá eru díoxínin fituleysanleg og safnast fyrir í fituvef lífvera en þær fá þessi efni í sig að mestu með fæðu. Efnin safnast síðan upp eftir fæðukeðjunni.



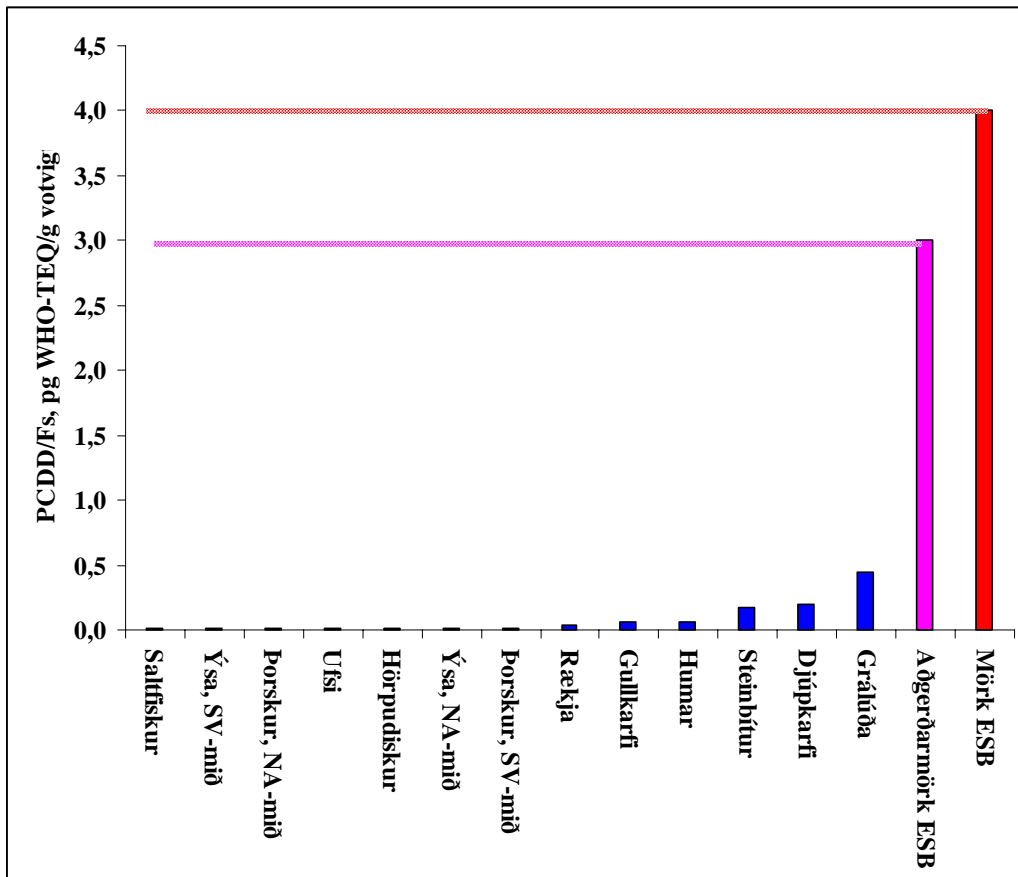
Mynd 1 Díoxín (dibensó-p-díoxín og dibensófurön) í íslensku sjávarfangi. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.

Af samtals 210 mögulegum díoxínum eru 17 eitruð. Þau eru miseitruð þó en eiturvirknin er sú sama og því hefur hvert þeirra eiturstuðul, sem notaður er til að umbreyta styrk þeirra í eitureiningu, TEQ (toxicity equivalent), en þessir stuðlar voru

samþykktir af Alþjóðaheilbrigðisstofnunni 1998 og samtalan því kölluð WHO-TEQ. Styrkur er ávallt reiknaður sem svokallaður hámarksstyrkur (upper-bound level), þ.e. þegar ákveðinn mæliþáttur er ekki mælanlegur þá er styrkur settur jafn greiningarmörkum aðferðarinnar.

Talsverður breytileiki var í niðurstöðum eftir tegundum sjávarfangs eins og við mátti búast, sjá mynd 1.

Við nánari skoðun má sjá að meginástæða breytileikans er fituinnihald vöðvans sem mælt er í, þ.e. því feitari sem vöðvinn er því hærri er styrkurinn á votvigtargrunni. Mismunandi er eftir tegundum í hvaða vef fiskar safna fitu (orku). Sumar tegundir s.s. lax, síld, loðna, lúða, grálúða o.fl. safna að talsverðu leyti fitu í vöðva og þ.a.l. talað um "feita" fiska. Aðrara tegundir safna aðallega fitu í lifur og á það við um okkar vinsælustu matfiska, ýsu og þorsk, og talað um "magra" fiska. Það kemur því ekki á óvart að þorskur og ýsa reynast vera með lægstan fitustyrk, 0,2-0,4%, en grálúða með hæstan styrk fitu eða 10-11%. Aðrar breytur, sem hafa áhrif á styrk, eru sérstaklega aldur og staða í fæðukeðjunni en einnig getur hafsvæði haft áhrif hér á. Gögnin gera ekki kleift að sjá hugsanlegan mun milli hafsvæða í kringum landið. Lægstu mæligildin eru í reynd enn lægri en hér er sýnt (t.d. ýsa, þorskur, rækja, hörpudiskur) þar sem að stórum hluta er um greiningarmörk mæliaðferðarinnar að ræða.



Mynd 2 Díoxín (dibensó-p-díoxín og dibensófurön) í íslensku sjávarfangi í samanburði við mörk í ESB.

Mynd 2 sýnir hvernig íslenskt sjávarfang kemur út í samanburði við gildandi mörk innan ESB, en sömu mörk gilda á Íslandi. Um tvenn mörk er að ræða, þ.e. annars

vegar mörk sem sjávarfang verður að uppfylla skv. lögum, 4,0pg WHO-TEQ/g votvigt, og hins vegar svokölluð aðgerðarmörk, 3,0 pg WHO-TEQ/g votvigt, en fari vara yfir þau (en sé undir lagalegu hámarki), þá skal fara fram rannsókn á hugsanlegum uppsprettum mengunar. Aðgerðarmörk eru ekki lagalega bindandi, frekar ráðlegging, en í viðskiptum er þó oft miðað við þau.

Mynd 2 sýnir ennfremur að sú fisktegund, sem mælist með hæst gildi díoxína af Íslandsmiðum, grálúða, er tæplega átta sinnum lægri en lagalegu mörkin og um 6 sinnum lægri en aðgerðarmörkin.

Í sýnasöfnun ESB á árinu 2003 voru tekin samtals 157 sýni af fiski (feitum og mögnum, 23 sýni af íslenska fisknum) í Evrópu og reyndist meðaltal hans vera 0,49pg WHO-TEQ/g votvigt en 90% sýnanna voru lægri en 0,97pg WHO-TEQ/g votvigt. Með öðrum orðum þá er meðaltal fisksins í Evrópu jafnhátt hæsta mælda gildinu í íslensku sýnunum, grálúðunni. Þetta þýðir að díoxín í íslensku sjávarfangi er langt undir því magni sem mælist í sjávarfangi í Evrópu.

Lýsissýnin, sem mæld voru, höfðu öll verið hreinsuð af díoxínum en önnur hreinsun var breytileg. Niðurstaðan varð eftirfarandi fyrir allar gerðir lýsis, sem selt er á Íslandi, samtals 18 sýni (2 hákarlalýsissýni, 2 túnfisklýsissýni, 9 þorskalýsissýni, og 5 omegalýsissýni):

Díoxín í lýsi til manneðis á Íslandi, pg WHO-TEQ/g (n=18)	
Lægsta gildi	0,13
Meðaltal	0,17
Hæsta gildi	0,40
Hámark ESB	2,0
Aðgerðarmörk ESB	1,5

Öll lýsissýnin eru vel undir aðgerðarmörkum ESB. Að auki var mælt í þremur sýnum af squalene, sem ekki er til sölu á Íslandi, og reyndist styrkur í þeim sýnum vera á bilinu 0,14-0,65pg WHO-TEQ/g. Tekið skal fram að mörk ESB miða við að lýsið sé hreinsað af díoxínum en án hreinsunar stæðist lýsi ekki mörkin.

Í ESB var safnað og mælt í 52 lýsissýnum til manneðis á árunum 2002-2003 (þar af 20 ofangreind sýni) og reyndist meðaltal vera **0,63pg** WHO-TEQ/g, þrefalt íslenska meðaltalið, en 90% sýnanna voru lægri en **1,19pg** WHO-TEQ/g. Þess má geta að díoxín í lýsissýnum, sem tekin voru á árunum 2000-2001, áður en reglur ESB tóku gildi þann 1 júlí 2002, voru talsvert hærri eða að meðaltali **2,23pg** WHO-TEQ/g (n=35), 90% sýna lægri en **6,25pg** WHO-TEQ/g.

2. Díoxínlík PCB-efni

2.1 Ferskfiskur og saltfiskur

Eins og fram kom í inngangi þá hefur ESB ekki ennþá sett mörk fyrir þessi efni en sýntaka og mælingar árána 2003 og 2004 verður notuð til grundvallar við setningu markanna, og er stefnt að því að þau verði samþykkt fyrir lok ársins 2004. Skortur á upplýsingum hamlaði setningu marka fyrir þennan efnaflokk 2002. Eiturvirknin þessara efna er sú sama og díoxínanna sjálfra og þegar til lengri tíma er litið, þá er líklegast að ein mörk muni gilda fyrir samtölu díoxína og díoxínlíkra PCB-efna.

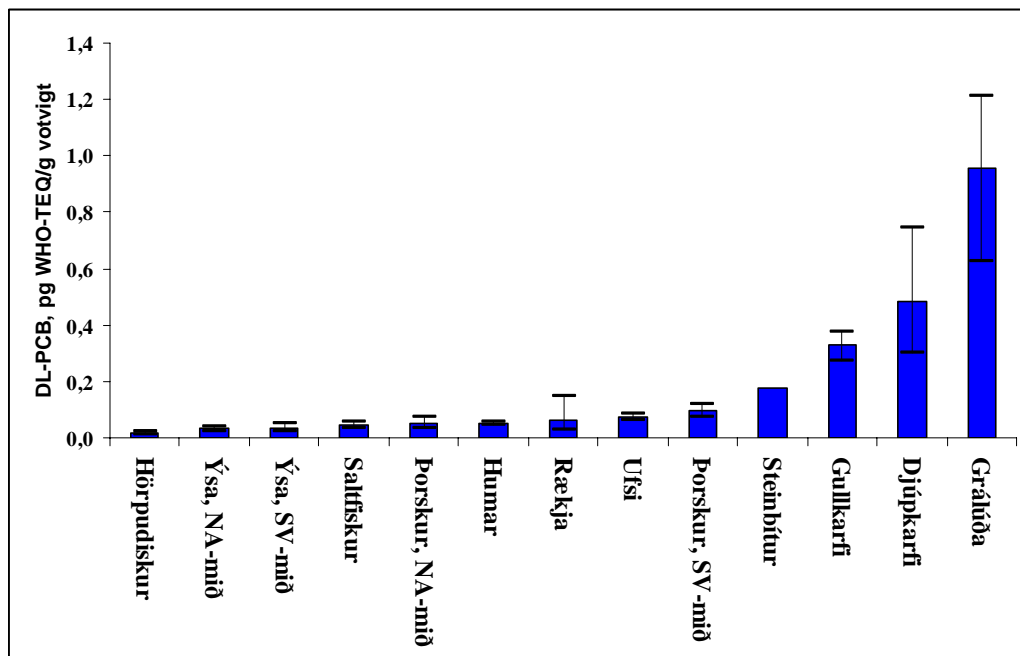
Mynd 3 sýnir styrk þessara efna í íslensku sýnunum og má sjá að hegðun þeirra er ekki ósvipuð og fyrir díoxínin sjálf en þannig eru DL-PCB-efnin í um 2,5-falt hærri

styrk en díoxínin sjálf. M.ö.o. þá er meiri díoxínvirkni af völdum PCB-efna en díoxínanna sjálfra. Fylgni díoxína og DL-PCB efna er nokkuð algeng þó svo hlutfallið sé breytilegt frá einum stað til annars og frá einni tegund til annarar auk þess sem innbyrðis samsetning bæði díoxína og DL-PCB getur einnig verið mjög mismunandi. Ein ástæða þessarar fylgni er sú að PCB-efni, framleidd af ásettu ráði, voru oft mikið menguð af díoxínum, þ.e. díoxínin voru aukaafurð við framleiðsluna (díbensófúrön hafa innihaldið allt að 20 mg af díbensófúrönunum í kíló). Önnur ástæða er sú að uppsprettur díoxína og PCB-efna eru oft af svipuðum toga, þ.e. iðnaðarstarfsemi og önnur starfsemi manna. Hins vegar eru uppsprettur ekki alltaf þær sömu eða jafnsterkar fyrir báða efnaflokkana, sem svo aftur mælir gegn því að ein mörk (samtala TEQ fyrir bæði díoxín og DL-PCB-efni) gildi fyrir báða þessa efnaflokka.

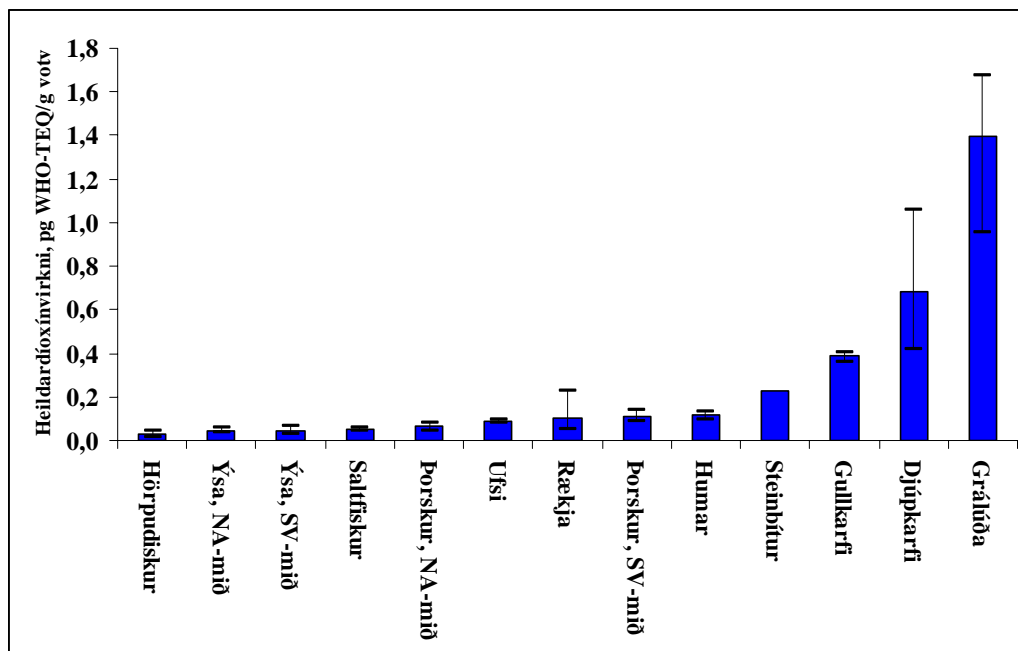
Heildardíoxínvirknin, þ.e. bæði vegna díoxína og díoxínlíkra PCB-efna, má sjá á mynd 4. Mynd 4 sýnir að hæsta melda heildardíoxínvirknin, sem er að finna í grálúðu, er vel undir gildandi aðgerðarmörkum fyrir díoxínin eingöngu, 3,5 µg WHO-TEQ/g votvigt.

Í sýnasöfnun ESB á árinu 2003 voru tekin samtals 157 sýni af fiski (feitum og mögum, 23 sýni af íslenska fisknum) í Evrópu. Fiskur úr Eystrasalti er þó undanskilinn vegna hárra gilda þaðan. Neðangreind tafla sýnir niðurstöður þeirra mælinga til hliðsjónar við niðurstöður íslensku sýnanna.

	Díoxín	DL-PCB	Heildardíoxínvirkni
Meðaltal í ESB, n=157	0,49	1,30	1,79
90% hundradsmark sýna í ESB	0,97	2,23	4,10
Hæst í íslenskum fiski 2003 (grálúða)	0,33-0,52	0,62-1,21	0,96-1,68



Mynd 3 Díoxínlík PCB (DL-PCB) í íslensku sjávarfangi. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.



Mynd 4 Heildardíoxínvirkni í íslensku sjávarfangi. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.

2.2 Lýsi

Hvað varðar díoxínlík PCB í lýsi sem ætlað er til manneldis, þá fengust eftirfarandi niðurstöður í samanburði við sýni í ESB á árunum 2002-2003, en íslensku niðurstöðurnar eru hluti af þeim eins og áður sagði.

Lýsi í ESB 2002-2003, n=52	Díoxín	DL-PCB	Heildardíoxínvirkni
Meðaltal í ESB	0,63	2,34	2,98
Miðgildi í ESB	0,50	1,49	1,86
90% hundraðsmark sýna í ESB	1,19	6,00	6,43
Lýsi á Íslandi	n=21	n=15	n=15
Lægsta gildi	0,13	0,67	0,81
Meðaltal	0,17	2,13	2,32
Hæsta gildi	0,40	6,46	6,63

Þessi tafla sýnir að munurinn á Íslandi og Evrópu er ekki mikill er varðar díoxínlík PCB-efni og þar með heildardíoxínvirkni, ólíkt díoxínunum sjálfum, en hér kemur aðallega til að unnt er að hreinsa lýsi betur af díoxínunum en díoxínlíkum PCB-efnum. Þetta gerir það að verkum að hlutfallið á milli díoxínlíkra PCB-efna og díoxína er talsvert hærra í lýsi en í sjávarfangi. Styrkur þessara efna í lýsi á markaði lækkaði verulega eftir að reglur ESB tóku gildi en þannig var meðaltal heildardíoxínvirkninnar í lýsi á árunum 2000-2001 11,4pg WHO-TEQ/g og lækkaði því tæplega fjórfalt í kjölfar nýu reglanna. Kemur hér tvennt til, annars vegar aukin hreinsun á lýsi og hins vegar eru vörur, sem ekki standast mörk, ekki lengur settar á markað.

3. Bendi-PCB-efni

3.1 Inngangur

Bendi-PCB-efnin, stundum nefnd "marker PCBs", hollensku PCB-efnin sjö ("Dutch seven"), ICES7 eða jafnvel bara PCB-efni eru samtals 7 efni en tegundir PCB-efna geta verið samtals 209 þó svo aðallega um 120 sé að finna í náttúrunni. Þessi sjö efni eru valin til mælinga sem mat á heildarmagn þeirra en ekki vegna eiturvirkni. Áhættumat á efnaflokknum stendur nú yfir í samstarfi ESB og Bandarískra heilbrigðisyfirvalda innan Alþjóðaheilbrigðisstofnunarinnar. Eitt þessara sjö efna, CB 118, hefur þó díoxínvirkni og er því meðal þeirra efna sem metin eru í díoxínlíkum PCB-efnum. Ekki eru til mörk fyrir þessi efni innan ESB en núverandi átak við gagnaöflun verður notað við setningu marka ef áhættumaið leiðir nauðsyn þess í ljós. Ýmis lönd hafa þó þegar ákveðið leyfilegt hámarksmagn fyrir PCB-efni, bæði heildarmagn þeirra (þ.e. samtölu allra PCB-efna), eins og t.d. Bandaríkin. Önnur lönd hafa sett mörk fyrir einstaka þætti bendi-PCB-efnanna, eins og t.d. Ísland, Svíþjóð, Þýskaland og Holland.

PCB-efni voru nær eingöngu framleidd af mönnum. Samsetning PCB-efna getur verið mjög mismunandi eftir framleiðslulandi, framleiðslutækni svo og var munur frá einum tíma til annars hjá sama aðila. Helstu framleiðslutegundir PCB-efna voru svokölluð Aroclor-efni, sem byrjað var að framleiða af Monsanto Industrial Chemicals Company í Bandaríkjunum um 1929. Aðrar tegundir voru Clophen (Bayer, Þýskalandi), Pheno-chlor og Pylalene framleidd í Frakklandi (Prodelec), Fenchlor á Ítalíu (Caffaro), Kanechlor (Kanegafuchi Chemical Company) og Santotherm (Mitsubisi-Monsanto) framleidd í Japan, en einnig voru þau framleidd í Rússlandi (Sovol) og Tékkóslóvakíu (Chemko). Samtals er áætlað að framleidd hafi verið 1,3 milljónir tonna af PCB-efnum og að 97% notkunarinnar hafi verið á Norðurhveli jarðar.

PCB-efni voru notuð m.a. vegna stöðugleika þeirra gagnvart eldi (m.a. eldeinangrun í rafmagnstækjum ýmiskonar), hárrí rafspennu (þ.e. góð sem rafeinangrarar) og því að þau taka almennt ekki þátt í efnahvörfum. Þetta eru einmitt þeir eiginleikar sem gera það að verkum að PCB-efnin eyðast hægt. Sem dæmi um notkun má nefna að PCB-efni voru notuð ein sér eða blönduð öðrum olíum sem varma-, eld- og rafeinangrun í spennum, þéttum og varmaskiptum, en einnig notuð í vökvastýriolíur, í olíur í lofttæmipumpum, sem rykbindiefni, sem hjálpar- og mýkingarefni í smurolíum, gúmmí og plastefnum (áklæði, pökkunarefni í matvælaiðnaði o.s.frv.), lími, prentbleki, málningu, kalkíppappír og jafnvel varalit. Af þessum sökum er unnt að finna PCB-efni nær hvar sem er á jörðinni. PCB-efni hafa einnig flust með loftmössum og sjó til staða mjög fjarri upphaflegum notkunarstöðum, m.a. til Norðurpóls og Suðurheimskaupsins.

Vegna þrávirkni sinnar og eiturverkun bönnuðu flestar þjóðir vesturheims bæði framleiðslu svo og alla notkun snemma á áttunda áratugnum, en framleiðsla hélt þó lengur áfram í Austur-Evrópu og var t.d. framleiðsla fyrst hætt í Tékkóslóvakíu 1984. Árangur þessa banns er t.d. sá að frá miðjum áttunda áratugarins til 1978-1982 minnkaði styrkur PCB-efna þrefalt í Miðjarðarhafi en síðan hefur styrkur þar sem og annars staðar á Norðurhveli jarðar haldist nokkuð óbreyttur eða lækkað mjög hægt.

Töluverð riðlun á sér stað í samsetningu PCB-efna í náttúrunni vegna mismunandi eiginleika hinna ýmsu PCB-efna. Má hér nefna *uppsöfnunarhæfileika* einstakra þátta úr sjó í sjávarlífverur (dreifistuðlar milli sjávar og lífríkis vex með auknum fjölda klóratóma, en þar er um tífaldan mun að ræða milli þess minnsta og þess stærsta), *mögnun þeirra upp lífkeðjuna*, *getu þeirra til að dreifast* í sjó (vatnsleysni minnkar með hækkaðri CB-tölu: það mest leysanlega er um 5.000.000 leysanlegra en

sá þáttur sem er minnst leysanlegur) og lofti (rokgirni minnkar með auknum fjölda klóratóma: meir en 100.000 faldur munur á þeim mest reikula og minnst reikula) og **möguleikar örvera til að brjóta þau niður** minnkar með auknum fjölda klóratóma. Einnig er það breytilegt hve auðvelt er að **eyða mismunandi PCB-efnum**. Auk þess að hafa verið framleidd af ásettu ráði, þá hefur komið í ljós að PCB-efni eru **óæskilegar aukaafurðir** við ýmis ferli, t.d. bruna sorps og úrgangs sem inniheldur klór eða við ýmsa efnaframleiðslu eins og í tilviki díoxína. Þrávirkni eða stöðugleiki í náttúrunni er mjög mismunandi eftir því um hvern þátt blöndunnar er að ræða og vex með auknum fjölda klóratóma. Helmingunartími í náttúrunni er 3,2 dagar fyrir PCB-efni með 1 klóratóm en er orðinn 9-10 ár fyrir 5 klóratóm og þaðan af lengri fyrir þyngri PCB-efni og eru allar líkur til að mengun af völdum PCB-efna eigi eftir að vera vandamál um mjög langa framtíð. Niðurbrot PCB-efna fer fram með aðallega tvennum hætti í náttúrunni: niðurbrot fyrir áhrif ljóss en þó aðallega með örverum. Annars vegar er um loftháð niðurbrot að ræða, en við það brotnar aðallega léttari PCB-efnin (og þar með verður hlutfallsleg aukning í þeim þungu). Hins vegar er um loftfirt örveruniðurbrot að ræða, sem aðallega fer fram í seti og brýtur niður þyngri PCB-efnin og þar með verður hlutfallsleg aukning í léttari PCB-efnunum. Loftfirrða niðurbrotið hefur þann kost að það brýtur nokkuð sértækt niður eitruðu þættina. Því miður er setmyndun ekki eins mikil hér úti á Atlantshafi og t.d. við strendur Evrópu, en lífríki Norðurhjara er enn hættara við mengun af þessum toga almennt, því hér gætir birtu minna en sunnar og veldur það hægara niðurbroti auk þess sem hitastig er lágt. Hér eru auk þess færri lífverutegundir, sem yfirleitt lifa lengi og þær safna upp miklum fituforða fyrir langa vetur en þessir þættir auk hægari viðkomu geta valdið mikilli uppsöfnun lífrænna mengunarþátta og þar með hægu niðurbroti þeirra. Hæstan styrk er því að finna í eldri dýrum ofarlega í lífkeðjunni, t.d. selum og tannhvólum.

3.2 Ýsa og þorskur

Vegna tímabundinna vandamála sem komu upp við mælingar, voru greiningarmörk fyrir ýsu og þorsk nokkuð há og því þarf að meðhöndla þessi sýni sérstaklega en eftirfarandi niðurstöður fengust fyrir þessar tvær tegundir. Styrkur þessara efna í ýsu og þorski eru langt undir gildandi mörkum í Þýskalandi, Hollandi, Svíþjóð og Bandaríkjunum eða ávallt meir en 100-sinum lægri en mörk í þessum löndum.

Þorskur og ýsa af Íslandsmiðum, n=9	Styrkur bendi-PCB-efna, µg/kg votvigt							Samtala
	CB28	CB52	CB101	CB118	CB138	CB153	CB180	
Lægsta gildi	-	-	-	0,03	-	-	-	-
Meðaltal	<1	<0,2	<0,2	0,09	<0,3	<0,3	<0,1	<2,2
Hæsta gildi	-	-	-	0,19	-	-	-	-
Mörk í Þýskalandi	80	80	80	-	100	100	80	-
Mörk í Hollandi	100	40	80	80	100	100	120	-
Mörk í Svíþjóð	-	-	-	-	-	100	-	-
Mörk í USA (umreiknuð*)	-	-	-	-	-	200	-	600

*Mörk í USA eru fyrir heildarstyrk allra PCB-efna (samtals allt að 209) og eru mörkin 2000µg/kg votvigt. Öll PCB-efnin eru sjaldan eða aldrei mæld með aðferðum sem rutt hafa sér til rúms á síðustu áratugum. Hér er gert ráð fyrir að sama samband ríki milli heildarstyrks og samtölunnar (samtala 30-40% af heild) og heildarstyrks og CB153 (CB153 10-15% af heild).

Til eru íslensk mörk fyrir bendi-PCB-efni en þau miða við fituvigt óháð því hve mikla fitu fiskurinn inniheldur. Þetta er bagalegt hvað varðar sjávarfang með litla fitu eins

og ýsu og þorsk þar sem mæling á fitu getur farið fram með mjög mismunandi hætti og því gefið mjög breytilegar niðurstöður, sérstaklega þegar fita er lítil, en engin aðferð við greiningu fitu er uppgefin í íslensku aðskotaefnareglugerðinni. Fita í þessum sýnum af ýsu og þorsk er 0,2-0,4% með aðferð sem gefur ekki hæstu mögulegu fitumælingu. Niðurstöður mælinga á heildarfitu í þorski á árunum 1994-1997 gaf meðaltalið 0,55% eða 40-300% hærri fitu en mælist með þeirri aðferð, sem hér var notuð. Gefur þetta vel til kynna það vandamál, sem við er að eiga þegar íslensku mörkunum er beitt. Þannig taka þau ekki á því hvað er í matvælinu af óæskilgum efnum (heldur einungis því sem er að finna í fitunni) og segir þar með lítið um það sem neytandinn raunverulega fær í sig við neyslu. Þess má geta í þessu sambandi að mörk ESB fyrir díoxín í öðrum matvælum en sjávarfangi eru einnig miðuð við það sem er að finna í fitu en engin mörk eru fyrir afurðir sé fita þeirra minni en 1%. Einnig má nefna að Þjóðverjar miða einnig sín mörk við fitu í afurðum sé fituinnihald þeirra meira en 10% (2% í tilviki mjólkurafurða) en sé fita minni en 10%, eru mörkin lækkuð tífalt (50-falt í tilviki mjólkurafurða) og gilda þá á votvigtargrunni. Einn kostur þess að miða mörk við votvigt í t.d. sjávarafurðum er sá að fituinnihald þeirra getur verið mjög breytilegt frá einum tíma til annars og þar með breytist styrkur klórlífrænna mengunaerefna í fitunni mikið en magn þessara efna breytist hins vegar lítið á votvigtargrunni.

Unnt er að bera saman niðurstöðurnar fyrir CB118, eina bendi-efnið með sannanlega eiturvirkni, við nýlega útgefnar niðurstöður fyrir norskan þorsk frá árunum 1995-2000 úr Barentshafi og Noregshafi (K.Julshamn *et al.* 2004, Food Add.Cont., 21: 365-376) en meðaltöl fyrir norska þorskin eru **0,16** (1995; n=75; 0,1-3,1), **0,17** (1996; n=25; 0,1-0,8), **0,14** (1998; n=50; 0-0,3) og **0,09** (2000; n=50; 0-0,36). Þessi gildi, sérstaklega árið 2000, eru áþekk og fást fyrir íslenska þorskin. Árið 1997 tóku Norðmennirnir einnig sýni af ýsu úr Barentshafi og reyndist hún innihalda **0,18** (0,1-0,4) µg/kg votvigt (n=25) af CB118 eða nokkru hærra en hér fæst fyrir ýsu en þar sem gildi virðast hafa lækkað með tíma fyrir þorskin í Noregi, má áætla að svo hafi einnig gerst fyrir ýsuna.

Unnt er að nota niðurstöður fyrir CB118 til að bera saman við íslensku mörkin:

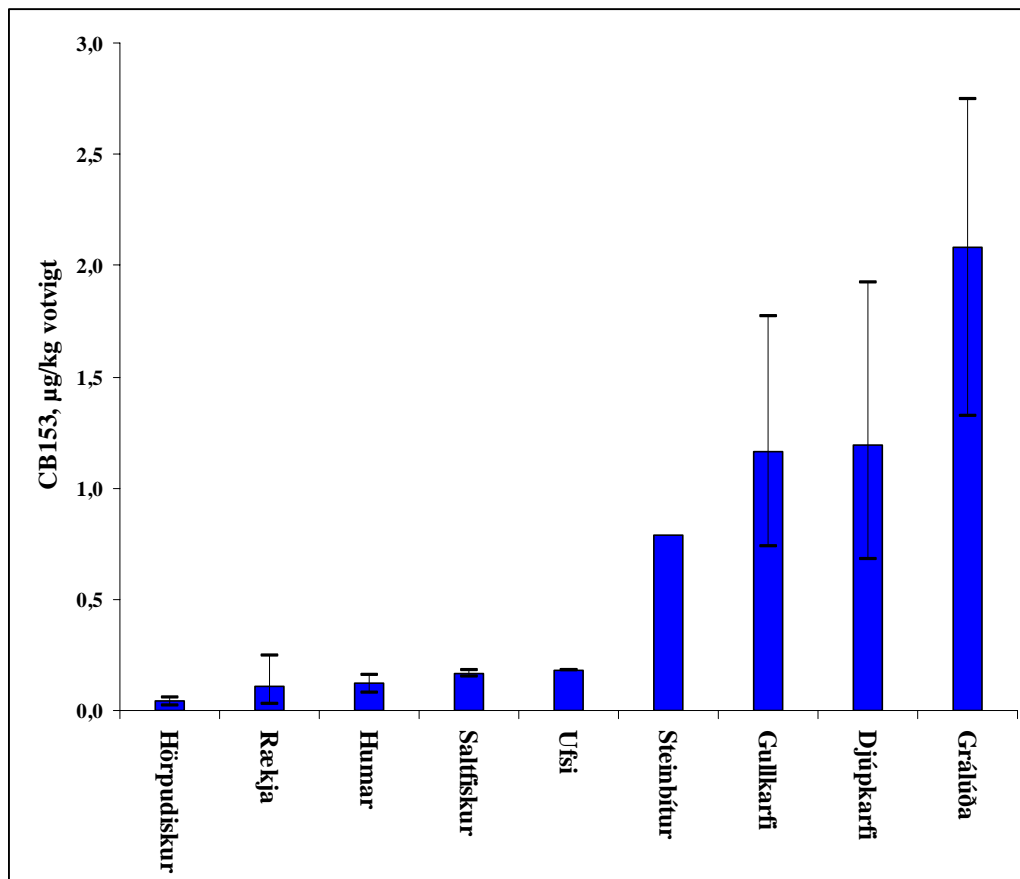
	CB118, µg/kg fituvigt
Þorskur, n=6	
Lægsta gildi	20
Meðaltal	54
Hæsta gildi	100
Ýsa, n=6	
Lægsta gildi	9
Meðaltal	20
Hæsta gildi	47
Íslensk mörk	200

Af töflunni má sjá að styrkur CB118 getur verið allt að helmingur markanna og á það einnig við um önnur bendi-PCB-efni í þessari rannsókn en aðferðafræði við fitu gæti lækkað þetta hlutfall verulega. Þetta gerir einnig ljóst að íslenska reglugerðin er

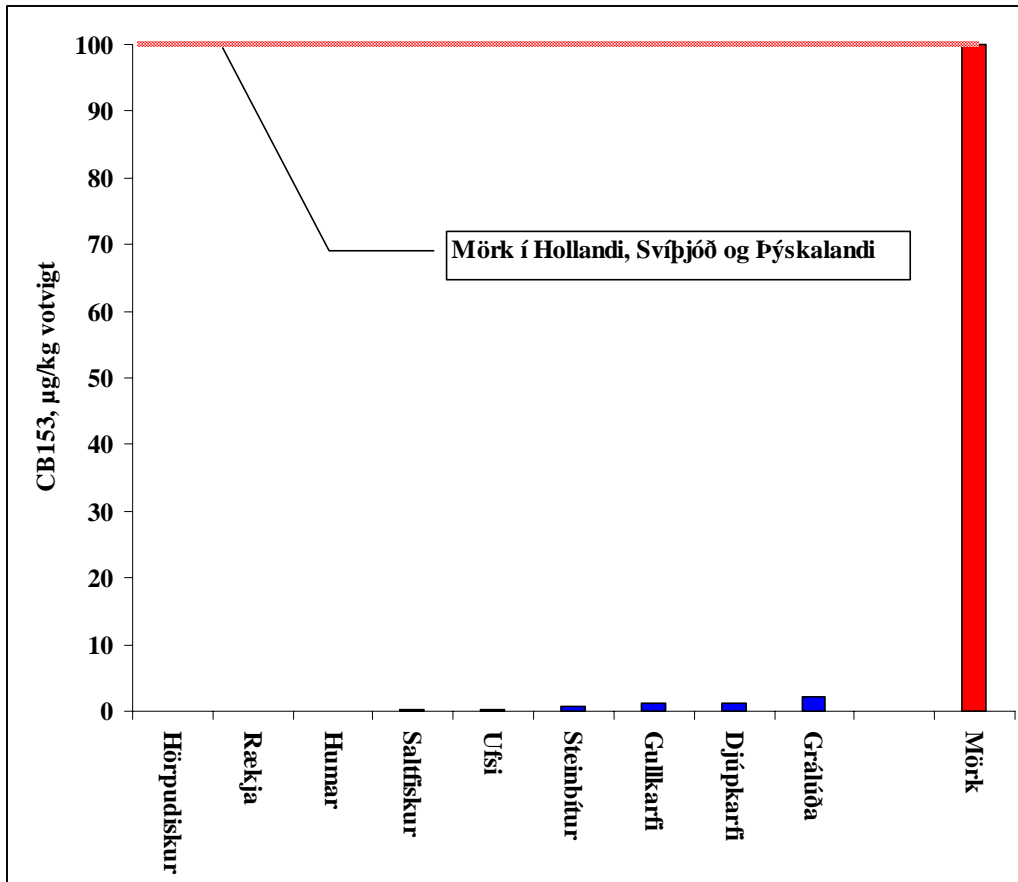
margfalt strangari en reglugerðir um bendi-PCB-efni í Svíþjóð, Þýskalandi og Hollandi.

3.3 Ferskfiskur annar en ýsa og þorskur og saltfiskur

Svíar hafa einungis mörk fyrir CB153 og kemur það til af því að þetta bendi-PCB er vanalega í hæstum styrk af bendi-PCB-efnunum í matvælum og er þar með auðveldast og ódýrast að mæla. Þó svo þýsk og hollensk mörk fyrir önnur bendi-PCB-efni séu aðeins lægri en fyrir CB153, þá er CB153 í talsvert hærri styrk í matvælum almennt en þessum mun í mörkum nemur. Til að bera saman niðurstöðurnar við mörk er því handhægast og öruggast að nota CB153, sjá myndir 5 og 6. Eins og fyrir önnur klórlífræn efni, þá er það fituinnihaldið sem ræður mestu um hve háan styrk aðskotaefna er að ræða í þessum musmunandi tegundum sjávarfangs (súlur) en aldur skýrir að stórum hluta breytileika innan hverrar tegundar (lægst/hæst fyrir hverja súlu).



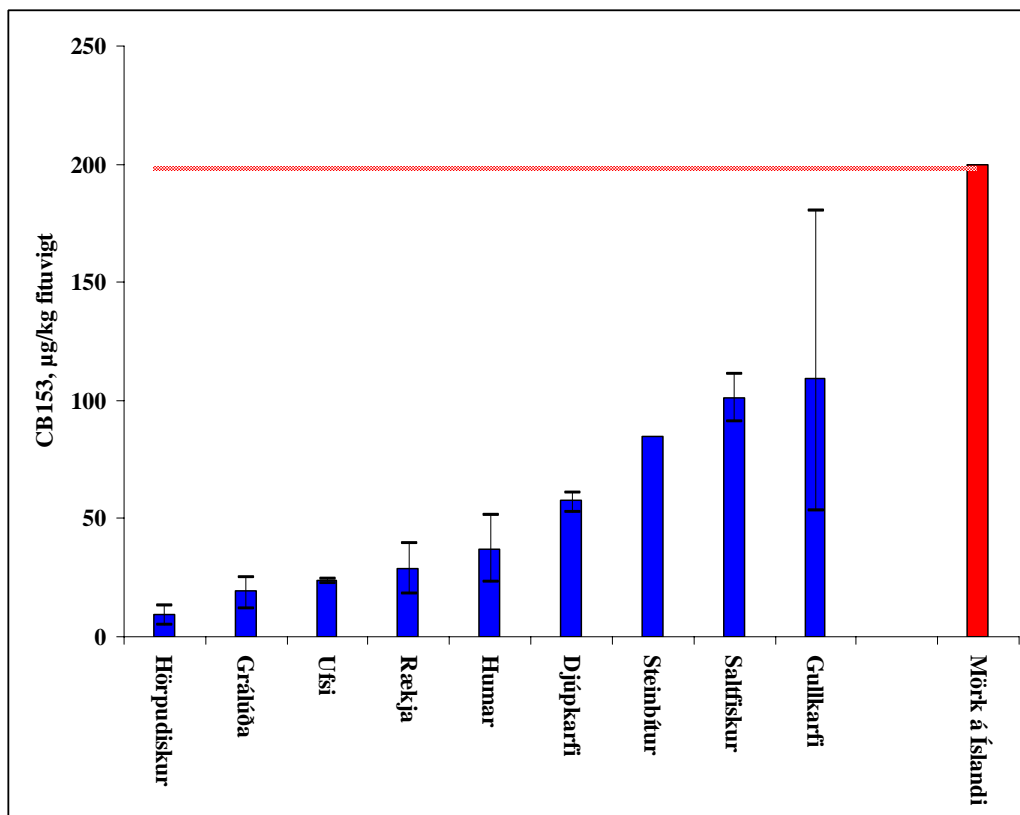
Mynd 5 Styrkur CB153 í íslensku sjávarfangi á votvigtargrunni. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.



Mynd 6 Styrkur CB153 í íslensku sjávarfangi borinn saman við mörk í Hollandi, Svíþjóð og Þýskalandi.

Mynd 6 sýnir glöggt að styrkur CB153 er margfalt lægri eða allta að 35-sinum lægri (stærsta grálúðan) en leyfilegt hámarks magn í Hollandi, Svíþjóð og Þýskalandi. Önnur bendi-PCB-efni eru í svipuðu (CB138, stærstu grálúðu) eða enn lægra hlutfalli af leyfilegum hámarksstyrk í þessum þremur löndum. Að lokum er þess að geta að núverandi mörk í Bandaríkjunum eru um tvöfalt hærra en í þessum þremur Evrópulöndum.

Hvað varðar íslensku mörkin má einnig notast við CB153 til samanburðar af sömu ástæðu og að ofan, sjá mynd 7, en önnur bendi-PCB-efni eru í lægra hlutfalli af mörkunum en CB153. Þrennt vekur hér athygli. Fyrir það fyrsta er athyglisvert hve sýnin með hæstan styrk eru nálægt mörkunum, stærsti gullkarfinn. Gullkarfinn er með fitu um 1% með þeirri aðferð sem hér var notuð og því gæti fitugreiningaraðferðin haft hér mikið að segja samanber það sem rætt var um hér á undan varðandi ýsu og þorsk. Í öðru lagi má sjá að það er ekki grálúðan sem er hæst á fitugrunni en þetta kemur til af því að þeim mun meiri fita sem er í vöðvanum þeim mun líklegri er að styrkur fituleysinna aðskotaefna sé lægri. Í þriðja lagi má af samanburði á myndum 6 og 7 sjá að íslenska aðskotaefnareglugerðin er miklu strangari en í Bandaríkjunum, Hollandi, Svíþjóð og Þýskalandi. Mörkin verða strangari og markvissari þegar miðað er við fituleysin aðskotaefni á fitugrunni og lýsa einnig betur mengunarstiginu (t.d. minni breytileiki í styrk fyrir mismunandi sjávarfang) en hins vegar endurspeglar þau ekki eins vel það sem neytandinn raunverulega fær í sig við neyslu eins og þegar miðað er við styrkinn í matvælinu eins og það kemur fyrir (votvigt).



Mynd 7 Styrkur CB153 í íslensku sjávarfangi á fitugrunni til samanburðar við leyfilegt hámarksgildi á Íslandi.

Unnt er að bera saman niðurstöðurnar fyrir CB153 við nýlega útgefnar niðurstöður fyrir norskar sjávarafurðir frá árunum 1995-2000 úr Barentshafi, Noregshafi og Norðursjó (K.Julshamn *et al.* 2004. Food Add.Cont., 21: 365-376) :

Tegund	Noregur, µg/kg CB 153, votvigt	Ísland, µg/kg CB 153, votvigt
Rækja	<i>Barentshaf</i> 0,35 (1995: 0,1-0,6; n=2 safnsýni) 0,10 (2000; n=2 safnsýni)	0,11 (0,03-0,24; n=6)
Grálúða	<i>Norðursjór og Noregshaf</i> 6,24 (1999: 2,0-19,5; n=50)	2,08 (1,32-2,74; n=3)
Gullkarfi	<i>Barentshaf</i> 1,30 (1997: 0,6-3,0; n=25)	1,16 (0,73-1,77; n=3)

Af þessum tölum má sjá að styrkur í rækju og gullkarfa er mjög svipaður í Barentshafi annars vegar og við Ísland hins vegar eins og búast mátti við. Hins vegar er styrkur CB153 í grálúðu nokkuð hærri í N-Barentshafi en við Ísland. Ekki er ljóst hvernig skýra má þennan mun fyrir grálúðuna með öðrum hætti en með veiðisvæði en lengd grálúðunnar í Noregshafi og Norðursjó var að meðaltali 54,5cm (42-67cm), þ.e. styttri en sú íslenska, 62cm (54-76cm), en fita var ekki uppgefin. Mæling hefur farið fram á samtölu 10 PCB-efna í grálúðu við Miðvestur-Grænland árið 2000 (n=6; auk bendi-PCB-efnanna sjö, þá voru einnig mæld CB28, CB31 og CB156) (F.Riget *et al.* 2004. Sci.Tot.EnvIRON., 331: 29-52). Niðurstaðan var **11,5µg/kg** votvigt (fita 11,2%), sem er sambærilegt við það sem fékkst fyrir íslensku grálúðuna, **8,8µg/kg** votvigt fyrir

samtölu bendi-PCB-efnanna 7 (5,8-11,2µg/kg votvigt). Rækja (n=11) og karfi (gull og djúp, n=5) við Miðvestur-Grænland 2000 gáfu samtölu 10 PCB-efna **0,69** og **3,2**µg/kg votvigt, rækjan þar nokkuð hærri en sú íslenska, 0,39µg/kg votvigt (0,19-0,82), en karfinn nokkuð lægri en sá íslenski, 4,4µg/kg votvigt (2,9-7,2). Ekki er unnt að tala um mismun á Íslandi og Miðvestur-Grænlandi þar sem taka verður m.a. tillit til aldurs/stærðar sýna og fitumagns vöðva.

3.4 Lýsi

Eins og fyrir aðrar afurðir hentar einnig best að nota CB153 til samanburðar við mörk fyrir lýsi en hér að neðan má sjá styrk CB153 í þorskalýsi, omeгалýsi og hákarlalýsi.

CB153 í lýsi á Íslandi	n=12	µg/kg
	Lægst	3,55
	Meðaltal	20,8
	Hæst	66,1
Mörk á Íslandi, µg/kg	Sjávardýrafiti	200
Mörk í Hollandi, µg/kg	Lifur	1500
Mörk í Þýskalandi, µg/kg	Lifur og vörur unnar úr lifur	600

Þannig er meðalstyrkur tífalt lægri en mörkin á Íslandi, sem eru þau ströngustu en hæsta mælda gildið er þrefalt lægra en íslenska hámarksgildið kveður á um.

4. DDT og umbrotsefni þess

Skammstöfunin DDT er líklega sú sem almennt er mest þekkt af öllum þrávirkum klórlífrænum efnasamböndum. Skordýraeitrið DDT er ekki eitt efnasamband þó aðallega sé um að ræða p,p'-DDT eða meir en 75% en að auki er um 15% o,p'-DDT. Í náttúrunni umbreytist DDT aðallega yfir í DDE, sem í upphaflega skordýraeitrinu er innan við 5%. Hlutfall DDE af heildarmagni DDT-efna í náttúrunni er því oft notað til mats á aldri blöndunnar, þ.e. hvort stutt (lágt hlutfall) eða langt (hátt hlutfall) er síðan blandan var notuð á því svæði sem sýnataka fór fram. Innan við 0,5% af skordýraeitrinu DDT eru DDD-efni. Hlutfall DDE af heildarmagni DDT er hátt í íslensku sjávarfangi eða herra en 60%, sem bendir til að það sé langt að komið.

Mörk fyrir skordýraeitrið DDT og umbrotsefni þess í matvælum er að finna í t.d. Þýskalandi, Hollandi, USA og á Íslandi en þó ekki (enn) í ESB. Tafla 4a hér að neðan sýnir niðurstöður fyrir þennan efnaflokk í sjávarfangi í samanburði við mörk í Þýskalandi, Hollandi, USA en þar sem mörk á Íslandi miða við fituvigt þá eru gildin umreiknuð á fitu í töflu 4b með íslensku mörkunum. Tafla 4a sýnir að styrkur DDT-efna er mjög lágur í íslensku sjávarfangi, vex þó með styrk fitu tegundanna en hæsti styrkur, sem mældist í stærstu grálúðunni, er þó meira en 30-sinnum lægri en lægstu mörkin (Þýskalandi). Svo virðist sem íslenskur þorskur sé nokkru lægri í DDT en þorskur frá Barentshafi og Noregshafi þar sem meðalstyrkur árána 1995-2000 var á bilinu 0,42-0,85µg/kg votvigt (K.Julshamn *et al.* 2004, Food Add.Cont., 21: 365-376), þ.e. lægsta meðaltalið frá þessum slóðum er herra en þorskur af Íslandsmiðum með <0,3µg/kg votvigt. Sömu sögu er að segja um grálúðu frá Barentshafi og Norðursjó 1999 með 36,7-67,8µg/kg votvigt, þ.e. lægsta gildið, líklega frá Barentshafi, meir en tvöfalt herra en íslenska gildið. Grálúða frá Miðvestur-Grænlandi 2000 var hins vegar jafnhá í DDT, 12µg/kg votvigt, og íslenska grálúðan (F.Riget *et al.* 2004.

Sci.Tot.Environ., 331: 29-52). Hins vegar er ýsa (1997; 0,16µg/kg votvigt), rækja (1995 og 2000; 0,12µg/kg votvigt), gullkarfi (1997; 2,5-8,8µg/kg votvigt) og ufsi (1996 og 2000; 2,33 og 0,58µg/kg votvigt) frá Barentshafi á svipuðum nótum og þessar tegundir frá Íslandi.

Tafla 4a DDT og umbrotsefni í sjávarfangi við Ísland, µg/kg votvigt

Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Þorskur	6	<0,3		
Ýsa	6	<0,3		
Humar	2	<0,3		
Rækja	2	<0,3		
Hörpudiskur	2	<0,3		
Saltfiskur	3	0,4	<0,3	0,5
Ufsi	3	0,6	0,6	0,7
Steinbítur	1	2,4		
Gullkarfi	3	5,2	4,4	6,4
Djúpkarfi	3	6,2	<0,3	11,4
Grálúða	3	11,5	7,6	14,9
Mörk í Þýskalandi		500		
Mörk í Hollandi		1000		
Mörk í USA og Kanada		5000		

Tafla 4b DDT og umbrotsefni í sjávarfangi við Ísland, µg/kg fituvigt

Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Humar	2	<85		
Þorskur	6	<100		
Ýsa	6	<100		
Hörpudiskur	2	<100		
Rækja	2	<150		
Ufsi	2	81	80	82
Grálúða	3	107	70	137
Saltfiskur	3	217	<150	360
Steinbítur	1	253		
Djúpkarfi	3	268	<60	392
Gullkarfi	3	470	301	652
Lýsi	7	99	16	378
Mörk á Íslandi, sjávardýrafita		5000		
Mörk í Þýskalandi, lýsi		5000		

Tafla 4b sýnir að hæsti styrkur í ferskfiskfitu, gullkarfa, er meira en sjöfalt lægri en íslensku mörkin og að hæsti styrkur í lýsi á Íslandi er meira en tífalt lægri en íslenskar og þýskar reglugerðir kveða á um.

5. Brómuð eldhemjandi efni

Í rannsókninni fyrir 2003 var mældur einn flokkur brómaðra eldhemjandi efna, þ.e. svokölluð PBDE-efni (polybrominated diphenyl ethers). Þessi hluti brómaðra eldhemjandi efna hefur sérstaklega verið til rannsókna undanfarin ár því þau hafa farið mjög vaxandi í styrk í náttúrunni. Ekki hefur farið fram alþjóðlegt áhættumat á þessum efnaflokk en þó taldi ESB rétt að banna notkun á hluta þeirra (pentabrom-DE). Þessi efni eru notuð í ýmsum vörum eins og t.d. í ýmsum raftækjum og fatnaði. Engin mörk hafa verið sett á þennan efnaflokk en inntökuþolmörk hafa verið þróuð af Matvælastofnun Bretlands og reynist vera 10-sinnum minni hættu af þessum efnum en t.d. DDT. Ástæða þess að þessi efni voru mæld í þessari rannsókn er fyrst og fremst sú að hafa tiltæk gögn og að geta brugðist við þegar fjallað er um þessi efni í vísindanefndum um áhættumat og setningu marka fyrir matvæli, í vísindagreinum eða fjölmiðlum. Nýlega birtist t.d. vísindagrein um þennan efnaflokk í eldislaxi (Hites *et al.* 2004, Environ.Sci.Technol., netútgáfa, 14. ágúst 2004) sem mat á mengun víða um jörðina (S-Ameríka, N-Ameríka og Evrópa), grein sem kallaði á þekkingu um þennan efnaflokk í íslenskum afurðum. Sömu höfundar höfðu birt upplýsingar um díoxín, PCB-efni og pláguefni í sömu sýnum í upphafi þessa árs (R.A.Hites *et al.* 2004, Science, 303: 226-229), grein sem vakti mikla athygli víða um heim og þ.a.l. fyrirspurnir til íslenskra stjórnvalda um stöðu mála hér á landi, ekki einungis um lax heldur sjávarfang almennt. Neðangreindar upplýsingar liggja fyrir um ferskfisk en frekari söfnun á upplýsingum er fyrirhuguð á þessum efnaflokki í fleiri tegundum sjávarfangs.

Styrkur PBDE-efna í íslensku sjávarfangi, µg/kg votvigt

Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Ýsa	4	0,02	0,002	0,06
Þorskur	4	0,05	0,03	0,06
Gullkarfi	1	0,3		
Djúpkarfi	2	0,4	0,2	0,5
Grálúða	2	0,8	0,5	1,1
Lýsi	3	10,7	3,3	23,7

Til samanburðar má nefna að lægsti eldislaxinn í grein Hites *et al.* var með um 0,5µg/kg votvigt en það var lax frá Chile og Íslandi en hæstu gildin voru um 4µg/kg votvigt. Önnur dæmi eru frá Noregi þar sem síld er með 1-3,5µg/kg votvigt og eldislax (2003) með 1-4,5µg/kg votvigt. Hollensk rannsókn sýnir að síld þar er með 12,8µg/kg votvigt, makrill 5,0µg/kg votvigt, lax 3,4µg/kg votvigt, skarkoli með 0,4µg/kg votvigt en rækja 0,1µg/kg votvigt. Af þessu er ljóst að styrkur PBDE-efna er mjög lágur í íslensku sjávarfangi.

6. Ýmis pláguefni

Auk DDT voru eftirfarandi þrávirk pláguefni mæld: toxafen-efni, HCH-efni, HCB, heptachlor og heptachlorepoxyd, aldrin, dieldrin, endrin, og chlordan-efni. Öll þessi efni hafa verið bönnuð á Vesturlöndum á síðustu 10-30 árum en DDT er þó enn notað í Afríku og HCH er notað á kornökum, t.d. í Kína og Indlandi. Í Stokkhólmssamningi Sameinuðu þjóðanna, sem 150 þjóðir og ESB undirrituðu í maí 2001 og tók gildi 17. maí 2004, voru eftirfarandi 12 efni og efnaflokkar, en samningurinn gengur út á að koma í veg fyrir að þessi efni skaði heilsu manna eða umhverfi (www.pops.int): aldrin, chlordan, dieldrin, díoxín, DDT, endrin, fúrön, heptachlor, HCB, mirex, PCB, og toxafen. Sjá má að HCH-efni og endosulfan eru

ekki meðal þessara efna en Afríka fékk undanþágu frá DDT-banninu þar sem skaðinn af því að nota það ekki gegn malaríu er meiri en ávinningurinn. Með öðrum orðum þá eru öll þessi efni mæld í þessari rannsókn utan mirex en það mun verða mælt í vöktuninni frá og með 2004.

Toxafen er skordýraeitur sem tók við af DDT í lok sjöunda áratugarins en mest var notkun þess á árunum 1972-1984, langmest á bómullaröktrum og er talið að framleidd hafi verið yfir 1,3 milljónir tonna í heiminum en 1975 var toxafen langmest notaða skordýraeitrið í Bandaríkjunum. Um mjög mikinn fjölda efna er að ræða í upphaflegu skordýraeiturböndunni og hefur verið reiknað út að þau geti verið allt að 32.768 en rúmlega 640 hafa verið greind. Efnablandan umbreytist nokkuð hratt í náttúrunni og fækkar efnassamböndum böndunnar þá verulega en í dag eru nær eingöngu mæld þrjú þeirra, kölluð Parlar 26, 50 og 62, og eru þau talin standa fyrir um og yfir 25% af þeim toxafenefnum, sem er að finna í lífríkinu en það er þó breytilegt eftir tegundum. Eftirfarandi tafla er samantekt á niðurstöðunum en einungis Þýskaland er með mörk fyrir toxafenin þrjú, sem gilda þó ekki um lýsi. Ljóst er að hæsta gildið í íslensku sjávarfangi sem var rannsakað 2003, stærsta grálúðan, er um tífalt lægri en mörk Þjóðverja.

Toxafen í íslenskum sjávarafurðum, µg/kg votvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Steinbítur	1	<0,1		
Rækja	2	<1		
Hörpudiskur	2	<1		
Ufsi	2	<2		
Humar	2	<2		
Saltfiskur	3	<2		
Þorskur	6	<3		
Ýsa	6	<3		
Gullkarfi	3	3	3	4
Djúpkarfi	3	3	1	7
Grálúða	3	9	7	11
Mörk í Þýskalandi (eiga ekki við um lýsi)		100		
Þorskalýsi	3	64	29	128

Þýskur rannsóknarhópur mældi toxafen (þessi þrjú toxafenefni) í karfa og grálúðu af Íslandsmiðum og birtust niðurstöðurnar í grein 1999 (H.Karl *et al.* 1999. Chemosphere, 39: 2497-2506) en þá mældist grálúðan með 21-299µg/kg votvigt (meðaltal 54,2, n=31) en karfinn með 7-37µg/kg votvigt (meðaltal 16,7, n=30), sem eru talsvert hærri niðurstöður en hér fást. Orsök þessa mismunar er ekki ljós en sýnir vel hve mikilvægt það er að slík vöktun fari fram reglulega af hálfu íslenskra stjórnvalda og að íslensk stjórnvöld stundi sjálfstæðar rannsóknir á eins mikilvægum málaflokk og mengun sjávarafurða er.

Endosulfan er skordýraeitur sem mikið var notað á grænmeti til varnar t.d. Coloradobjöllunni, sem leggst á kartöflur. Endosulfan er ekki eins þrávirkt og önnur pláguefni í þessari rannsókn. Endosulfansulfat er helsta umbrotsefni endosulfans.

Endosulfan er mjög hættulegt fiskum og því eru mjög lág mörk fyrir þetta efni í fiskafóðri. Engin mörk eru fyrir þessi efni í sjávarafurðum, hvorki vestan hafs eða austan. Í engu tilviki mældust þessi efni yfir mjög lágum greiningarmörkum, 0,1-0,3µg/kg votvigt.

Chlordane-efni (cis- og trans-chlordane, oxychlordane, trans-nonachlor).

Chlordane er flókin blanda yfir 140 efnasambanda en um byggingu og magn flestra er lítið vitað. Þau helstu og þekktu eru heptachlor (10%), cis-chlordane (14,5%), trans-chlordane (13,0%), trans-nonachlor (6,0%) og cis-nonachlor (1,6%). Af þessum efnunum var heptachlor sem slíkt einnig notað sem plágudefni. Öll þessi efni fyrir utan cis-nonachlor voru mæld í þessari rannsókn en þar sem sérstök mörk gilda um heptachlor er fjallað sérstaklega um það hér á eftir. Í Bandaríkjunum, þar sem chlordane var mest notað, er áætlað að meir en 70.000 tonn hafi verið framleidd á árunum frá 1946, er framleiðsla hófst, til 1988, en þá var notkun þess bönnuð. Mest var notkunin frá 1960 til 1988. Fyrir 1979 var efnið mest notað sem skordýraeitur í heimagörðum en eftir 1979 var það aðallega notað til að eyða termítum í húsgrunnum bygginga. Nú er efnablönduna að finna um alla jörðina, frá suðurskauti til norðurpóls, í nær öllum tegundum lífvera, þ.m.t. manningum. Helsta umbrotsefni, sem einnig eru eitruð og jafnvel enn eitruðri en frummyndin, er oxy-chlordane sem er jafnframt þrávirkt og stöðugt. Hlutfall oxychlordane af heildarmagninu er mælikvarði á getu lífvera til að brjóta efnið niður auk þess að vera mælikvarði á aldur blöndunnar. Upphaflega efnablandan er þrávirkt með helmingunartíma í náttúrinni almennt á bilinu 5-15 ár. Trans-nonachlor er það efnasamband, sem mest safnast upp í t.d. fitu manna og því meir sem maðurinn verður eldri.

Eftirfarandi tafla er samantekt á niðurstöðunum

Chlordane í sjávarafurðum, µg/kg votvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Ýsa, SV	3	<0,1		
Ýsa, NA	3	<0,1		
Humar	2	<0,1		
Hörpudiskur	2	<0,1		
Þorskur, NA	3	<0,2		
Þorskur, SV	3	0,07	0,07	0,07
Rækja	2	0,10	0,10	0,10
Saltfiskur	3	0,12	0,11	0,13
Ufsi	2	0,22	0,22	0,22
Steinbítur	1	0,52		
Gullkarfi	3	0,9	0,6	1,1
Djúpkarfi	3	1,5	<0,2	2,7
Grálúða	3	4,2	3,4	4,8
Mörk í Þýskalandi		50		
Mörk í USA		300		
Þorskalýsi	3	34	3	94
Mörk í Þýskaland, lýsi		200		

Taflan sýnir að mörk Þjóðverja eru ströng í samanburði við þau bandarísku en stærsta grálúðan nær þó aðeins að vera 10% af þýsku mörkunum.

Á Íslandi miða mörkin við fituvigt og eru þau 100µg/kg fituvigt en á fitugrunni líta niðurstöðurnar út á eftirfarandi hátt:

Chlordane í sjávarafurðum, µg/kg fituvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Hörpudiskur	2	<7		
Humar	2	<10		
Rækja	2	<15		
Þorskur, NA	3	<30		
Ýsa, SV	3	<30		
Ýsa, SV	3	<50		
Saltfiskur	3	11	5	17
Ufsi	2	20	19	20
Þorskalýsi	3	28	2	77
Grálúða	3	33	27	38
Þorskur, SV	3	34	28	37
Steinbítur	1	35		
Djúpkarfi	3	49	<4	74
Gullkarfi	3	72	60	88
Mörk á Íslandi		1000		

Taflan sýnir að íslensku mörkin eru ekki óáþekk þýsku mörkunum er varðar stærð en tegundir riðlast og hæsta gildið hér er í karfa en þó aðeins tæp 10% af mörkunum. Tekið skal fram að þorskalýsið, sem hér mælist hæst, reyndist ekki vera jafnmikið hreinsað og venjulega er gert (ekki aflyktað) skv upplýsingum frá framleiðanda.

Heptachlor og heptachlorepoxyd.

Fyrir utan karfa og grálúðu reyndust öll sýni vera undir greiningarmörkum eða lægri en 0,2µg/kg votvigt (samanlagður styrkur heptachlor og heptachlorepoxyd en heptachlorepoxyd er stöðugt umbrotsefni heptachlor). Öll þrjú sýni grálúðunnar reyndust vera 0,9µg/kg votvigt en karfasýnin á ábilinu <0,2 í 0,4µg/kg votvigt. Mörk í USA eru 300µg/kg votvigt en í Þýskalandi eru þau mjög lág eða 10µg/kg votvigt en grálúðan þó aðeins tæp 10% af þessum mörkum. Eitt þorskalýsissýnið mældist yfir greiningarmörkum eða 10µg/kg votvigt sem berist saman við þýsku mörkin fyrir lýsi, sem eru 200µg/kg eða 20-sinnum hærri.

Á Íslandi miða mörkin við fitugrunn og eru þau 500µg/kg fituvigt en á fitugrunni er grálúðan með 8µg/kg fituvigt en karfinn á bilinu 11-22µg/kg fituvigt, þ.e. hæsti karfinn með minna en 5% af íslensku mörkunum.

HCH-efni Þegar farið var að nota HCH-efni sem plágu efni 1949, var um blöndu efna að ræða með samsetninguna :

Nafn	Massahlutdeild
α -HCH	60-70%
β -HCH	7-10%
γ -HCH eða lindane	14-15%
δ -HCH	7%
ϵ -HCH	1-2%
Annað	1-2%

HCH-efni eru ekki fyrir í náttúrunni fremur en önnur klórlífræn efni í þessari rannsókn. Lindane er eini þátturinn í blöndunni með virkni sem skordýraeitur og því unnt að líta á 85-86% af blöndunni sem óhreinindi. Árið 1990 var Indland stærsti einstaki notandi HCH-blöndunnar en annars er hún notuð víða í Asíu, Miðausturlöndum og Mexikó. Árið 1973 krafðist FAO að eingöngu mætti nota lindane með meir en 99% hreinleika í landbúnaði og er það selt sem slíkt undir miklum sæg vörumerkja. Flest iðnríkjanna bönnuðu notkun HCH-blöndunnar á áttunda áratugnum en lindane er samt framleitt og notað í mjög mörgum löndum víða um heim, bæði í þróunarlöndunum og iðnríkjunum, t.d. voru eftirtalin lönd stærstu notendurnir 1990: Frakkland, Ítalía, Nígería, Kanada, Honduras, Bandaríkin og Kína, þar sem Frakkland og Indland voru stærstu notendurnir. Japanir voru þó fyrstir til að banna blönduna 1971, einkum vegna mengunar af α - og β -ísómerunum. Árið 1980 var áætlað að ársnotkun í heiminum á HCH-blöndu væri 40.000 tonn en að 1990 hafi hún verið 29.000tonn. Heildarársnotkun á lindane var hins vegar 11.900 tonn 1980 en 8.400 tonn 1990.

Um 80% af notkun HCH-efna var í landbúnaði sem skordýraeitur, aðallega á korn og jarðveg en t.d. í Kína var það notað til að verjast engisprettum. Efnið var einnig notað í böð á kvikfénaði gegn kláðamaur. Í iðnaði var það notað til að verja við og timbur. Á Íslandi voru bæði afurðir með HCH-blöndu og lindane notaðar á tímabilinu 1950 til 1986, HCH-blanda fram á sjöunda áratuginn en hreint lindane eftir það. Baðlyf undir verslunarheitinu Gammatox var notað á öllu þessu tímabili og notað til að drepa færilús, fellilús, fótakláðmaur og ekki síst fjárkláðmaur á sauðfé og naglús á hrossum en einnig í garðyrkju, t.d. í rófnarækt. Áætlað er að 16 tonn af hreinu lindane hafi verið notað sem baðlyf á þessu tímabili.

HCH-efni hafa dreifst um alla jörðina, þar sem γ -ísómerinn einkennir suðurhvel jarðar, þar sem þróunarlöndin hófu fyrst notkun eftir að farið var að framleiða hreint lindane, en α -ísómerinn einkennir norðurhvelið. Áætlað er að í sjó Norðurheimskautsins séu nú um 8400tonn af HCH-efnum en þar af fara um 400 tonn suður í N-Atlantshaf á ári hverju, þ.e. uppsöfnunin er orðin það mikil á köldu og norðlægu breiddargráðunum að þessi svæði eru farin að dreifa þessum efnum aftur suður á bóginn. Mikil vatsnleysni þýðir einnig að uppsöfnunargeta þeirra í fituvef lífvera er tiltölulega lítil, t.d. hafa α -HCH og γ -HCH annars vegar 2000 sinnum og hins vegar 5600 sinnum meiri leysni í vatni en p,p'-DDT. Af þessum sökum safnast því γ -HCH síður upp í lífverum en α -HCH. Í djúpsjárvarfiskum er það β -HCH, sem er í hæstum styrk HCH-efnanna, þar sem þessi ísómer er stöðugastur en HCH-efnin eru þó yfirleitt lítill hluti klórlífrænna efna í lífverum vegna lítillar uppsöfnunar.

γ-HCH Öll sýnin 37 í vöktunin 2003 gáfu styrk undir greiningarmörkum fyrir lindane (γ-HCH) eða <0,2μg/kg. Engin mörk eru á γ-HCH í Þýskalandi og í USA er fiskur ekki með mörk en ýmis önnur matvæli. Á Íslandi eru þau 500μg/kg fituvigt en á fitugrunni eru hæstu magngreiningarmörkin í fiturýrustu afurðunum en þó aldrei meira en 20% af mörkunum.

α-HCH mælist í sýnunum með eftirfarandi hætti og sýnir ljóslega að hæsti styrkur í stæsrtu grálúðunni er innan við 5% af mörkum.

α-HCH í íslenskum sjávarafurðum, μg/kg votvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Þorskur, SV	3	<0,03		
Þorskur, NA	3	<0,03		
Ýsa, SV	3	<0,03		
Saltfiskur	3	<0,03		
Hörpudiskur	2	<0,03		
Humar	2	<0,03		
Ýsa, NA	3	0,04	<0,03	0,04
Ufsi	2	0,04	0,04	0,05
Rækja	2	0,05	0,05	0,05
Steinbítur	1	0,05		
Gullkarfi	3	0,07	0,04	0,09
Djúpkarfi	3	0,19	<0,16	0,25
Grálúða	3	0,77	0,75	0,77
Mörk í Þýskalandi		20		
Þorskalýsi	3		<1	4
Mörk í Þýskalandi, lýsi		200		

Á Íslandi eru mörkin 500μg/kg fituvigt og mælist grálúða, karfi og steinbítur þá á bilinu 5-10μg/kg fituvigt eða minna en 2% af mörkunum.

β-HCH mælist ávallt undir greiningarmörkum eða minna en 0,01μg/kg votvigt nema í gullkarfa á bilinu <0,01-0,02μg/kg votvigt, djúpkarfa á bilinu 0,026-0,043μg/kg votvigt og grálúðu á bilinu 0,11-0,14μg/kg votvigt. Mörk í Þýskalandi eru 10μg/kg votvigt og þannig er hæsti styrkur minna en 2% af mörkunum. Íslensku mörkin eru 500μg/kg fituvigt en sem er tveimur stærðargráðum hærra en hæsti mælanlegi styrkur. Hæstu greiningarmörk verða í fiturýrustu afurðunum eða um 10μg/kg fituvigt.

δ-HCH mælist ávallt undir greiningarmörkum eða minna en 0,02μg/kg votvigt nema í grálúðu, þar sem styrkurinn er minni en 0,09μg/kg votvigt.

HCB eða hexachlorobenzene var áður mikið notað sem sveppaeitur (fungicide) á kornökum (hveiti, bygg, hafrar, rúgur) en notkun þess var hætt víðast hvar á áttunda áratugnum er mönnum varð ljós hættan, sem vistkerfinu, þ.m.t. manningum, stafaði af því. Það kann að vera enn notað í þessum tilgangi, t.d. var það notað svo seint sem 1986 í Túnis, bæði sem sveppaeitur og til að kláðamaurahreinsunar (scabicide) á fé.

Til tæknilegra nota, en sem slíkt var það selt undir ýmsum verslunarheitum, inniheldur það 98% HCB en 2% pentachlorobenzene (pentachlorobenzene var mælt í þessari rannsókn en gerð verður grein fyrir þeim mælingum síðar). Önnur óhreinindi eru hepta- og octachlorodibezofúrön (hluti díoxína) og decachlorobiphenyl (CB209). HCB var einnig notað í ýmsum tilgangi í iðnaði, má þar nefna t.d. flugeldagerð, við álframleiðslu, sem hjálparefni við gúmmíframleiðslu, sem viðarvörn og við framleiðslu kolaskauta. Það var framleitt fram til 1993 í um 1500 tonum á ári í Þýskalandi til gúmmígerðar. Helstu uppsprettur þess í dag eru af ýmsu tagi, t.d. myndast það við lághitabruna sorps og það losnar frá gömlum urðunarstöðum. Einnig myndast það sem óæskileg aukaafurð við ýmsa efnaframleiðslu, t.d. framleiðslu ákveðinna pláguefna, við framleiðslu og eyðingu klórlífrænna leysa eða við notkun kola- eða grafítskauta á saltlausnir, t.d. magnesíumframleiðslu. Vegna eiturvirkni þess hefur komið fram tillaga um að gefa því díoxín-eiturstuðul en upplýsingar eru ekki nægar að svo stöddu til að það hafi verið gert.

HCB flyst mjög auðveldlega með loftmössum og er eitt þeirra efna, sem lýtur vel að hnatteimingarlíkaninu, þ.e. styrkur þess í lífverum og lofti vex er norðar dregur á norðurhveli jarðar eða því lægri sem lofthiti er.

HCB í íslenskum sjávarafurðum, µg/kg votvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Hörpudiskur	2	<0,007		
Humar	2	<0,07		
Þorskur, SV	3	<0,1		
Þorskur, NA	3	<0,1		
Ýsa, SV	3	<0,1		
Ýsa, NA	3	<0,1		
Saltfiskur	3	<0,1		
Rækja	2	<0,1		
Ufsi	2	<0,2		
Steinbítur	1	<0,3		
Gullkarfi	3	0,4	0,2	0,5
Djúpkarfi	3	0,9	0,2	1,6
Grálúða	3	3,0	2,6	3,4
Mörk í Þýskalandi		50		
Mörk í USA		300		
Lýsi	3		<0,6	25
Mörk í Þýskalandi, lýsi		500		

Taflan sýnir að styrkur HCB er langt undir gildandi mörkum í Þýskalandi (mest 7% af mörkum) og alveg sérstaklega í USA. Mörk á Íslandi eru 500µg/kg votvigt og hæstu niðurstöður fyrir karfa og grálúðu tíundi hluti markanna.

Aldrin og dieldrin

Aldrin og dieldrin eru efnafræðielga skyld chlordane-efnum og endosulfan en byrjað var að framleiða þau 1950, fyrst í USA, og hélt framleiðsla áfram fram á níunda áratuginn. 20 þús. tonn voru framleidd 1971, 13 þús. tonn 1972 en 1984 voru um 2500 tonn framleidd og þriðjungur notaður í Ástralíu, Bretlandseyjum og USA. Í byrjun áttunda áratugarins var notkun bönnuð í landbúnaði vegna þrávirkni en hélt áfram í iðnaði og til varnar sjúkdómum. Framleiðsla þessara efna hefur allst staðar verið bönnuð í dag. Aldrin var notað sem breiðvirkt skordýraeitur á jarðveg í landbúnaði (termítar, rótarormi í maís o.s.frv.) en einnig gegn termítum í timbri. Dieldrin var aðallega notað gegn termítum í timbri. Í plöntum og dýrum umbreytist aldrin í dieldrin, sem er þrávirkara. Í engu íslensku sýnanna mældist aldrin yfir greiningarmörkum, sem gefur til kynna að efnablandan er gömul og/eða langt að komin hér. Eftirfarandi niðurstöður fengust fyrir íslenskt sjávarfang 2003:

Aldrin og dieldrin í íslenskum sjávarafurðum, $\mu\text{g}/\text{kg}$ votvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Þorskur, SV	3	<0,2		
Þorskur, NA	3	<0,2		
Ýsa, SV	3	<0,2		
Ýsa, NA	3	<0,2		
Saltfiskur	3	<0,2		
Rækja	2	<0,2		
Hörpudiskur	2	<0,2		
Ufsi	2	0,21	0,20	0,22
Steinbítur	1	0,34		
Humar	2	0,41	0,32	0,49
Gullkarfi	3	0,48	0,29	0,66
Djúpkarfi	3	1,12	<0,8	1,56
Grálúða	3	3,13	2,82	3,31
Mörk í Þýskalandi		20		
Mörk í USA		300		
Lýsi	3	22	<3,9	59
Mörk í Þýskalandi, lýsi		300		

Mörk í Þýskalandi eru 15-sinnnum strangari en í USA en hæsta gildið fyrir íslenskt sjávarfang, stærsta grálúðan, er aðeins sjötti hluti þessa hámarksgildis. Íslensku hámarksgildin fyrir samtölu þessara efna er $500\mu\text{g}/\text{kg}$ fituvigt en í neðangreindri töflu hafa gildin að ofan verið reiknuð á fituvigt. Fyrir gildin reiknuð á fituvigt reynist hamar með fitu um 0,3% hafa hæstan styrk en hæsta gildið um þriðjungur íslenska hámarksgildisins.

Aldrin og dieldrin í íslenskum sjávarafurðum, $\mu\text{g}/\text{kg}$ fituvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Hörpudiskur	2	<40		
Þorskur, NA	3	<50		
Ýsa, NA	3	<50		
Ýsa, SV	3	<60		
Rækja	2	<70		
Þorskur, SV	3	<80		
Saltfiskur	3	<95		
Þorskalýsi	3	23	<3,9	59
Ufsi	2	28	25	30
Grálúða	3	29	26	31
Steinbítur	1	36		
Gullkarfi	3	48	45	51
Djúpkarfi	3	56	<60	61
Humar	2	126	94	158
Mörk á Íslandi		500		

Endrin

Endrin er efnafræðilega mjög skylt aldrin og dieldrin og í mengunarvöktun er styrkur þessara þriggja efna oftast lagður saman undir nafninu drin-efnin. Notkun endrins var bönnuð eða mjög takmörkuð í upphafi áttunda áratugarins. Endrin er breiðvirkt skordýraeitur og mest notað á bómull en einnig gegn skordýrum í t.d. hrísgrjónarækt og gegn skordýraplágum við ræktun sykurreys og maís. Sem dæmi um notkun, þá var notkun þess 2300-4500 tonn í USA 1962. Endrin mældist aðeins í þremur tegundum, gullkarfa, djúpkarfa og grálúðu en annars undir mjög lágum greiningarmörkum: 0,03-0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ votvigt. Eftirfarandi gildi fengust fyrir þessar þrjár tegundir sjávarfangs þar sem þau eru borin saman við þýsk mörk, sem eru meir en tífalt hærra en það hæsta í grálúðunni.

Endrin í íslenskum sjávarafurðum, $\mu\text{g}/\text{kg}$ votvigt				
Tegund	n	Meðaltal	Lægsta	Hæsta
Gullkarfi	3	0,04	0,02	0,06
Djúpkarfi	3	0,11	0,09	0,14
Grálúða	3	0,76	0,62	0,87
Mörk í Þýskalandi		10		

Íslensku mörkin eru þau sömu og fyrir samtölu aldrins og dieldrins (500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fituvigt) en eins og í tilviki þýsku markana taka mörkin einnig til helsta umbrotsefnis endrins sem er 12-delta-keto-endrin en þetta efni var ekki mælt í þesari rannsókn. Hæsta melda gildið á fituvigt var í djúpkarfa en aðeins einn tíundi íslenska hámarksgildisins.

Í lýsi mældist styrkur í einu sýnanna eða 0,4µg/kg en annars minna en 0,3 og minna en 10µg/kg eða langt undir gildandi hámarksgildi á Íslandi og í Þýskalandi þar sem hámark fyrir lýsi er 50µg/kg.

Bera má nsaman íslensku gildin við það sem mældist úr sýnum sem fengust árið 2000 við Nuuk áð SV-Grænlandi en þar fást mjög svipuð gildi og hér fyrir karfa og grálúðu (K.Vorkamp *et al.* 2004. *Sci.Tot.Environ.*, 331: 157-175).

Drin-efni í íslenskum og grænlenskum sjávarafurðum, µg/kg fituvigt		
	Ísland 2003	Nuuk 2000
Karfi	55 (49-66, n=6)	43 (22-68, n=5)
Grálúða	36 (32-39, n=3)	42 (37-270; n=6)

7. PAH-efni í lýsi

2003 voru mæld svokölluð PAH-efni í einungis lýsi en þessi efni er venjulega ekki að finna í holdi fiska. PAH-efni safnast ekki úr sjó í lífverur og styrkur þeirra vex ekki upp eftir fæðukeðjunni líkt og gerist með þrávirk efni. Þetta kemur til af því að margar lífverur brjóta þau hratt niður eins og eru t.d. spendýr og fuglar með öflugt afeitrunakerfi en það á einnig við um fiska. Fiskar brjóta PAH-efnin niður í lifur í efni, sem annaðhvort bindast DNA í lifrinni eða mynda vatnsleysanlegar afleiður sem fiskurinn skilar út í þvagblöðru. Hins vegar gætu þau tímabundið hlaðist í hold við mengun af völdum t.d. olíuslysa. Þekkt er að PAH-efni myndast og berast í matvæli við reykingu, háa hitun eða sviðnun.

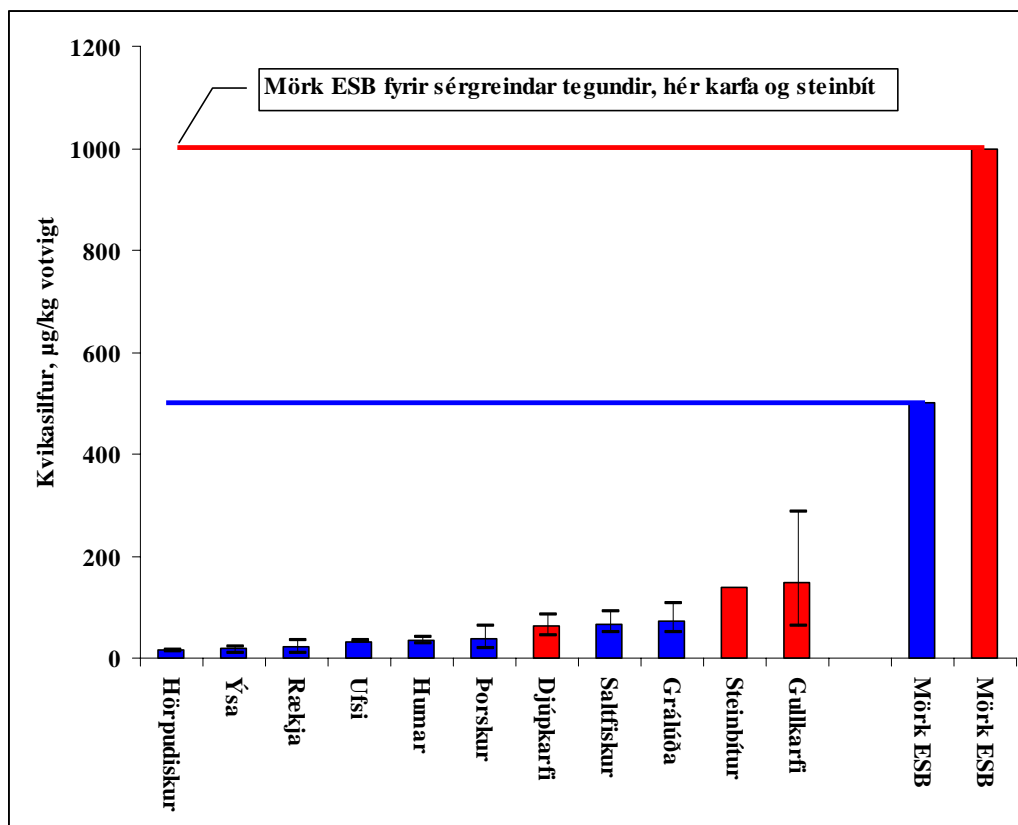
Það eru hins vegar þessi fyrstu niðurbrotsefni í lifrinni, sérstaklega stærri PAH-efnanna, sem valda eiturvirkninni. Krabbameinsvirkni benzo(a)pyrene var uppgötvuð fyrir 1940 og í ljós hefur komið að það ásamt öðrum PAH efnum (4-7 hringja arómatar) eru með sterkari krabbameinsvöldum sem þekkjast. Sýnt hefur verið fram á áhrif þessara efna í nær öllum vefjum og lífverum sem prófaðar hafa verið og það óháð upptökuleið. A.m.k. 7 PAH-efnanna hafa díoxínlíka verkun og sýna rannsóknir við stendur BNA að stærsti hluti díoxínverkunar kræklingisins kemur til af PAH-efnum en aðeins lítill hluti vegna díoxínlíkra PCB-efna og díoxína.

Þessi efni er að finna í jarðolíum og kolum (petrogenic) en myndast einnig við ýmis konar bruna eða háa hitun lífrænna efna (pyrogenic) og sum eru af náttúrulegum toga (biogenic) t.d. perylen. Náttúrulegar uppsprettur eins og skógar- og sinueldar og eldgos leggja sitt af mörkum til bakgrunnsstyrks PAH í umhverfinu en almennt er talið að hinar manngerðu uppsprettur séu veigamestar. Ýmiskonar iðnaður hefur í för með sér myndun PAH efna en þau eru þó aldrei framleidd af ásettu ráði. Einnig er notkun jarðeldsneytis til orkuframleiðslu, brennsla á iðnaðar- og heimilísúrgangi og útblástur bifreiða mjög mikilvægar uppsprettur. Þar sem lífrænir orkugjafar eins og olíur og kol innihalda PAH efni eru þau oft notuð sem bendiefni (tracers) á losun jarðolíu út í umhverfið. Eftir olíuslys er t.d. fylgst með þessum efnaflokkum í lífríki sjávar þegar gera á grein fyrir áhrifum slyss í tíma og rúmi. Ofanvatn er mengað sliti hjólbarða, sliti á bundnu slitlagi og útblæstri bifreiða en þetta eru nokkrar veigamiklar mengunaruppsprettur PAH-efna og m.a. ástæða þess að mönnum er talin hætta búin af búsetu á umferðarþungum svæðum.

Innan ESB er unnið að því að setja mörk fyrir PAH-efni í matvælum og sú leið verði farin að velja aðeins eitt þeirra sem bendiefni á önnur og benzo(a)pyren valið. Fyrir óreyktar sjávarfurðir er núverandi tillaga að mörkin verði 2,0µg/kg votvigt fyrir benzo(a)pyren sem mörk að miða við þegar olíuslys gætu hafa mengað sjávarfang en í reyktum fiski er núverandi tillaga 5,0µg/kg votvigt. Skemmst er frá því að segja að í lýsissýnunum þremur mældist styrkur benzo(a)pyren ekki yfir greiningarmörkunum 0,1-0,3µg/kg, langt undir tillögum að mörkum.

8. Ólífræn snefilefni

Kvikasilfur Dæmi um ólífræn snefilefni í íslenskum sjávarfurðum er kvikasilfur en umræða um hættuna af kvikasilfri í fiski hefur staðið yfir í um 50 ár. Niðurstöður rannsókna árið 2003 á íslensku sjávarfangi má sjá á myndinni hér að neðan, sem gerir ljóst að íslenskt sjávarfang stenst mörk án nokkurra vandkvæða.



Mynd 8 Styrkur kvikasilfurs í íslensku sjávarfangi á votvigtargrunni til samanburðar við mörk ESB. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.

Ólífrænu snefilefnið kadmín, blý og arsen voru einnig mæld í öllum sýnunum. Þessar niðurstöður eru ekki fullbúnar þegar þetta er ritað. Ólíkt flestum klórlífrænu efnasamböndunum hér að framan, þá eru ólífrænu snefilefni hluti af náttúrulegu umhverfi og hafa ávallt verið til staðar. Sum þeirra hafa hins vegar vaxið í styrk vegna athafna manna en mismunur í styrk á mismuandi svæðum getur einnig komið til af náttúrulegum orsökum. Sum hafa þekkt og mikilvæg hlutverk í lífverum, t.d. kopar og selen, en fari styrkur yfir ákveðin mörk geta þau verið skaðleg. Önnur ólífræn snefilefni eins og t.d. kvikasilfur, arsen, kadmín og blý hafa engum þekktum hlutverkum að gegna í lífverum en eru þó óskaðleg fari inntaka ekki yfir vel

skilgreind eiturmörk. Kvikasilfur eins og það kemur aðallega fyrir í sjávarafurðum, lífrænt bundið, er mjög eitrad en er þó óskaðlegt í þeim styrk sem það kemur fyrir í öllu venjulegu sjávarfangi. Eiturþolmörk eru þó í sífelltri endurskoðun og nýlega lækkaði Alþjóðaheilbrigðisstofnunin þessi mörk um helming í ljósi nýrra rannsókna þar sem rannsóknir á færeyskum börnum og inntöku mæðra þeirra á fiskmeti vógu þungt, þ.e. kvikasilfur eins og það kemur fyrir í sjávarfangi var metið tvöfalt eitradra en áður var talið. Í ljósi þessa hafa heilbrigðisyfirvöld s.s. Evrópska matvælaöryggisstofnunin (EFSA) og samsvarandi stofnun í Bandaríkjunum (FDA), ráðlagt vanfærum konum, konum almennt á barneignaraldri og ungum börnum að sneyða hjá eða takmarka við sig neyslu á sjávarfangi sem gæti innihaldið háan styrk kvikasilfurs, þ.e. stórum ránfiskum. Mismunandi er eftir löndum (framboði á sjávarfangi) um hvaða ránfiska er að ræða en nefna má t.d. sverðfisk, seglfisk, geddu, flögufisk, tannhvali (grind í Færeyjum), hákarl, stórlúðu (>60kg), túnfisksteikur og sjófugl. Það er til skoðunar innan m.a. Alþjóðaheilbrigðisstofnunarinnar hvort ástæða er til að lækka mörk á kvikasilfri í matvælum eða hvort ráðleggum til neytenda verður eingöngu beitt. Ólíkt klórlífrænu efnunum þá safnast ólífrænu snefilefnið ekki í fituríka vefi heldur ákveðin líffæri eins og nýru og lifur, þar em þau bindast próteinum en t.d. kvikasilfur safnast einnig fyrir í vöðva. Sérstaklega kvikasilfur vex með aldri lífveru og er eina ólífræna snefilefnið sem vex í styrk upp eftir fæðukeðjunni.

Arsen Engin mörk eru á arsen en setning þeirra er til skoðunar innan ESB en þó hefur verið ákveðið að miða við að setja mörk á ólífræna hluta arsensins því það er eitrad en ekki það form arsens sem er að finna í sjávarfangi. Núverandi efnagreiningaraðferðir eru ekki taldar fullnægjandi við greiningu ólífræns arsens og er beðið eftir að úr rætist en á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins er unnið eftir aðferðafræði sem skilar góðum árangri og sýnir að styrkur þess í t.d. þorskhöldi er ákaflega lágur.

Kadmín hefur mörkin 50µg/kg votvigt í ferskfiski, 500 í krabbadýrum eins og rækju og humri en 1000 í samlokum eins og hörpudiski og kræklingi. Er skemmst frá því að segja að t.d. þorskur og ýsa eru með styrk kadmíns undir 2µg/kg votvigt, sem og annað sjávarfang í þessari rannsókn er vel undir mörkum, rækjan með um 10µg/kg votvigt en hörpudiskurinn breytilegri en t.d. í Breiðafirði og Hvalfirði er styrkurinn 20-40% af mörkum. Almennt er styrkur kadmíns hár í innyflum sjávardýra við Ísland.

Blý Leyfilegur hámarksstyrkur ESB fyrir blý í ferskfiski er 200µg/kg votvigt, í krabbadýrum 500µg/kg votvigt en 1000 í samlokum. Styrkur blýs er almennt mjög lágur í íslensku sjávarfangi, innyfli meðtalin, og í t.d. þorski, ýsu, rækju, humri og hörpudisk er styrkurinn undir 10µg/kg votvigt.

NIÐURSTÖÐUR, MJÖL OG LÝSI

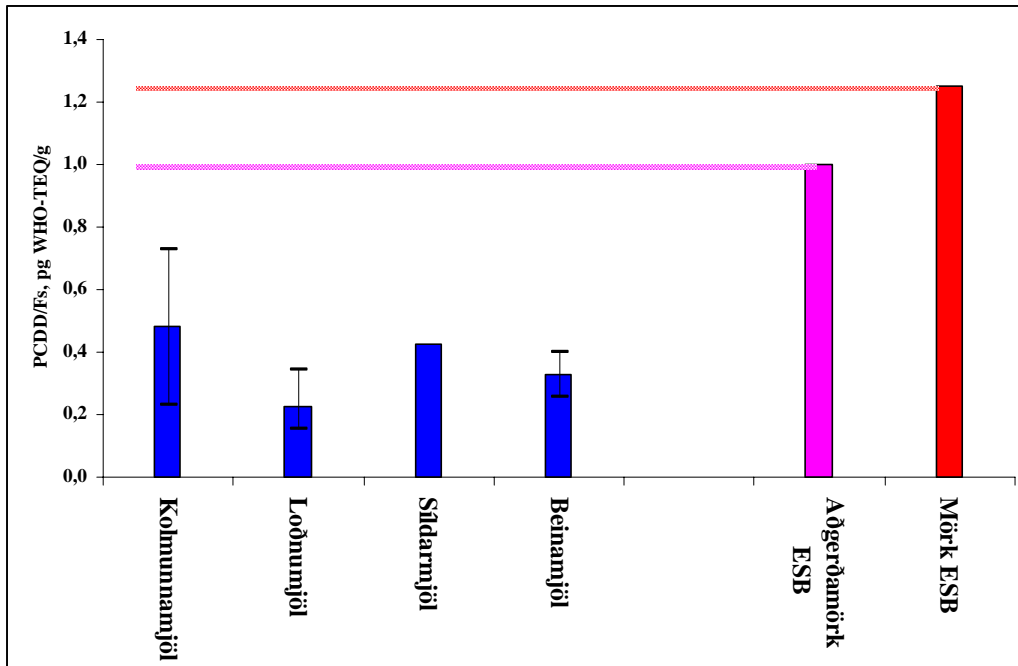
1. Díoxín í mjöli og lýsi

Myndin að neðan sýnir styrk díoxína í fiskmjöli í samanburði við mörk ESB en breytileiki er talsverður innan hvernar tegundar fiskmjöls og kemur hér að stórum hluta til næringarástand hráefnis og aldur fisks í aflanum. Ljóst er að þessi sýni eru vel undir aðgerðarmörkunum. Athyglisvert er að sjá að beinamjöl, sem unnið er að stórum hluta úr bolfiski (karfi, ufsi og þorskur veigamiklar tegundir), er ekki frábrugðið mjöli unnu úr serstaklega síld og kolmunna en sérstaklega loðnan og síldin standa neðar í fæðukeðjunni en hráefnistegundir beinamjöls. Loðnumjöl er þó lægra en beinamjolið skv þessum takmörkuðu upplýsingum. Við nánari skoðun kemur í ljós að beinamjolið er með um lægri fitu en hefðbundinn bræðslufiskur og á fitugrunni reynist beinamjolið því vera með nokkuð hærri styrk en loðna, síld og kolmunni á mynd 9.

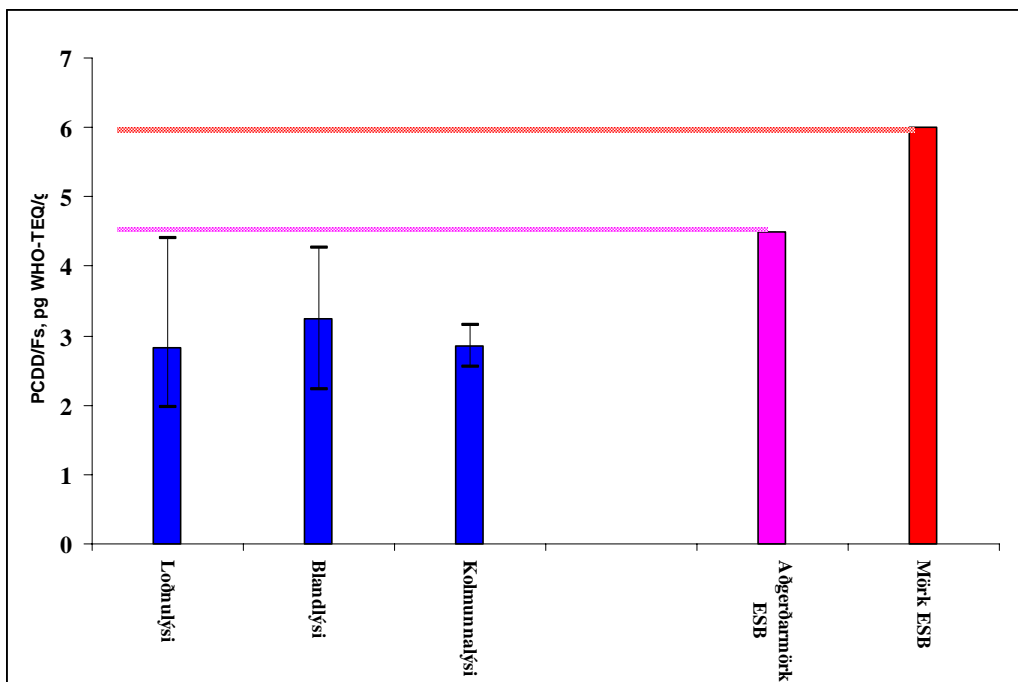
Mynd 10 sýnir samsvarandi gildi fyrir lýsi þar sem einnig sést að lýsið er öllu nær aðgerðarmörkunum en mjölið.

Þeir þættir sem hafa áhrif á styrk lífrænna aðskotaefna í mjöli og lýsi eru fita í hráefninu, sem geur verið mjög breytileg eftir árstíð en einnig kemur hér til hvort fiskur safnar fitu í lifur eða búk, aldur, staða í fæðukeðjunni og þau hafsvæði, sem veitt er á.

Fróðlegt er að bera saman mörk fyrir sjávarfang til manneldis við mörkin, sem sett eru á mjöl og lýsi. Sjávarfang til manneldis er allt með mörkin 4,0pg WHO-TEQ/g á votvigtargrunni en mjölið, þurrkaður fiskur, er með meir en þrefalt lægri mörk eða 1,25pg WHO-TEQ/g (miðað við 12% raka), sem þýddi að í votfiski, sem mjölið er unnið úr, væru mörkin 0,3-0,4pg WHO-TEQ/g eða um tífalt lægri en þau eru fyrir fisk, sem ætlaður er til manneldis. Ástæða fyrir þetta strangari mörkum á fiskmjöli er sú að með þessu er verið að koma í veg fyrir uppsöfnun díoxínanna í fæðukeðjunni áður en matvælin koma til manna en díoxínin eins og önnur þrávirk klórlífræn efnasambönd vaxa upp fæðukeðjuna. Önnur ástæða fyrir lægri mörkum í mjöli er sú að fitan, þar sem díoxínin sitja, hefur verið dregin úr hráefninu til lýsisframleiðslu sem þá jafnframt fjarlægir díoxínin úr mjölinu. Mjöl er þó vanalega með fitu á bilinu 8-12% sem svaraði til 1-3% fitu í hráefnisfiskinum. Lýsið er hins vegar með mörkin 6,0pg WHO-TEQ/g en á fitugrunni hefði engin tegund sjávarfangs til manneldis að ofan staðist þessi mörk. Hér kemur aftur til að mjöl og lýsi er unnið úr feitum uppsjávartegundum sem standa neðar í fæðukeðjunni en því fituríkari sem þessar tegundir eru því lægri er styrkur díoxína og annara klórlífrænna efnasmbanda.



Mynd 9 Díoxín (dibensó-p-díoxín og dibensófurön) í íslensku fiskmjöli í samanburði við mörk í ESB. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.



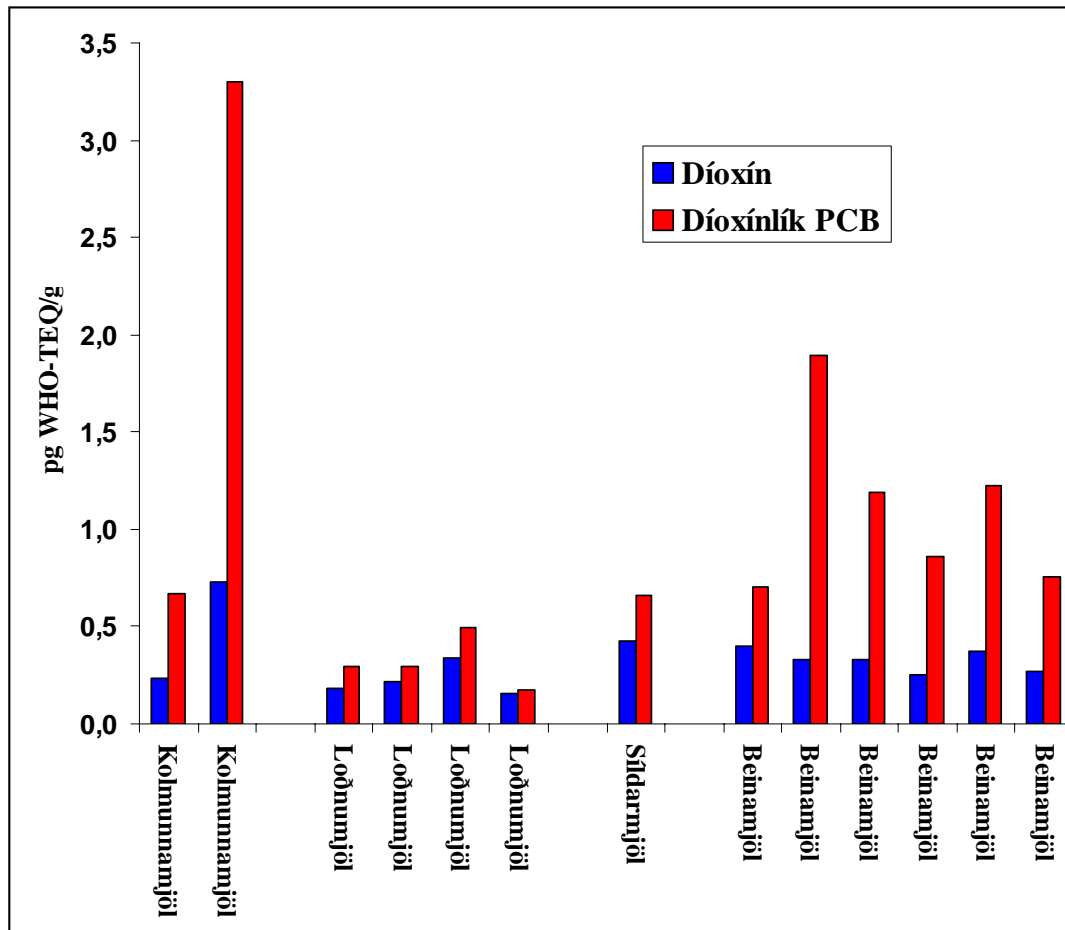
Mynd 10 Díoxín (dibensó-p-díoxín og dibensófurön) í íslensku lýsi í samanburði við mörk í ESB. Á hverri súlu er sýndur lægsti og hæsti mældur styrkur fyrir hverja tegund sjávarfangs.

Eins og rætt var hér að framan, þá er lýsi, sem ætlað er til mannelis, hreinsað af díoxínum og miða mörk við að þessari tækni sé beitt. Það er til umræðu innan bæði greinarinnar og í stofnunum ESB hvort gera eigi slíkar kröfur einnig til fódurlýsis.

Farið er að beita þessari hreinsunartækni og eru menn smá m saman að ná valdi á henni fyrir fódurlýsið, sem framleitt er í margfalt meira magni en lýsi til mannelis. Þróunarvinna fer einnig fram varðandi fjarlægingu þessara efna úr mjöli. Við endurskoðun marka, sem fram á að fara eigi síðar en 2006, verður tekin afstaða til þess hvort tæknin sé komin á það stig að réttlætlanlegt verður að krefjast þess að henni verði beitt á fódurþætti.

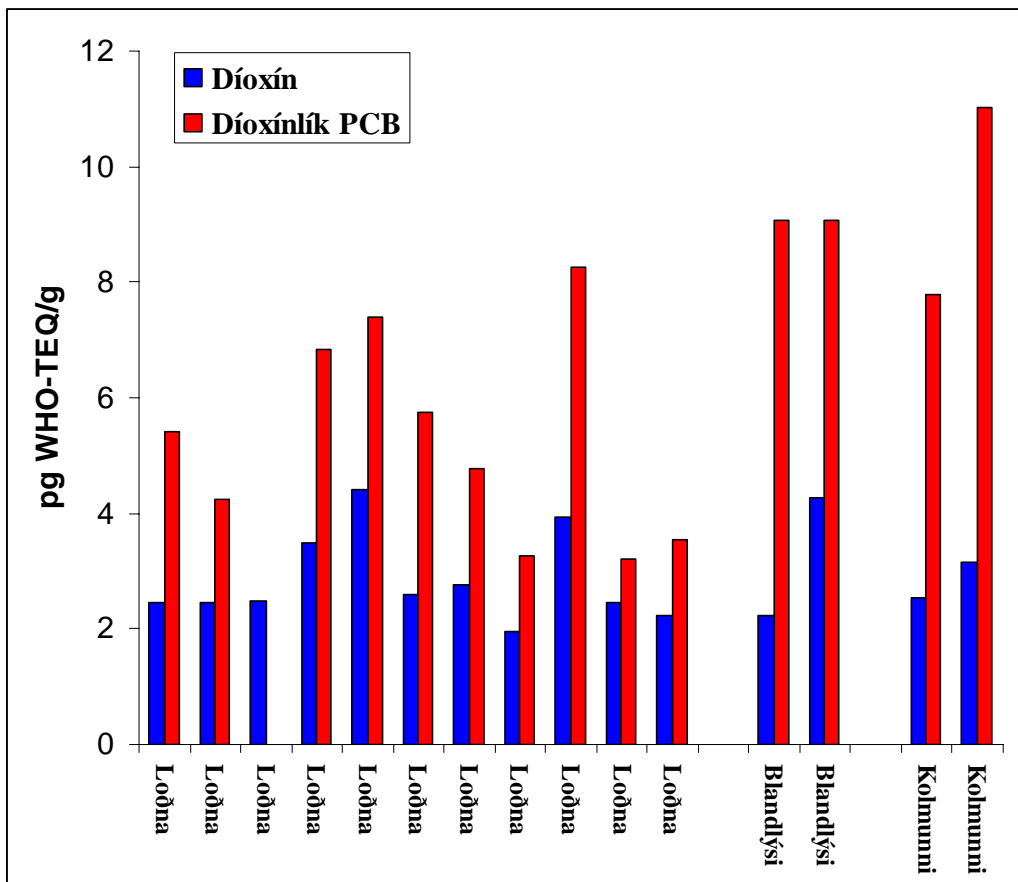
2. Díoxínlík PCB-efni í mjöli og lýsi

Mynd 11 sýnir styrk díoxína og díoxínlíkra PCB-efna í fiskmjöli framleiddu á Íslandi. Eins og fyrir sjávarfang til mannelis er áætlað að mörk hafi verið sett á díoxínlík PCB fyrir lok þessa árs. Sést af þessari mynd að hlutfall DL-PCB og díoxína er hærri í beinamjöli og kolmunna en í loðnu og síld.



Mynd 11 Díoxínlík PCB og díoxín í íslensku mjöli.

Mynd 12 sýnir díoxín og díoxínlík PCB-efni í lýsi sem virðist sýna almennt hærri hlutfall DL-PCB og díoxína í lýsi en í mjöli fyrir sérstaklega loðnu. Hér er um tilviljun að ræða því stærra gagnasafn fyrir þessar afurðir sýnir að hlutfallið eins og það kemur hér fyrir í lýsinu á almennt einnig við um mjölið. M.ö.o. er hlutfall DL-PCB efna í loðnumjölinu á mynd 11 óvanalega lágt.



Mynd 12 Díoxínlík PCB og díoxín í íslensku fóðurlýsi.

3. Önnur aðskotaefni í mjöli og lýsi

Eins og fram kom í upphafi þessarar greinargerðar voru mæld bend-PCB-efni, pláguæfni og ólífræn snefilefni í lýsi og mjöli. Þar sem efniviðurinn er enn sem komið er takmarkaður, býður frekari umfjöllun þess að meiri upplýsingum hefur verið safnað. Sérstaklega verður aukið umfang rannsókna á pláguæfnunum. Hins vegar gefa niðurstöðurnar ekki annað til kynna en að íslenskar afurðir standast þau mörk sem sérstaklega Evrópusambandið hefur sett og gilda á Íslandi, en það á við um ólífrænu snefilefni og pláguæfni. Eins og fyrir sjávarfang til manneldis er beðið eftir áhættumati á bendi-PCB-efnum áður en mörk verða íhuguð fyrir þennan efnaflokk í fóðri og fóðurþáttum.

Samantekt

Árið 2003 hófst, að frumkvæði Sjávarútvegsráðuneytisins, vöktun á óæskilegum efnum í sjávarafurðum, bæði afurðum til mannelis og afurðum lýsis- og mjöliðnaðar. Verkefninu er haldið áfram á árinu 2004 með talsvert auknu umfangi sýnatöku og mælingum, bæði er varðar tegundir sjávarfangs og tegundir efna sem rannsökuð eru. Hvað varðar díoxín og díoxínlík PCB-efni er um að ræða áttak sem ESB mæltist til að færi fram í aðildarlöndunum þess auk Noregs og Íslands. Sýnasöfnunin var í samræmi við beinar óskir Evrópusambandsins. Sýnasöfnuninni var skipt á þátttökulöndin í hlutfalli við m.a. framleiðslumagn í hverju landi. Þetta áttak ESB mun standa fram til ársins 2006.

Tilgangur þessarar umfangsmiklu sýnatöku og mælinga er m.a. að athuga hvernig fyrrgreindar afurðir standast nýsett mörk fyrir díoxín og einnig til að skoða styrk díoxínlíkra PCB-efna í afurðum sem grundvöll til setningu hámarksgilda innan ESB fyrir lok árs 2004. Reiknað er með að ESB muni síðan lækka mörk fyrir bæði díoxín og díoxínlík PCB-efni fyrir lok árs 2006. Í þriðja lagi er tilgangur þessara mælinga að afla upplýsinga um styrk bendi-PCB-efna með setningu marka í huga en áhættumat stendur nú yfir varðandi þennan efnaflokk og er gert ráð fyrir að því mati ljúki í lok þessa árs. Upplýsingar um bendi-PCB-efnin munu einnig nýtast við þetta áhættumat. Í fjórða lagi nýtast niðurstöðurnar til að meta það hvernig afurðir standast þau mörk sem þegar eru í gildi á Íslandi, ESB og viðskiptaþjóðum Íslendinga (ólífræn snefilefni og plágudefnin), sem stjórnvöld og söluaðilar sjávarfangs þurfa að geta upplýst kaupendur og neytendur um. Loks má nefna að þessar upplýsingar nýtast við áhættumat og setningu hámarksgilda sem nú eru til skoðunar innan ESB (PAH-efni, ólífrænt arsen og brómuð eldhemjandi efni). Leyfileg hámarksgildi þessara efna eru í sífældri endurskoðun og forsenda þess að á rödd Íslands verði hlustað er m.a. framlag gagna og rökstuddur málflutningur.

Þetta er í fyrsta skipti sem upplýsingum um mikinn fjölda aðskoatefna í helstu tegundum sjávarfangs af Íslandsmiðum er safnað á kerfisbundinn hátt. Gagnaöflun af þessu tagi verður sífellt mikilvægari í ljósi tíðra fréttu um aðskotaefni í matvælum. Íslensk stjórnvöld þurfa að geta brugðist hratt og fumlaut við slíkum fréttum til að tryggja áframhaldandi aðgang okkar afurða að mörkuðum og koma í veg fyrir tjón, sem af slíkri umræðu gæti hlotist ef ekki liggja fyrir bæði gögn og þekking. Umfjöllun, bæði í almennum fjölmiðlum og í vísindaritum, hefur margoft krafist slíkra viðbragða íslenskra stjórnvalda og óyggjandi sýnt fram á hve mikilvægt það er að regluleg vöktun fari fram og að íslensk stjórnvöld stundi sjálfstæðar rannsóknir á eins mikilvægum málaflokk og mengun sjávarafurða er.

Niðurstöður þessa fyrsta árs vöktunarinnar sýnir að breytileiki er talsverður milli tegunda sjávarfangs hvað varðar þrávirk efnasambönd en meginástæða breytileikans er fituinnihald vöðvans sem mælt er í, þ.e. því feitari sem vöðvinn er því hærri er styrkurinn á votvigtargrunni. Mismunandi er eftir tegundum í hvaða vef fiskar safna fitu. Sumar tegundir s.s. lax, síld, loðna, lúða, grálúða o.fl. safna að talsverðu leyti fitu í vöðva og þ.a.l. talað um "feita" fiska. Aðrara tegundir safna aðallega fitu í lifur og á það við um okkar vinsælustu matfiska, ýsu og þorsk, og talað um "magra" fiska. Það kemur því ekki á óvart að þorskur og ýsa reynast vera með lægstan fitustyrk, 0,2-0,4%, en grálúða með hæstan styrk fitu eða 10-11%. Aðrar orsakir fyrir breytileik milli tegunda er t.d. staða þeirra í fæðukeðjunni. Breytileiki innan hveirrar tegundar skýrist hins vegar að stórum hluta með aldri/stærð. Gögnin gera ekki kleift að sjá hugsanlegan mun milli hafsvæða í kringum landið. Niðurstöður þessa fyrsta árs vöktunarinnar sýna einnig að sú tegund í rannsókninni, sem feitust er og þar af

leiðandi með hæstan styrk lífrænna aðskotaefna, grálúðan, er sjaldan hærri en 10% af ströngustu mörkum helstu viðskiptaþjóða Íslendinga. Ísland lýtur mörkum ESB þegar þau eru fyrir hendi en er varðar klórlífræn aðskotaefni í sjávarfangi, þá hefur ESB aðeins mörk fyrir díoxín og mælist sú tegund, sem hæst mælist, stærsta grálúðan, að hámarki rúmlega 10% af mörkum ESB. Annað sjávarfang eins og t.d. ýsa og þorskur, er með margfalt lægri styrk en reglugerðir kveða á um en þær mælast sjaldan yfir lágum greiningarmörkum mæliaðferðanna fyrir pláguefnin. Íslenska aðskotaefnareglugerðin er jafnan sú strangasta hvað varðar klórlífræn aðskotaefni en ólíkt reglugerðum annara landa fyrir fiturýr matvæli miðar hún við styrk þeirra í fitu. Af þessum sökum er það ekki grálúðan sem reynist hæst í samanburði við mörkin heldur magrari tegundir eins og t.d. karfi og steinbítur. Þessar tegundir eru þó ávallt lægri en íslenska aðskotaefnareglugerðin kveður á um.

Er varðar ólífræn aðskotaefni eins og kvikasilfur, kadmín og blý, þá mælist íslenskt sjávarfang ávallt undir eða langt undir gildandi mörkum ESB, sem jafnframt eru þau ströngustu í heiminum í dag.

Almennt má því segja að þær upplýsingar, sem nú liggja fyrir, staðfesti hreinleika íslenskra sjávarafurða. Mengunarefni berast hins vegar með loftmössum og sjávarstraumum og má finna snefil af ýmsum aðskotaefnum í íslensku sjávarfangi, efnum sem borist hafa hingað frá slóðum fjarri ströndum Íslands. Vegna m.a. þrávirkni sinnar hefur framleiðsla og notkun flestra þeirra verið bönnuð, sum í áratugi, og ýmsum aðgerðum verið beitt til að hefta losun og útbreiðslu þeirra í umhverfinu, aðgerðir sem m.a. íslensk stjórvöld hafa haft frumkvæði að á alþjóðlegum vettvangi. Vegna þrávirkni sinnar má þó búast við að það taki mjög langan tíma, áratugi, áður en þau hverfa niður fyrir lág greiningarmörk nútíma mæliaðferða.

05/09/2004.
Guðjón Atli Auðunsson.
Efnafræðingur.