



FLÚOR

Hvað er flúor og hvaða áhrif hefur hann á fólk?

Eftir Alan Davison, prófessor

Útgefandi: Alcoa Fjarðaál, 2015

Frumefnið flúor er svo hvarfgjarnt að það finnst ekki í náttúrunni. Það fyrirfinnst einungis í efnasamböndum með öðrum frumefnum, t.a.m. kalsíum, magnesíum og áli í formi flúoríðs. Þess vegna nota vísindamenn orðið flúoríð frekar en flúor.

Eldgos eru þekkt um allan heim sem uppspretta flúoríðs en það er ekki eins þekkt að flúoríð af einu eða öðru tagi er að finna alls staðar í umhverfinu. Flúoríð er náttúrulegur, altækur og óumflýjanlegur hluti af umhverfi okkar. Til dæmis er það að finna í nokkru magni í beinum okkar.

Í jarðvegi er að finna töluvert mikið flúoríð en hann inniheldur yfirleitt frá 100 til 600 milligrömm í hverju kílógrammi (mg/kg eða ppm) og í sumum jarðvegi er mun meira magn að finna. Í flestum tegundum af jarðvegi er flúoríð tryggilega bundið við jarðefni, þannig að plöntur söga mjög lítið magn af því til sín. Með tímanum deyja þær eða dýr éta þær, þannig að flúoríðið snýr aftur í jarðveginn. Steingerðar plöntur eins og kol innihalda flúoríð sem losnar þegar þau eru brennd.

Mjög lítið magn af flúoríði síast úr jarðvegi og þess vegna er alla jafna ekki mikill styrkur flúoríðs í ám og drykkjarvatni, eða yfirleitt minni en 0,1 mg/l. Þó er jafnan meiri styrkur þar sem um jarðefni með flúoríð-innihaldi er að ræða. Í Bretlandi fyrirfinnst jarðefni sem kallast flúorspat, og þar getur staðbundið vatn innihaldið allt að 1 mg/l, en sums staðar í Indlandi og Kína getur styrkurinn

verið yfir 2 og allt upp í 25 mg/l. Í sjónum er frekar flúoríðríkt umhverfi með styrk upp á 1,3 til 1,4 mg/l.

Í lofti er yfirleitt svo lítill styrkur að hann mælist varla en eldgos og skógareldar eru náttúrulegir orsakavaldar sem auka flúoríðstyrk í lofti í skamman tíma. Ýmsir iðnaðarferlar (framleiðsla á áli, stáli, múrsteinum og gleri, fosfatáburður, ýmis efni og kísilflögur), og brennsla á efni sem inniheldur flúoríð (timbur, kol, fatnaður, lyf), geta aukið styrkinn í lofti á ákveðnum stað eða ákveðnu svæði. Vindborið flúoríð berst yfir land, jarðveg og vatn.

Hvaðan fá menn og húsdýr flúoríð í líkamann?

Við komumst öll í snertingu við flúoríð í lofti, vatni og fæðunni sem við borðum. Því er þó þannig farið með loftið, jafnvel á stöðum þar sem styrkur flúoríðs er hár, að það er lítilvægur orsakavaldur vegna þess að það magn sem berst í líkamann með andardrættinum og situr eftir í honum, er svo veigalítið. Árið 2000 staðfesti Alþjóðaheilbrigðismálastofnunin að „helstu upptök flúoríðs sem berst í menn eru matur og vatn. Fyrir utan hugsanleg váhrif á vinnustað eru hverfandi líkur á því að fólk fái í sig flúoríð með innöndun.“ Þetta þýðir að vetnisflúoríð (HF) í lofti á íbúðarsvæðum skiptir ekki miklu máli varðandi flúoríðinntöku íbúanna (eða kinda, hesta og annarra dýra).

Það magn flúoríðs sem berst



Dr. Alan Davison er prófessor á eftirlaunum í Newcastle, Englandi. Hann kenndi umhverfislíf-fræði og stundar rannsóknir á áhrifum flúoríðs og brennisteinsdíoxíðs. Hann hefur skrifað margar bækur og greinar um mengun og umhverfisáhrif og er einn helsti sérfræðingur heims á sviði flúors.

inn í líkamann með vatni, öðrum drykkjum og mat, er mælt í meðalfjölda millígramma á hvern fullorðinn einstakling á dag, og það eru alls konar viðmið gefin upp hjá stofnunum um allan heim. Þessi viðmið eru breytileg eftir mataræði en þau eru á bilinu frá u.p.b. 1 upp í rúm 3 mg/dag fyrir hvern einstakling. Nokkur dæmi frá nýutgefnum bæklingi frá yfirvöldum í Nýja-Sjálandi er að finna í töflu 1. Í þessum sama bæklingi er að finna lista yfir flúoríðinnihald vatns, annarra drykkja og alls konar matvöru. Alþjóðaheil-

Tafla 1		Alþjóðleg áætluð inntaka af flúoríði fyrir fullorðna einstaklinga			
Land	Ár	Hópur	Lýsing	Áætluð meðalinntaka (mg/dag)	Heimild
Ástralía	1994	Fullorðnir karlar	Einkennandi mataræði (þ.m.t. mjólk og te)	3,18	(National Health & Medical Research Council 1999)
Kanada	1986-1988	20-39 ára karlar	Allt mataræði, vatn	2,54	(Dabeka og McKenzie, 1995)
		20-39 ára konur	Með 1 mg/l flúoríði	2,17	
	40-65 ára karlar		3,03		
	40-65 ára konur		2,62		
	65+ ára karlar		2,59		
	65+ ára konur		2,41		
Bretland	1997	Meðaltal lands	Allt mataræði, vatn	1,2	(Food Standards Agency, 2000)
		Fullorðnir neytendur	Frá sýnatökustöðum (bæði flúorbætt og óflúorbætt)	0,94	
Bandaríkin (Baltiore)	1970	16-19 ára karlar	Einkennandi mataræði	0,8-0,9 (eingöngu matur) 2,1-2,4 (matur og vatn)	(San Filippo og Battistone, 1971)

Heimild: P. Cressey, S. Gaw og J. Love (2010). „Estimated Dietary Fluoride Intake for New Zealanders.” Journal of Public Health Dentistry, 70 (4): 327-336.

brigðismálastofnunin og aðrar stofnanir hafa gefið frá sér svipaða lista og þeir sýna allir sams konar styrk.

Þær mælieiningar sem eru notaðar geta verið mismunandi. Annars vegar tala vísindamenn um styrk í plöntum eða jarðvegi mældan í millí-

grömmum á hvert kíló af þurrþyngd (eftir þurrkun í ofni) vegna þess að vatnsinnihald er misjafnt og getur breyst á skömmum tíma. Hins vegar er talað um styrk í matvörum mældan í millígrömmum á hvert kíló af ferskri vöru, vegna

þess að þannig er hún notuð í eldhúsinu. Þessar mismunandi mælieiningar skipta miklu máli þegar horft er á tölurnar. Til dæmis, ef salatblöð innihalda 1 mg/kg þurrþyngd, má reikna með að þegar salatblöðin voru fersk og innihéldu vatn, hafi styrkurinn verið u.þ.b. 10 sinnum minni, eða 0,1 mg/kg af votþyngd.

Tafla 2 sýnir flúoríðinnihald ýmissa drykkjar- og matartegunda sem var birt í nokkrum skýrslum, m.a. þeirri frá Nýja-Sjálandi sem vísað var til fyrr í þessari grein.

Alþjóðaheilbrigðismálastofnunin (2006) fullyrðir að vatn sé meginuppspretta flúoríðs um allan heim. Það er ekki eingöngu vegna þess að vatn er drukkið í miklu magni, heldur er það einnig notað í undirbúning og eldun á mat.

Vatnsgreiningin sem er hluti af eftirlitsáætlun Fjarðaáls, hefur sýnt að styrkurinn er yfirleitt á bilinu 0,02 til 0,05 mg/l sem er mjög lágt. Ef þú drekkur 1 lítra af kranavatni eða lindarvatni á svæðinu, færðu aðeins snefil af flúoríði með því en ef þú byggir í borg eins og t.d. Newcastle á Englandi, þar sem flúoríði er bætt í vatnið, væri það um 2 mg. Vatn sem keypt er í flöskum inniheldur mismunandi mikið flúor en í sumum löndum er styrkurinn frá 0,5 upp í 1,0 mg nokkuð algengur (mynd 1).

Tafla 2 sýnir að meðalstyrkur flúoríðs í tei er um 1,15 mg/l. Teplantan er óvenjuleg að því leyti að hún sýgur til sín mikið magn af

Tafla 2

Áætlað flúoríðinnihald matar og drykkjar úr ýmsum áttum

Tegund	mg flúoríð/kg votþyngd EDA mg/l	Tegund	mg flúoríð/kg votþyngd
Bjór	0,1-0,3	Perur	0,04
Ávaxtasafi	0,1-0,3	Rúsínur	0,8
Skyndikaffi	0,15	Baunir	0,34
Te	1,15	Kál, soðið	0,13
Drykkjarvatn	<0,1-1,0	Gulrætur, soðnar	0,03
Flúorbætt drykkjarvatn	1,0	Salatblöð	0,36
Vín	0,17	Baunir, frosnar	0,1
Smákökur, All Bran, kex	0,2-0,6	Kartöflur, soðnar	0,3
Brauð, pasta, haframjöl, morgunkorn	0,1-0,6	Tómatar	0,17
Mjólkurvörur: ostur, mjólk, ís	0,04-0,30	Nautakjöt	0,19
Smjörlíki, smjör og olía	0,05	Kjúklingur	0,2
Epli	0,08	Egg	0,12
Apríkósur, þurrkaðar	0,15	Fiskur, ýmiss k.	0,10-0,20
Banani	0,06	Lambalæri	0,51
Kúrennur	0,16	Svinakjöt	0,18
Appelsínur	0,1	Niðursoðinn lax	3,6

Heimild: P. Cressey, S. Gaw og J. Love (2009). „Estimated Dietary Fluoride Intake for New Zealanders.” Skýrsla unnin fyrir heilbrigðisráðuneyti Nýja-Sjálands.

Tafla 3 Flúoríðinnihald nokkurra tegunda af tælaufum og tædrykkjum sem auðvelt er að nálgast í Bretlandi. Tædrykkir voru útbúnir með því að nota 2,6 g af tei (meðalþyngd í tepokum í Bretlandi) og 250 ml af soðnu, eimuðu vatni eða flúorbættu kranavatni frá Newcastle. Teið var látið laga sig í 5 mínútur. Úr Weinstein og Davison (2004).

Tegund	Loftþurrkuð lauf (mg/kg)	Lagað með eimuðu vatni (mg/l)	Lagað með flúorbættu kranavatni (mg/l)
Vinsæl tegund, birgir nr. 1, tælauf í lausu	333	3,5	4,6
Vinsæl tegund, birgir nr. 2, tepokar	320	3,5	4,6
Japanskt Sencha	238	2,0	3,1
English Breakfast, birgir nr. 3	237	2,6	3,6
Pu'er	237	2,2	3,2
Vinsæl tegund, birgir nr. 3, tælauf í lausu	221	1,9	3,0
Gunpowder	194	1,6	2,5
Darjeeling	131	1,1	1,9
Assam BOP	130	1,3	2,2
Kínverst Fujian Oolong	118	0,9	1,9
Assam, birgir nr. 3	108	1,2	2,1
Lapsang Souchong	75	0,7	1,6

flúoríði úr jarðveginum og safnar því í blóðin. Aðeins er vitað um u.p.b. 20 tegundir plantna á heimsvísu sem gera þetta. Tafla 3 sýnir niðurstöður rannsóknna sem gerðar voru í Newcastle á nokkrum tegundum af tei. Vinsælustu teblöndurnar sem eru seldar í Bretlandi gefa te sem inniheldur frá 1,9 upp í 3,5 mg/l, svo það er auðséð að te er ein aðal uppspretta flúoríðs í bresku mataræði.

Flestar matvörunar í töflu 2 sem eru í föstu formi, eru með lítinn styrk af flúoríði, sem er sérstaklega eftirtektarvert í ávöxtum og kornmat. Ein tegund sker sig þó frá flestum hinum en það er niðursoðinn lax með 3,6 mg/kg. Sjávarfiskur og skelfiskur inniheldur yfirleitt tiltölulega mikinn styrk af flúoríði vegna þess að styrkur þess er svo hár í sjó, og það má vel vera að laxinum hafi verið pakkað í þækil, en ástæðuna er sennilega að finna í beinunum og roðinu. Niðurstöður fyrir þorsk og ýsu er að finna í töflu 4.

Flúoríðinnihald ætra hluta fisks og skelfisks er frekar lágt en beinin og roðið af fiski og skelfiski innihalda yfirleitt hærri styrk. Matseld losar eitt-hvað af flúoríðinu inn í holdið þannig að þessir sjávarréttir skipta máli í mataræðinu. Ástæðan fyrir því af hverju bein og skel innihalda meiri styrk af flúoríði verður rædd síðar.

Flúoríð í tannhreinsivörum

Flestir þeir þættir sem leggja af mörkum flúoríð í neyslúvörur okkar eru taldir upp í töflu 2 en þessu til viðbótar er ein uppspretta sem ekki er í mat eða drykk: tannhreinsivörur eins og tannkrem. Flúoríð dregur úr tannskemmdum

en það er ástæðan fyrir því af hverju flúoríði er bætt í drykkjarvatn, svo og í tannkrem og sumar tegundir af munnskoli. Flúortannkrem inniheldur allt frá 500 upp í 1.500 mg/kg en flest innihalda meira en 1.000 mg.

Mynd 2 sýnir ráðlagt magn af tannkremi (u.p.b. 0,4 g) af tegund sem inniheldur 1.450 mg/kg. Það magn inniheldur u.p.b. 0,6 mg af flúoríði en hversu mikið af því magni fer inn í meltingarveginn þinn veltur á því hvernig þú notar tannkremið. Margir skola strax munninn með vatni en sumir tannlæknar ráðleggja fólki að skola ekki næsta klukkutímann eða svo, og að drekka ekki súra drykki (ávaxtasafa eða kóladrykki) til að leyfa flúoríðinu að virka.

Vatnsgæði í Reyðarfirði

Í starfsleyfi álversins er kveðið á um að fylgjast skuli með drykkjarvatni og ám. Vatnssýnum er safnað á tíu stöðum: fjórum í ám (W1, W2, W3 og W4) í Reyðarfirði. Fimm drykkjarvatnssýnum er safnað: þremur í Reyðarfirði (W7, W8, W9) og tveimur í Eskifirði (W5, W6). Eskifjörður er tekinn með til samanburðar við Reyðarfjörð vegna þess að hann er talsvert utan útblásturssvæðis. Auk þess eru tekin sýni úr Grænavatni, sem er lítið stöðuvatn. Sýni eru tekin fjórum sinnum yfir árið, í janúar, apríl, júlí og október. Náttúrustofa Austurlands skráir og tilkynnir niðurstöðurnar.

Allar niðurstöðurnar á árunum 2004 til 2013 eru á bilinu 0,01 til 0,08 mg/l, sem er einhver sá minnsti styrkur sem fyrirfinnst í heiminum og mun lægri en leyfilegt hámark á

Íslandi sem er 1,5 mg/l (reglugerð 536/2001). Dagleg neysla á 2 lítrum af vatni gefur þannig einungis af sér 0,02 til 0,16 mg af flúoríði.

Niðurstöður úr drykkjarvatnssýnum frá 2004-2013 í Reyðarfirði og Eskifirði er að finna á mynd 3. Öll sýnishornin nema eitt (W9), þar með talið úr ám, sýndu sama mynstrið gegnum árin: lægst árið 2004, svo stöðugt milli 2005 og 2008, en hækkaði upp í u.p.b. 0,08 mg/l árið 2009. Frá þeim tíma hefur styrkurinn fallið aftur niður í u.p.b. 0,03 mg/l. Eina undantekningin er W9, sem er eitt af drykkjarvatnssýnunum frá Reyðarfirði. Ég get ekki útskýrt ástæður breytingarinnar árið 2009 en styrkur upp á



0,08 er samt mjög lítill.

Það er ekki nógu mikið flúoríð sem kemur frá álverinu til að hafa einhver áhrif á ár, stöðuvatn eða drykkjarvatn, en þetta staðfestir lágur styrkur flúoríðs í sýnishornum sem voru eins frá Reyðarfirði og Eskifirði.

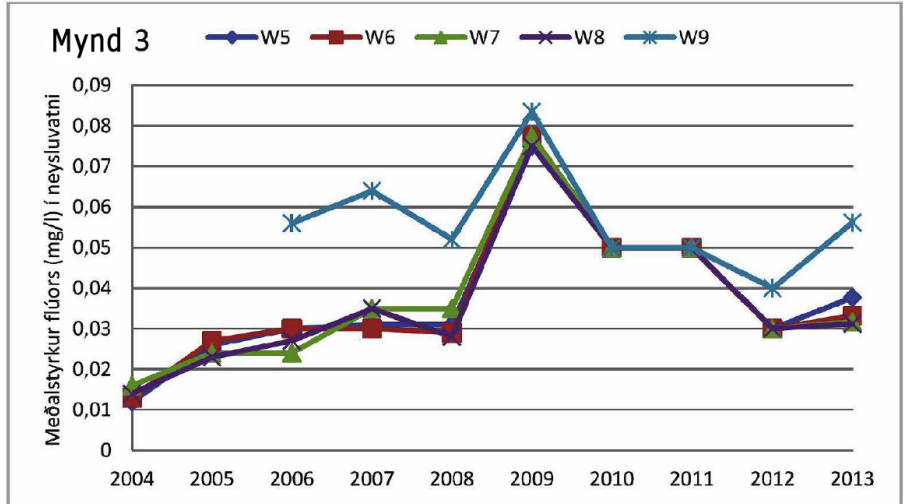
Matvörur framleiddar á svæðinu

Mest af því flúoríði sem við fáum í kroppinn kemur úr matar- og drykkjarvörum sem við kaupum og þær eru flestar framleiddar og unnar annars staðar. Heildarmagnið ákvarðast af magninu sem við neytum af þeim, og persónulegu vali okkar (te eða kaffi?), og einnig hvernig við notum tannhreiniefni. En hversu miklu máli skiptir flúoríð sem kemur frá álveri? Innöndun skiptir litlu máli þannig að einu hugsanlegu uppsprettur eru matvörur framleiddar á svæðinu: heimaræktaðir ávextir og grænmeti, villt ber, fiskur og kjöt.

Starfsleyfið kveður á um að fylgjast þurfi með berjum, grænmeti o.p.h., þannig að Náttúrustofa Austurlands hefur safnað sýnum á hverju ári.

Það er alltaf mjög lítill styrkur af flúoríði í ávöxtum og berjum, meira að segja þótt það sé flúoríð í loftinu. Ástæðan fyrir þessu er að ávextirnir taka ekki beint inn í sig flúoríð og ekkert af því flyst frá laufblöðum trjáanna inn í ávextina. Þar sem flúoríð er að finna í andrúmsloftinu getur eitt hvað af því sest á hýðið en það er yfirleitt í afar litlu magni.

Náttúrustofa Austurlands hefur skráð flúoríðinnihald í bláberjum og krækiberjum með mælieiningunni mg/kg þurrþyngd, þannig að til þess að gera styrkinn sambærilegan við



Meðalstyrkur flúors í neysluvatni á Eskifirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W7-W9) árin 2004-2013.

þann sem er að finna í töflu 2 þarf að breyta yfir í votþyngd með því að deila með 10. Flúoríðinnihald árið 2012 er að finna á mynd 4 til að taka sem dæmi. Sum árin hefur það komið fyrir að styrkurinn er aðeins hærrí en annars staðar á nokkrum stöðum í næsta nágrenni álversins, en jafnvel þar sem mesti styrkurinn hefur mælst hefur hann aðeins verið um 1 mg/kg af votþyngd og annars staðar yfirleitt um 0,1 til 0,3 mg/kg. Þessi styrkur er mjög nálægt greinimörkum. Lesendur geta reiknað út hversu mikið flúoríð þeir myndu innbyrða með því að borða færsk ber. Soðin ber eða berjasulta versu með mun minni styrk vegna þynningar af völdum annarra innihaldsefna.

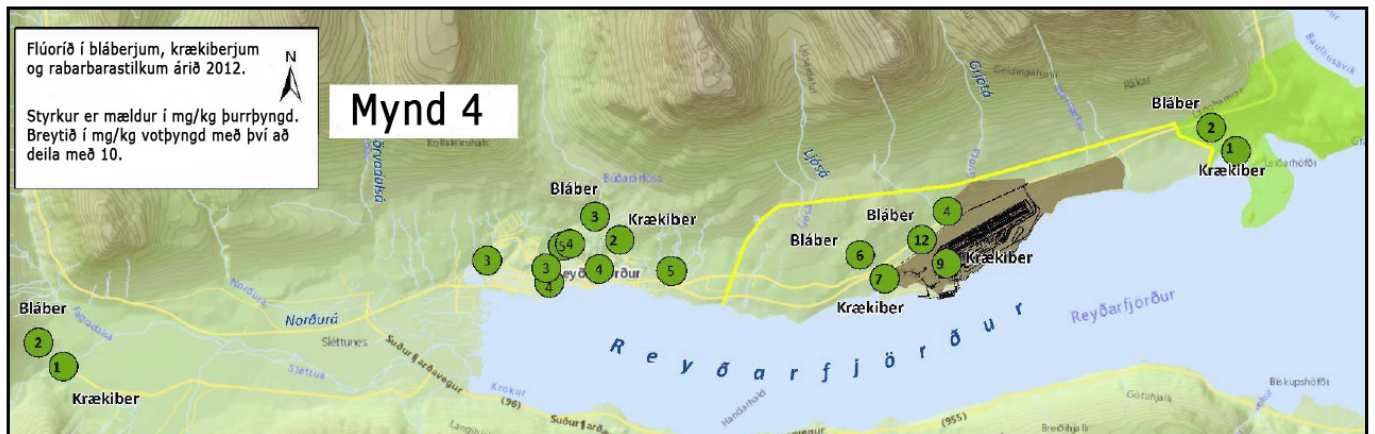
Sýnum af tveimur grænmetis- tegundum hefur verið safnað árlega: rabarbara og kartöflum. Sýnatökustaðirnir eru sýndir með gulu á mynd 5. Lægsta flúoríðinnihaldið sem er mælanlegt í þessum

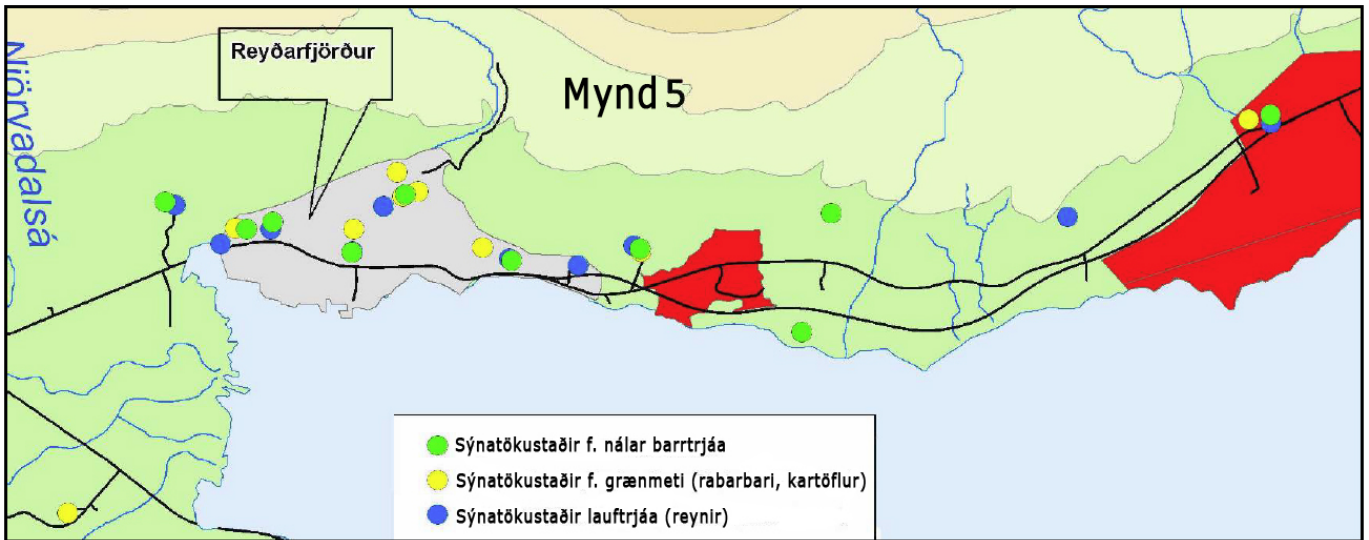
tegundum er 0,5 mg/kg af votþyngd og öll sýnin sem hafa verið greind eru fyrir neðan þessi mörk, þannig að styrkurinn er undir 0,5 mg/kg en ekki er hægt að tilgreina nákvæma tölu. Eldun dregur úr þessum styrk.

Í stuttu máli sagt, þá hefur eftirlit með villiberjum og staðbundnu grænmeti sýnt að það er engin marktæk hækkun á styrk flúoríðs af völdum útblásturs frá álverinu.

Fiskur og kjöt

Vindborinn útblástur hefur engin áhrif á fisk á svæðinu vegna þess að allt yfirborðsvatn á álverslóðinni er hreinsað. Jafnvel þótt yfirborðsvatni frá álverinu væri hleypt út í fjörðinn myndi það ekki leiða af sér nógu mikið flúoríð til þess að auka styrk þess í sjónum og þar með flúoríðinnihald fisksins. Þessi staðreynd var sannpröfuð í álveri Alcan í Lyne-mouth á Englandi. Helmingurinn af útblæstri álversins var hreinsaður





með sjó. Mjög mikið magn af sjó var leitt með röri inn í vothreinsistöðina og síðan var vatninu beint aftur út í sjó gegnum annað rör. Háskólinn í Newcastle var fenginn til þess að fylgjast með álverinu og í eftirlitinu fólst m.a. sýnataka af sjó frá innrennslinu og rétt fyrir utan útrennslisrörið. Það reyndist enginn munur vera á flúoríðinnihaldi sýnanna.

Íbúar spyrja oft hvort kjöt sem er framleitt í nágrenni við álver sé með hátt flúoríðinnihald. Svarið er að menn hafa vitað í a.m.k. 50 ár að flúoríð safnast ekki fyrir í kjöti. Ástæðan fyrir þessu er gefin neðar í þessari grein.

Hvað verður um flúoríð sem maður neytir?

Magnið af flúoríði sem fer út í blóðið veltur aðallega á ástandi meltingarfæranna en einnig á efnafræðilegum eiginleikum flúoríðsins. Um það bil 80-90% af flúoríðinu sem ein-

staklingur neytir sogast inn í blóðrásina en hitt fer út úr líkamanum með hægðum. Í tilvikum nautgripa sogast aðeins um 50% inn í blóðrásina og í tilvikum tólfötunga sem lifa á laubblöðum er upptakan minni en 10% vegna ólíks meltingarkerfis.

Ef flúoríðið er í mjög leysanlegu formi er upptakan í meltingarvegi auðveldari en þar sem kalsíum (kalk) er fyrir hendi, minnkar hún talsvert. Til dæmis var rannsókn gerð á vegum Alþjóðaheilbrigðismálastofnunar árið 2002 sem sýndi að upptaka flúoríðs minnkaði um 70% þegar þess var neytt með einu glasi af mjólk og kalkríkur morgunmaturlækkaði það enn meira. Aðrir þættir í mataræði þínu hafa áhrif á upptöku flúoríðs.

Blóð flytur flúoríðið yfir í alla hluta líkamans, þar með talda vöðva og nýru, svo efnið þynnist í vefjum þessara stóru líffæra. Styrkurinn er alltaf lægri (u.p.b. 50-80%) en í blóði. Með tímanum berst eitthvað af flúoríðinu til nýrnanna og þaðan út úr líkamanum með þvagi. Þegar flúoríðs er neytt, hækkar styrkur þess í blóði en innan nokkurra klukkustunda lækkar hann aftur niður í bakgrunnsgildi. Það sama gildir um vöðva og aðra mjúka vefi.

Hins vegar hvarfast það flúoríð sem berst til beina og tanna við kalk, og það safnast fyrir, þannig að í öllum beinum er styrkur flúoríðs frekar háur. Mynd 6 (á næstu síðu) sýnir styrk flúoríðs í mjaðmabeini einstaklinga. Takið eftir hvað styrkurinn eykst með aldrinum. Almennt lögmál sem gildir um öll dýr er að flúoríð safnast aðeins saman í líffærum eða vefjum þar sem kalk er fyrir hendi. Til þeirra teljast m.a. fiskbein, krabbaskel og hjartarhorn. Það safnast

ekki saman í mjúkvef eins og vöðvum. Þetta skýrir styrk flúoríðs í porski og ýsu sem sýndur er í töflu 4 og af hverju flúoríð í kjöti helst í bakgrunnsgildi jafnvel þegar búfé er á beit þar sem hátt flúoríðinnihald er í grasinu.

Áhrif flúoríðs á menn

Eins og mjög mörg efni er flúoríð til góðs í litlum skömmtum. Sé hins vegar innihald þess er hátt getur það haft áhrif, til dæmis á útlit (flekktar tennur), og sé það í enn meira magni geta áhrifin orðið jafnvel alvarlegri: skert hreyfigeta og verkir. Afjákvæðum áhrifum flúoríðs er einna þekktastur sá eiginleiki að draga úr tannskemmdum og þess vegna er vatn stundum flúorbætt og flúoríði er bætt út í tannhreinivörur. Styrkur þess flúoríðs sem bætt er í vatn er valinn í því augnamiði að hámarka gagnleg áhrif þess gegn tannskemmdum en jafnframt að draga sem allra mest úr hugsanlega skaðlegum áhrifum þess. Magnið er þá yfirleitt 0,5 til 1,2 mg/l en það veltur á lofthita og meðalmagni þess vatns sem fólk drekkur á dag. Mælt er með minnsta styrknum fyrir heitt loftslag þar sem fólk drekkur meira vatn daglega.

Þar sem flúoríð hefur áhrif á uppbyggingu beina var það notað hér áður fyrr sem meðferð við beinþynningu. Fyrir þrjátíu árum síðan fengu þeir sem þjáðust af beinþynningu ótrúlega stóra skammta af natriumflúoríði í töfluformi. Upplýsingar um þetta er m.a. að finna í skýrslu Alþjóðaheilbrigðismálastofnunarinnar frá 1984 en þar segir: „Lágmarks raunskammtur hefur nýlega verið staðfestur sem 30 mg af natriumflúoríði á dag þegar efnið er gefið með 1 g af kalki á

Tafla 4 Flúoríðinnihald þorsks og ýsu mg/kg votþyngd

Vefur	Þorskur Gadus morhua	Ýsa G. aeglifinus
Tálkn	2,1 ± 1,5	5,7 ± 2,9
Ásgrind	23,9 ± 4,9	49,3 ± 24,4
Roð	29,6 ± 19,2	37,0 ± 13,12
Kynkirtill	2,8 ± 1,9	1,5 ± 0,8
Lifur	1,2 ± 1,9	0,2 ± 0,1
Nýra	2,1 ± 2,3	0,6 ± 0,7
Magaveggur	19,2 ± 35,2	3,6 ± 1,6
Vöðvi	1,7 ± 1,0	1,8 ± 0,7
Fita	0,9 ± 0,6	0,5
Blóð	<0,2	

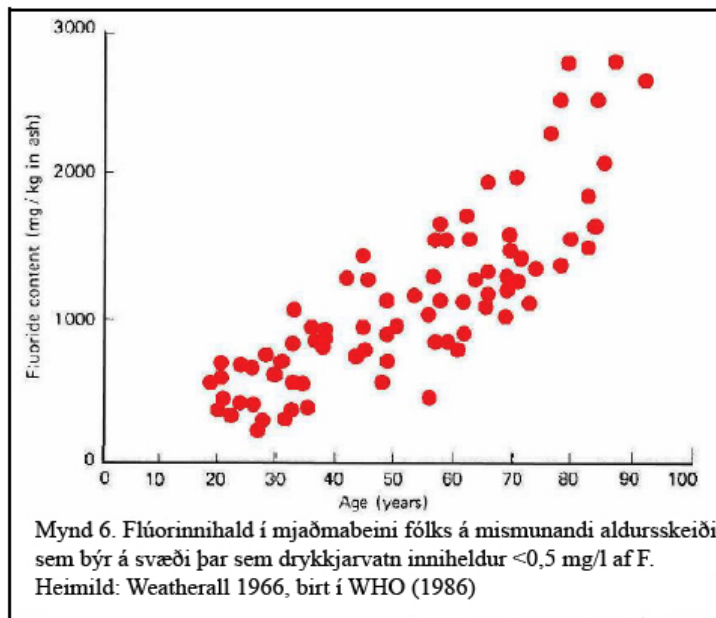
Wright & Davison, Environmental Pollution

dag.“ Þessi meðferð er ekki lengur notuð.

Ef flúoríð safnast saman í of miklu magni getur það leitt af sér ástand sem kallað er flúoreitrun. Einföld skilgreining á flúoreitrun er svohljóðandi: „Langvinnt ástand sem orsakast af of stórum skammti af flúorefna samböndum og veldur blettum á tönnum, og í alvarlegum tilfellum leiðir hann til kölkunar á beinum og liðböndum.“ Með „langvinnu ástandi“ er átt við ástand sem stafar af snertingu við tiltölulega lítinn styrk af flúoríði í langan tíma. Skýrslur Alþjóðaheilbrigðismálastofnunarinnar gefa áreiðanlegar upplýsingar um flúoreitrun.

Aðalástæðan fyrir flúoreitrun um alla veröld er náttúrulega hár styrkur flúoríðs í vatnsbólum og uppsprettum en óhófleg tedrykkja getur líka skipt miklu máli. Tökum sem dæmi í Tíbet þar sem te er ekki einungis drukkið, heldur einnig notað í matargerð þannig að allur matur er með frekar hátt flúoríðinnihald. Í sumum héruðum í Kína er matur mengaður vegna þess að fólk þurrkar hann í reyknun af kolabrennslu.

Víðsvegar um heim er flúoríðinnihald vatns mjög hátt, og talsvert hærra en hæsta leyfilegt magn í sumum löndum, þar á meðal Íslandi. Sums staðar í Indlandi er brunnavatn til dæmis með meira en 5 og jafnvel yfir 20 mg/l, þannig að dagleg neysla á flúoríð getur farið yfir 20 mg/dag og

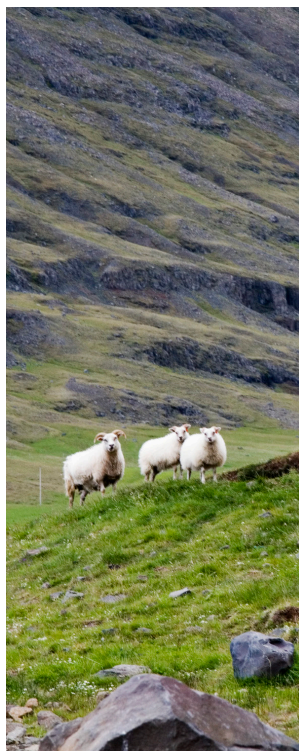


allt upp í 50-70 mg.

Flúoreitrun hefur áhrif á tennur og bein. Hvað áhrif á tennur varðar, er endalaust deilt um það í fagtímaritum lækna og tannlækna hvar mörkin liggja þegar flúoríðinntaka (styrkur x magn vökva) fer að hafa sýnileg áhrif á tennur en engin sátt hefur náðst um málið vegna ýmissa annarra áhrifa-valda og mismunandi gæða rannsóknna. Samt sem áður er ljóst að hjá nokkrum einstaklingum koma fram sýnileg áhrif á tennur við inntöku á litlum skammti. Eftir því sem skammturinn stækkar, verða fleiri einstaklingar fyrir áhrifum og þau verða enn sýnilegri.

Mikil inntaka getur leitt til meira slits

Neysla flúoríðs í miklu magni getur líka leitt til „kölkunar í beinum og liðböndum.“ Þetta þýðir að í öfgatilfellum getur yfirborð beina orðið gróft, sum bein geta gróið saman og það getur komið fram mikið slit. Afleiðingarnar geta verið þær að viðkomandi á erfitt með hreyfingar útlíma og baks. Oft getur vatnið innihaldið önnur efni sem hafa áhrif á heilsu, t.d. arseník í miklum styrk, og stundum er mataræðið lélegt. Vandamálið getur því verið flókið en það má þó leysa með því að útvega hreint vatn.



Dr. Alan Davison: um áreiðanleika heimilda

Það er til óhemju mikið af upplýsingum á Internetinu. En þær eru mismunandi að gæðum og ekki alltaf hægt að treysta á sannleiksgildi þeirra. Traustustu og áreiðanlegustu heimildirnar er að finna hjá alþjóðlegum samtökum eins og t.d. Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni, alþjóðlegum samtökum lækna og tannlækna, svo sem US National Institute of Health, í skjölum frá ESB og opinberum skýrslum. Allar þessar stofnanir nota jafningjarýni til að tryggja að ekki sé farið með rangt mál.

Mikill hluti þessara upplýsinga krefst vísindalegrar túlkunar af hendi reyndra sérfræðinga. Sem dæmi má taka að allar heimildir um styrk flúoríðs frá því fyrir 1970 ætti að túlka varlega vegna þess að greiningaraðferðir voru ekki áreiðanlegar á þeim tíma. Eftir 1970 fóru aðferðirnar batnandi en samt þarf enn að fara varlega þegar styrkur flúoríðs er metinn, með reynsluna að leiðarljósi. Á meðan á vöktun Fjarðaáls stóð var utanaðkomandi aðili fenginn til að meta gæði rannsóknarstofunnar sem greindi sýnin til að tryggja að gögnin sem Alcoa greindi frá væru áreiðanleg. Þetta er hins vegar ekki alltaf gert og það eru mýmörg dæmi um vafasöm gögn á Internetinu.

Flúorbæting vatns hefur valdið miklum deilum og það eru til hundruðir vefsíðna helgaðar því að sanna að aðferðin sé skaðleg og að hún virki ekki. Þetta eru ekki áreiðanlegar, vísindalegar heimildir.

Á sl. 30 til 40 árum hefur útblástur flúoríðs frá öllum iðnaðarferlum minnkað til muna. Því miður vísa flestar upplýsingarnar og athugasemdirnar á Internetinu í gamlar heimildir sem eiga ekki við nútíma iðnað og geta verið villandi. Sem dæmi um endurbæturnar varðandi útblástur má nefna að fyrir 40 árum síðan losuðu nýjustu álverin frá 2 upp í 5 kílógrömm af flúoríð á hvert tonn af áli. Nýjustu álverin losa núna frá <0,3 til 0,6 kg/tn.