

4. tbl. júlí 1997

---

# RF pistlar

---



Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins

**VARASÖM EFNI Í SJÁVARFANGI**

Guðjón A. Auðunsson

# VARASÖM EFNI Í SJÁVARFANGI

## INNGANGUR

Flestir eru sammála um að sjávarafurðir eru almennt holl og góð fæða. Vegna kosta þeirra hvað varðar ágæti dýrafitu, sem aðeins sjávarfang sér mannum fyrir, gæða prótína og vegna innihalds sjávarfangs á mörgum nauðsynlegum steinefnum og vítamínum, hvetja heilbrigðisyfirvöld í dag til aukinnar neyslu sjávarfangs. Flest mengunarefni frá landi hafna fyrr eða síðar í hafi og er lífríki sjávar því sérstök hættu búin, og sjónir vísindamanna beinast því gjarnan að því.

**Með einföldun má skipta rannsóknum á mengunarefnum í vistfræðilegar og eiturefnafræðilegar rannsóknir. Vistfræðilegar rannsóknir beinast að afdrifum mengunarefna í náttúrunni, þ.e. þeim breytingum sem verða með tíma í sjó eða á milli hafsvæða. Eiturefnafræðilegar rannsóknir snúast um þær hættur sem geta fylgt neyslu mengaðra matvæla.**

Tilgangur og forsendur við mat á niðurstöðum þessara rannsókna eru yfirleitt mjög mismunandi. Þannig getur t.d. lítill styrkur af framandi efni í náttúrunni, fjarri uppsprettu sinni (t.d. losunarstað), vakið mikla athygli við vistfræðilegar rannsóknir þótt langt sé frá því að innihald sé skaðlegt í matvælum frá sömu slóð.

Athygli fólks beinist æ meir að hollustu matvæla en almenningi er látið eftir að meta kosti og ókosti hvernar matvæategundar. Í þessum pistli er reynt að gefa yfirlit um helstu ókosti sjávarfangs án þess að meta jafnhliða hinar mörgu jákvæðu hliðar þess. **Í fremur takmarkaðri umfjöllun má hins vegar ekki gleymast, að kostir sjávarafla eru yfirleitt miklu meiri en ókostir og að sjónir fólks hafa í ríkara mæli, með réttu eða röngu, beinast að sjávarafurðum en landafurðum.**

## SKILGREININGAR OG FLOKKUN

Samkvæmt Íslenskri reglugerð um aðskotaefni í matvælum eru aðskotaefni skilgreind á eftirfarandi hátt: „Aðskotaefni eru efni sem berast í matvæli eða myndast í þeim og breyta eiginleikum, samsetningu, gæðum eða hollustu þeirra“.

Skilgreining **Alþjóða staðlaskrárinnar fyrir matvæli (Codex Alimentarius)** er víðtækari:

„Aðskotaefni („contaminant“) er sérhvert það efni sem ekki er bætt í matvæli af ásettu ráði, en er til staðar í matvælum vegna framleiðslu þeirra (þar með taldar

aðgerðir sem framkvæmdar eru við ræktun, dýraeldi og dýralækningar), tilreiðslu, vinnslu, meðferð, þökkun, flutning, geymslu, framreiðslu eða eru til staðar í matvælum vegna umhverfismengunar. Hugtakið felur ekki í sér leifar af skordýrum, nagdýrahár eða aðra utanaðkomandi hluti“.

Til aðgreiningar frá aðskotaefnum eru einnig önnur óæskileg efni í matvælum sem ekki verður fjallað um í þessum pistli, þ.e. **aðskotahlutir** (t.d. sandur eða perlur í skelfiski), **sníkjudýr** (t.d. hringormar í fiski) og **örverur**. Þau eiturefni sem örverur kunna að hafa myndað í matvælum eða sem borist hafa í matvæli eru nefnd aðskotaefni. Þess ber einnig að geta að efni, sem bætt eru í matvæli til að fá fram hagræðingu við vinnslu, auknu geymsluþoli, æskilegu bragði eða lit, eftirsótttri áferð o.s.frv., eru **aukefni** (additives).

**Mengunarefni**, sem eru hluti aðskotaefna, má skilgreina með ýmsum hætti en framandi efni í náttúrunni og matvælum má ávallt líta á sem mengunarefni. Ýmis náttúruleg efni, t.d. ólífræn snefilefni, eru einnig mengunarefni fari þau yfir eðlilegan styrk sinn í matvælum vegna rökunar í umhverfi af mannavöldum, t.d. vegna losunar úr iðnaði, landbúnaði eða annarri starfsemi. Ef hins vegar raskið í umhverfi er af náttúrulegum toga, t.d. af völdum eldgosa, hvera, uppblásturs lands, veðrunar bergs o.s.frv., er ekki um mengunarefni í matvælum að ræða heldur aðskotaefni sem berst í matvæli við tilurð.

Samkomulag ríkir um að almennt megi flokka áhættuþætti við neyslu matvæla með eftirfarandi hætti:

1. **Örveruþættir** (örverurnar sjálfar eða eiturefni framleidd af örverum).
2. **Óhagstæð næringarefnasamsetning**.
3. **Mengunarefni**.
4. **Náttúruleg en skaðleg efni** (eiturefni eða skaðleg efni sem eru í dýrum eða plöntum án tilstuðlunar örvera og efni sem hafa neikvæð áhrif á næringarefnabúskap).
5. **Varnar- og stýrieffni** (pláguefni).
6. **Aukefni**.

Mest hættu er almennt talin vera af völdum örvera og minnst af völdum aukefna. Undir aðskota- og varasöm efni falla flokkar 3. til 5. og verður fjallað um í þessum pistli. Notast verður við eftirfarandi upptalningu sem

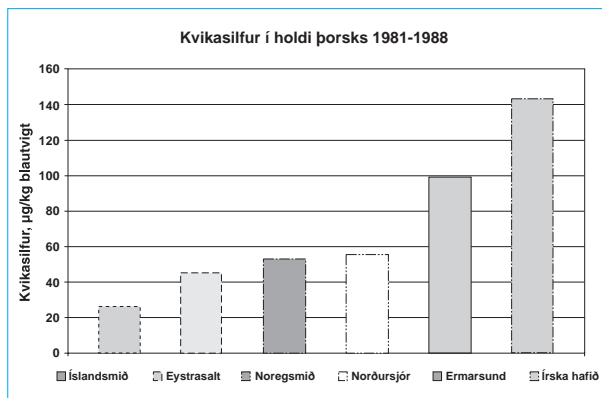
tilraun til að flokka aðskota- og varasöm efni í sjávarfangi:

- I. Varasöm efni af náttúrulegum uppruna.
- II. Mengunarefni.
- III. Aðskotaefni sem myndast við geymslu, vinnslu og framreiðslu.

## VARASÖM EFNI AF NÁTTÚRULEGUM UPPRUNA

### a) Snefilmálmur

Snefilmálmur eru hluti af náttúrulegu umhverfi. Sumir hafa veigamiklu hlutverki að gegna sem næringarefni en aðrir hafa engu þekktu hlutverki að gegna í lífverum t.d. kvikasilfur, kadmín, blý og arsen.



Mynd 1. Kvikasilfur í holdi þorsks 1981-1988.

Náttúrulegt innihald snefilmálma í lífverum getur verið breytilegt frá einum stað til annars og háð t.d. eldvirkni svæðisins, gerð berggrunns, uppblæstri lands og veðurfari. Getur þetta leitt til herra innihalds í ákveðnum tilvikum en leyfilegt hámarksgildi segir til um í sjávarfangi. Einnig geta ákveðnar lífverur, sem standa ofarlega (aftarlega) í fæðukeðjunni og verða gamlar, safnað í sig svo miklu af einstökum málum að hætta getur stafað af. Hákarlar, háffiskar, hvalir og stórlúða eru dæmi um tegundir, sem geta safnað kvikasilfri yfir leyfilegt hámarksgildi, en langlúra og þykkvalúra eru dæmi um fiska sem safna í vöðva sína arseni í miklu mæli og kemur það líklega til af fæðuvali þeirra.

Hvalkjöt getur innihaldið töluvert af kadmíni.

Kræklingur er lífvera sem safnar flestum málum í vefi sína. **Almennt er unnt að fullyrða um íslenskt nytja-sjávarfang að innihald þungmálma er jafnlágt eða lægra því lægsta sem gerist í sambærilegum lífverum annarra hafsvæða og er langt undir gildandi hámarksgildum málma í matvælum.** Því má leiða að

því getum að hér sé ef til vill um náttúrulegt grunninnihald þessara málma að ræða.

**Kadmín.** Rækja, humar og hörpuðiskur innihalda oft mikið af **kadmíni** í innnyflum og fer það eftir hvernig vinnslu er háttáð hversu mikið kann að berast til neytanda. Íslenskt sjávarlífríki inniheldur tiltölulega mikið af kadmíni í innnyflum en á því hafa ekki enn fundist fullnægjandi skýringar. Þess ber þó að geta að vöðvi t.d. bolfiska inniheldur mjög lítið kadmín þrátt fyrir háan styrk í innnyflum. Meðal kadmíninntaka jarðarbúa er um 40% af hámarksneyslugildi efnisins og af einstökum fæðutegundum er skelfiskur með hæstan meðalstyrk (eins og fyrir blý). Hlutur skelfisks er hinsvegar tiltölulega lítill í heildarneyslu á kadmíni (um 5%).



Mynd 2. Massagreininir tengdur gasgreini til mælinga á lífrænum aðskotaefnum.

**Blý.** Þó innihald blýs í skelfiski sé yfirleitt með því hæsta sem gerist í matvælum í heiminum, er neyslu þannig háttáð að hlutur skelfisks er óverulegur. Styrkur blýs í þeim íslenska skelfiski sem rannsaður hefur verið er hlutfallslega mjög lágur. Stærsta einstaka uppspretta blýs fyrir manninn er neysluvatn (um 16% af heildarneyslu), en sjávarfang (skelfiskur meðtalinn) stendur aðeins fyrir rúmlega 1% af heildarneyslu.

Á eftir neysluvatni koma ýmsar jurtaafurðir.

**Arsen.** Sjávarafurðir eru þau matvæli sem innihalda langsamlega mest. Þang og þari innihalda einnig mikið af arseni. Um 90% af því arseni sem er að finna í sjávarfangi er á mjög stöðugu lífrænu formi sem hefur engin eituráhrif og líkaminn skilar frá sér á mjög skömmum tíma (nokkrum dögum). **Kvikasilfur.** Lífrænt bundið kvikasilfur eins og það kemur fyrir í fiski (metýl-kvikasilfur) er nokkru eitradra en ólífrænt kvikasilfur. Almennt miðast hámarksneyslugildi við tíunda hluta

Þess magns sem veldur langtíma eiturráhrifum („krónískum“ eiturráhrifum) hjá meðalmanni, en þau eru yfirleitt mun lægri en bráðaeiturráhrif („akút“ eiturráhrif). Barnshafandi konum (fóstri) og mjólkandi eru hins vegar mun hættar við eitrunum af völdum metýl-kvikasilfurs en meðalmanni (veldur hreyfihömlun barna).

**Yfirleitt er gengið út frá því sem vísu að sjávarafurðir séu stærsta uppspretta kvikasilfurs í matvælum.** Það er þess vegna sem mestar upplýsingar eru til um innihald kvikasilfurs í sjávarfangi en vantar í mörgum tilvikum um aðra mikilvæga fæðuflokka af landi. Hlutur sjávarafurða í inntöku kvikasilfurs er frá því að vera minnst 20% í Belgíu og Hollandi í að vera 85% í Finnlandi og Bandaríkjunum.

**Rannsóknir benda til að sjávarlífverur hafi þróað með sér margskonar varnarkerfi gagnvart ýmsum þeim málum sem er að finna í náttúrulegum styrk í umhverfi þeirra og að neytandi þeirra njóti góðs af.**

## b) Ofnæmisvaldandi efni

Sjúkleg viðbrögð líkamans gagnvart matvælum geta komið til vegna einhverra náttúrulegra eiginleika í þeim, en einnig vegna innihalds þeirra á örverum, þörungaeitri, aukefnum eða mengunarefnum. Ef þessi viðbrögð koma til vegna oförvunar á ónæmiskerfi líkamans, er talað um ofnæmi. Fæðuóþol kemur hins vegar til vegna þess að niðurbrot ákveðins efnis í matvælum gerist ekki með eðlilegum hætti.

Ofnæmisviðbrögð vegna neyslu matvæla geta verið af ýmsum toga, en oft birtast þau sem húðroði eða útbrot, tunga eða andlit þrútnar, ógleði, uppköst og niðurgangur. Við innöndun eims við suðu eða vinnslu á sjávarfangi getur komið til ýmissa viðbragða í öndunarfærum, s.s. hrygla í brjósti, hósti, nefrennsli og öndunar-erfiðleikar. Fyrir mjög viðkvæma einstaklinga getur ástandið orðið lífshættulegt. Í tilvikum sjávarafurða koma þessi viðbrögð yfirleitt fram eftir nokkrar mínútur eftir innöndun eða neyslu. Við vinnu með suðu á skelfiski eru dæmi um að einkenni komi fram nokkrum klukkustundum síðar. Fiskofnæmi virðist almennt valda kröftugri og alvarlegri ofnæmisviðbrögðum en flestar aðrar fæðutegundir.

Ofnæmi fyrir sjávarafurðum er talið nokkuð algengt þó faraldursfræðilegar athuganir séu fáar. Tíðni fisk-ofnæmis vex með aukinni fiskneyslu hverrar þjóðar. Rannsóknir hafa sýnt að fiskofnæmi er mjög mismunandi meðal þjóða. Almennt fæðuofnæmi barna, t.d. vegna mjólkur, hverfur yfirleitt með aldri en það á ekki við um fiskofnæmi. Um 2,5-sinnum fleiri piltar en stúlkur reynast hafa fiskofnæmi. Fiskofnæmi kemur til

vegna tiltölulega lítils eggjahvítefnis eða peptíðs (100-120 amínósýrur), parvalbumin, sem er sírt, mjög vatnsleysanlegt og hitaþolið, þ.e. ofnæmiseiginleiki þess breytist ekki við suðu. Eina úrræði fólks með fæðuofnæmi er að forðast þá fæðutegund sem ofnæmi veldur.

## c) Þörungaeitur í skelfiski

Um tvo flokka er að ræða; annars vegar blágrænuþörungur (cyanobacteria) í ferskvatni og strandsjó, og hins vegar ákveðna skorupþörungur (dinoflagellates) og a.m.k. eins kísilþörungur (diatom) í sjó.

Í Svíþjóð, Rússlandi og víðar veiktist og jafnvel dó fólk allt fram til 1960 úr s.k. Haffs-veiki eftir að hafa borðað fisk, sem hafði étið þörunginn *Microcystis aeruginosa*. Líkur benda til að eitru þessa þörungs hafi safnast fyrir í fisknum, en sumir telja að um hafi verið að ræða ensímið þíamínas (sjá neðar), sem safnast fyrir í fiski hafi hann étið blágrænuþörungur.



Mynd 4. Vökvagreininir til mælinga á t.d. þörungaeitri.

Seinni flokkur þörungaeiturs er stundum kallaður **skelfiskeitur**. Hér er um að ræða eiturefni, sem vakið hafa mikla athygli hin síðari ár. Það eru skorupþörungur-eitranirnar **PSP** eða lömunareitrun (*Alexandrium*-þörungur), **DSP** eða niðurgangseitrun (*Dynophysis*-þörungur) og **NSP** eða taugaeitrun (*Gymnodinium*-þörungur) auk kísilþörungaeitrunarinnar **ASP** eða ómíniseitrun (*Pseudonitzschia*-þörungur). Í öllum tilvikum nema **ASP** er um flóknar blöndur efna að ræða sem valda eitrun og er eitrið því mælt með dýratilraunum.

Af ofanefndum þörungum má finna alla nema *Gymnodinium*-þörungur hér við land. Staðfest hafa verið a.m.k. tvö tilvik PSP-eitrunar frá skelfiski hér á landi og eru nokkrar líkur taldar á að eitt til tvö tilvik sýkinga fólks vegna neyslu skelfisks hér á landi megi rekja til

**DSP. DSP er sú eitrun sem hvað mest er áberandi á Norðurlöndum** og hafa t.d. norsk stjórnvöld bannað alla skelfisktínslu almennings af þessum sökum og hefur DSP valdið verulegu tjóni þar í t.d. kræklingaeldi. Þá hafa þörungablómar með eitruðum Alexandríumþörungum herjað í fjörðum í Færeyjum. **Skæðasta eitrið er PSP þar sem það getur valdið skammtímalömun og getur jafnvel valdið dauða. Komið hefur í ljós að bæði PSP- og DSP-eitrun getur vaxið með lækkuðu hitastigi sjávar en ýmsir umhverfisþættir aðrir hafa áhrif.**

#### d) Ýmis varasöm efni

Í ákveðnum lífverum má finna efni sem vegna eðlis síns geta verið varasöm. Má þar nefna efnið tetramín í hafkóngi (*Buccinum undatum*), en hafkóngur myndar það líklegast til að lama bráð sína og er að finna í meltingarvegi kuðungsins. Tetramín getur valdið sjóntruflunum, náladofa og titringi í vöðvum. Einnig getur komið til lömunar og yfirliðs. Þetta efni hverfur ekki og eyðist hægt við geymslu eða matreiðslu. Einkenni eru yfirleitt yfirstaðin innan sólarhrings. **Almennt má segja að náttúruleg eiturefni af þessu tagi séu sjaldgæf í sjávarfangi miðað við önnur matvæli, sérstaklega matvæli úr jurtaríkinu.**

Trímetylamínóxið, **TMAO**, er að finna í öllum sjávarfiski og er eitt helsta hlutverk þess að gera þeim mögulegt að lifa í söltu umhverfi, t.d. hverfur þetta efni úr laxi á um einum sólarhring þegar hann gengur upp í á eða fljót og hækkar aftur hratt þegar hann gengur aftur í sjó. Efnið hefur venjulega lítil sem engin áhrif á neytendur en í hákarli getur það náð svo háum styrk að ofnæmiseinkenni geta birst í viðkvæmum einstaklingum. Í hráu fiskholdi, sérstaklega skelfiski, er að finna ensímið **þíamínas**, sem brýtur niður B1-vítamínið þíamín. **Þetta er eitt af fáum svokölluðum andnæringarefnum í sjávarfangi, en það eru efni sem geta annaðhvort hindrað upptöku næringarefna eða eyðilagt nauðsynleg næringarefni.**

Sum efni geta vegna mikils styrks verið varasöm (t.d. **A-vítamín** í hákarla- og lúðulífur). Það er ekki óalgengt að innihald tiltekins efnis ráði úrslitum um það hvort það er eitrad eða beinlínis hollt og æskilegt. Auk dæmisins um A-vítamín má nefna ýmis snefilefni, t.d. selen, en mörk milli lægsta æskilega skammts af því með fæðu (0,05-0,2mg á 70kg mann og dag) og fyrstu eituráhrifa (0,7-14mg á 70kg mann og dag) eru mjög þröng.

#### MENGUNAREFNI

Rannsóknir á Rf varðandi þungmálma og klórlífræn efnasambönd þjóna tvennum tilgangi. Annars vegar er

um rannsóknir að ræða til að gera erlendum sem innlendum kaupendum grein fyrir innihaldi þessara efna í þeim hlutum sjávarafurða sem neytt er. Hins vegar er um að ræða rannsóknir sem gera grein fyrir ástandi íslenskra hafsvæða með tilliti til mengunar og er þá ekki endilega um nytjafurð að ræða heldur t.d. lifur ýmissa fisktegunda. Rannsóknir af þessu tagi fara í vöxt því heilbrigðisyfirvöld t.d. innan ESB og einnig kaupendur vilja í auknum mæli fá að vita úr hvers konar umhverfi matvælin koma.

**a) Aukið innihald náttúrulegra efna umfram eðlilegt vegna verka mannsins.** Um þungmálma hefur verið fjallað en **um geislavirkni í íslensku sjávarlífríki má segja að hún sé almennt mjög lág vegna þynningar hennar í sjó miðað við uppsprettur sínar og leiðir sjávarstrauma, en veigamesta uppsprettan hvað Ísland varðar er Írská hafið.**

**b) Framandi efni í náttúrinni.** Þannig efni, oftast lífræn, eru framleidd í ýmsum tilgangi og er best skipt eftir þeirri starfsemi, sem þau eru ættuð frá eða ætluð til. Ólíkt flestum málum er náttúrulegur styrkur þeirra enginn.

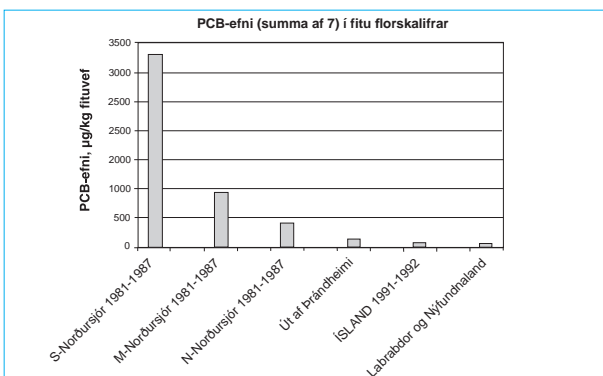
**1. Varnarefni** (pláguefni, „pesticides“), t.d. DDT, Toxafen, HCB, Lindan, Chlordan-efni, endósúlfan, aldrin, endrin og sægur annarra klórlífrænna og þrávirkra efnasambanda hafa verið framleidd til notkunar í matvælaframleiðslu, sérstaklega í landbúnaði. Þau hafa verið notuð sem vörn gegn ýmsum plágum s.s. skordýrum, illgresi, sveppum, ornum, sniglum, nagdýrum og fuglum. En með lofti, ám og lækjum hafa efnin hafnað í hafinu þar sem þeirra er jafnvel meira leitað en í þeim afurðum, sem framleiddar voru með hjálp þeirra.



Mynd 4. Atómgleypimæling í loga til mælinga á ólífrænum snefilefnum.

Köfnunarefnis- og fosfórefnasambönd, sem er nýrri kynslóð pláguafna, brotna hraðar niður í náttúrunni en þau klórlífrænu og því óverulegt vandamál í íslenskum sjávarafurðum, þar sem reikna má með að bróðurpartur þessara efna sé kominn langt að með bæði haf- og loftstraumum. **Vegna þess hve mörg hinna klórlífrænu efna eru stöðug (þrávirk), þ.e. brotna hægt niður í náttúrunni, munu þau verða vandamál lengi enn. Það sem er e.t.v. uggvænlegast við sum þessara efna er sú staðreynd, að með tímanum munu þau safnast upp á kaldari svæðum jarðar, sérstaklega norðurhluta, fjarri notkunarstað. Sem dæmi um slíkt efni er Toxafen, mjög flókin blanda hundruða efnasambanda, sem tók við af DDT þegar það var bannað. Þetta efni var mikið notað við bómullarrækt í suðurhluta Bandaríkjanna og er enn notað í þriðja heiminum vegna þess hve ódýrt það er í framleiðslu. Toxafen hefur dreifst um heimshöfin og vex styrkur þess er norðar dregur og er það algengast lífrænna mengunarefna í lífríki á norðurslóð.**

**2. Iðnaðarefni**, t.d. PCB-efni, hin illræmdu díoxín- og díbensófúranefni, lífrænir leysar, olía og yfirborðsvirk efni úr sápum, þvotta- og hreinsiefnum. PCB-efnin eru mjög þrávirk og voru notuð mjög mikið við framleiðslu margvíslegra hluta. Sem dæmi má nefna að PCB-efni voru notuð ein sér eða blönduð öðrum olíum í pumpum og þrýstivökva, spennum, þéttum og varmaskiptum, sem hjálpar- og mýkingarefni í smurólíum og kítí, gerviefnum ýmiskonar, prentbleki, málningu, kalkípappír og jafnvel varalit. **Af þessum sökum er unnt að finna PCB-efni nær hvar sem er.** Um tveir þriðju hlutar þeirra 1,2 milljóna tonna af PCB-efnum sem framleidd voru í heiminum eru enn í notkun og eru um 20% þeirra að finna í vistkerfi sjávar en 12% í vistkerfi á landi.



Mynd 5. PCB-efni (summa af 7) í fitu.

Innihald PCB-efna lækkaði í lífverum fyrst eftir að vesturlönd bönnuðu framleiðslu og notkun þeirra, en frá miðjum níunda áratug hefur magn þess staðið í stað. Mörg PCB-efna eru mjög eitruð og PCB-efnin voru oft mjög menguð með díoxínum, m.a. af ákveðnu TCDD-efni sem er eitt aleitraðasta efni sem menn þekkja. Þegar styrkur PCB-efna í fæðu manna er athugaður, kemur í ljós að sjávarfang inniheldur mestan styrk meðal þjóða bæði austan hafs og vestan og er jafnframt meginuppspretta þessara efna í mat t.d. á Norðurlöndum. **Rannsóknir á Rf á íslensku sjávarfangi sýna að styrkur ofangreindra efna hér er töluvert langt undir því lögsta sem gerist í samsvarandi sjávarfangi í Norðursjó**, en þar vex styrkur eftir því sem sunnar dregur og er langt undir gildandi hámarksgildum fyrir matvæli. **Engu að síður hefur sjávarfang fengið á sig óorð sums staðar vegna þessara efna** og þá gildir oft einu hvort fiskur kemur af hreinum svæðum eða ekki. PCB-efni og skyld efni safnast fyrir í fituvef og því meir, sem lífverur verða eldri. Lífríki hér á norðurhluta jarðar er nokkur meiri hætta búin en sunnar, þar sem lífverur safna meiri forðafitu þar og hafa því mikla rýmd („forðageymslu“) fyrir þessi efni. Auk þess verða þær eldri, efnin brotna hægar niður vegna minni birtu og hita. Á móti kemur að hafstraumar eru hagstæðir hér við land eins og áður er getið.

**3. Efni frá ýmissi starfsemi manna.** Hér má nefna t.d. efni sem myndast við lághitabruna sorps (t.d. díbenso-p-díoxín, díbensófúranefni og pólýarómátísk kolvatns-efni), myndefni frá bruna olíu og kola (t.d. arómátísk fjölhringjasambönd, þungmálmur, hringlaga köfnunarefnis- og brennisteinssambönd) og klórmeðhöndlun yfirborðsvatns (t.d. díbenso-p-díoxín og díbensófúranefna auk mikils fjölda klórlífrænna efnasambanda).

## EFNI SEM MYNDAST VIÐ GEYMSLU OG VINNSLU

Við örveruniðurbrot á amínósýrunni histidín í t.d. makrílum, túnfiskum og jafnvel síld að einhverju marki, myndast **histamín**, sem veldur s.k. „Scombroid fish poisoning“ (ógleði, uppköst og niðurgangur). Leyfilegt hámarksgildi þess er yfirleitt 200mg/kg. Í ákveðnum fisktegundum af þorskfiskaætt myndast **dímetylamin** (DMA) við frystingu. Þetta efni sem slíkt er ekki eitruð en úr því getur myndast **dímetylnítrósamín** (DMNA), sem er mjög krabbameinsvaldandi, t.d. við vinnslu og matreiðslu en einnig í meltingarvegi, sérstaklega ef nítrít eða nítrat er jafnframt til staðar. Nítrít og nítrat eru til staðar í ýmsu

grænmeti. Ekki hefur verið sett hámarksgildi fyrir DMA eitt sér, en fyrir samanlögð nítrósamín (að mestu DMNA í fiskafurðum) er til leyfilegt hámarksgildi (0,007mg/kg).

**Lífræn peroxíð** og **aldehýð** myndast við þránun fitu. Hin mjög svo ómettaða fita fisks er mjög viðkvæm fyrir þránun og er sjávarfang því vandmeðfarið að þessu leyti. Um er að ræða stóra efnaflokka. Flest peroxíða eru stökkbreytandi og grunur leikur á að þau geti verið krabbameinsvaldandi. Ekki hafa verið útbúin leyfileg hámarksgildi fyrir lífræn peroxíð. Um aldehýð er sömu sögu að segja; þau eru mörg hver stökkbreytandi og grunuð um að vera krabbameinsvaldandi. Það aldehýð, sem einna mest myndast við þránun fitu er malondi-aldehýð, en innihald þess er mikið notað til mats á gæðum fitu matvæla og þannig hefur það hámarksgildi. **Hér má einnig nefna oxaðar afleiður kólesteróls, en þær myndast við þránun fitu og eru mikið rannsakaðar um þessar mundir þar sem líkur benda til, að þær geti verið orsakavaldar þeirra hjarta- og æðasjúkdóma sem kólesteról var áður talið valda.** Þar sem aðskotaefni eru einnig skilgreind sem þau efni „sem myndast í matvælum og breyta eiginleikum, sam-

setningu, gæðum eða hollustu þeirra“, er ýmis meðferð matvæla jafnvel heima í eldhúsi líkleg til að mynda aðskotaefni í þeim. Of langt mál er að fara ítarlega út í þau efni hér og eru þau í raun efni í sérstakan pistil. Þó má minnst á:

**Arómatísk fjölhringjasambönd** (PAH-efni), en þau varasömustu þeirra, benso(a)pyren og dibenso(a,h)anthracen, eru krabbameinsvaldandi í litlum styrk og myndast við kolun matvæla t.d. við steikingu. **Ýmis nítrósamín**, t.d. DMNA, myndast úr amínum fisks og kjöts við reykingu, en einnig við þurrkun og steikingu.

Stökkbreytandi og/eða krabbameinsvaldandi **hringlaga köfnunarefnissambönd** myndast við reykingu matvæla, en einnig við steikingu þegar prótín eru hituð mikið. Þessi efni hafa fengið mikla athygli undanfarin ár.

**Acrolein**, sem myndast við steikingu í fitu, er stökkbreytandi en þó ekki krabbameinsvaldur. Þá myndast einnig ýmis lífræn peroxíð og aldehýð, sem lýst var hér að ofan.

*Guðjón A. Auðunsson*

**Ritstjóri:** Jónas Bjarnason

**Heimilisfang:** Skúlagata 4, Pósthólf 1405  
121 Reykjavík

**Sími** 562 0240, **Fax** 562 0740

**Netfang:** info@rfisk.is

**Veffang:** www.rfisk.is

**Prentvinnsla:** Hjá GuðjónÓ