

Matra 1GA0002



Iðntæknistofnun

MATVÆLARANNSÓKNIR



Yfirlit um aðskotaefni í íslenskum landbúnaðar- afurðum

Matra 01:09
Apríl 2001
Endurskoðað í desember 2006

Ólafur Reykdal

Efnisyfirlit

Formáli	3
Samantekt	4
1. Inngangur	6
2. Yfirlit	11
2.1 Þrávirk lífræn efni	11
DDT og umbrotsefni þess	12
HCB	13
HCH	14
PCB	15
Díoxín	15
2.2 Varnarefni í grænmeti	16
2.3 Þungmálmar	18
Kadmín	18
Blý	20
Kvikasilfur	22
Arsen	23
2.4 Geislavirk efni	24
2.5 Lyf	26
2.6 Þvottaefni	28
2.7 Efni úr umbúðum	29
2.8 Fjölhringa arómatísk kolefnissambönd	29
2.9 Myglueitur	29
2.10 Alkalóíð	31
2.11 Nítrat og nítrít	31
2.12 Nítrósamín	33
3. Heimildir flokkaðar eftir aðskotaefnum	34
4. Heimildaskrá	37
4.1 Heimildir um aðskotaefni í íslenskum landbúnaðarafurðum	37
4.2 Almennar heimildir	41

Formáli

Ýmsar fullyrðingar hafa verið settar fram um hreinleika íslenskra landbúnaðarafurða. Ljóst er að menn binda vonir við hreinleika og sérstöðu íslensku framleiðslunnar og í framtíðinni geta þessir þættir skipt miklu máli fyrir sölu- og kynningarstarf. Nokkrar rannsóknir og einstakar mælingar hafa beinst að hreinleika íslenskra afurða en aðgengilegt yfirlit hefur vantað. Einnig hefur skort á að íslenskar niðurstöður væri bornar með skipulegum hætti saman við alþjóðlegar viðmiðanir.

Á kynningu á niðurstöðum mælinga á aðskotaefnum hjá RALA vakti Baldvin Jónsson, verkefnisstjóri Áforms-átaksverkefnis, máls á því að yfirlit vantaði um hreinleika landbúnaðarafurða. Stjórn Áforms samþykkti síðan styrk til verkefnisins *Hreinleika íslenskra landbúnaðarafurða*. Umsókn var einnig send til Framleiðnisjóðs land-búnaðarins og fékkst styrkur frá þeim sjóði.

Markmiðið með verkefninu *Hreinleiki íslenskra landbúnaðarafurða* var að gera gögn um hreinleika afurðanna aðgengileg þannig að hægt væri að byggja á þeim markvisst sölu- og kynningarstarf. Byrjað var á því að fara yfir gögn um ólífræn snefilefni og var ítarleg umfjöllun gefin út í Fjölríti RALA nr. 204. Síðan var skrifuð grein á ensku um ólífræn snefilefni í lifur og nýrum íslenskra lamba. Skýrslan sem hér birtist er hugsuð sem yfirlit um alla flokka aðskotaefna. Getið er allra greina og skýrslna sem vitað var um og fjalla um aðskotaefni í íslenskum landbúnaðarafurðum og niðurstöður eru bornar saman við erlendar rannsóknaniðurstöður. Verkefnið var unnið á tímabilinu apríl 2000 til mars 2001. Skýrslan var yfirfarin á árinu 2006 og bætt var við nýjum upplýsingum.

Samantekt

Í þessari skýrslu er leitast við að gefa yfirlit um þær heimildir sem til eru um aðskotaefni í íslenskum landbúnaðarafurðum. Ekki er reynt að skýra frá öllum niðurstöðum heldur er hugsunin sú að hægt verði að finna þau gögn sem til eru. Í heimildalista í kafla 4.1 er listi yfir þær greinar og skýrslur sem vitað er um. Í yfirlitstöflu í 3. kafla eru heimildirnar flokkaðar eftir viðfangsefnum. Niðurstöður fyrir helstu flokka aðskotaefna fara hér á eftir.

Þrávirk lífræn efni

Um er að ræða efni eins og DDT og umbrotsefni þess (DDE og DDD), HCB, HCH og PCB. Þessi efni eru fituleysanleg og því er þau tæpast að finna annars staðar en í fituhluta matvæla. Þrávirk lífræn efni hafa greinst í íslenskum landbúnaðarafurðum en mæliniðurstöður eru langt undir hámarksgildum í reglugerð um aðskotaefni. Sum þessi efni hafa lítið verið notuð hér á landi og því er ljóst að þau hafa borist hingað um langan veg með loftstraumum.

Í íslenskri neyslumjólk hafur greinst minna af þrávirkum lífrænum efnum en í sambærilegri mjólk erlendis. DDT er ekki lengur mælanlegt í mjólkinni, heldur aðeins umbrotsefnið DDE. Í fitu sláturdýra hafa greinst fleiri þrávirk efni, svo sem PCB. Þrávirk lífræn efni hafa greinst í móðurmjólk en magnið var álitnið langt undir hugsanlegum hættumörkum fyrir ungbörn. Þrávirk lífræn efni flytjast um jörðina og vart hefur orðið við þéttingu þeirra á norðurslóðum. Mest mælist af efnunum á landsvæðum Inúíta en ástandið hér á landi er mun betra þótt lægri gildi komi fram í suðlægari löndum.

Þungmálmar

Styrkur þungmálma í íslenskum landbúnaðarafurðum er almennt mjög lágur og oft lægri en í samsvarandi erlendum afurðum. Hefðbundin notkun fiskimjöls skilar þó nokkru af kvikasilfri úr mjölinu í afurðirnar. Styrkur kvikasilfurs í landbúnaðarafurðum er þó alltaf til muna lægri en í fiski. Íslenskt umhverfi er sérstakt með tilliti til þungmálma þar sem eldgos og jarðhitavirkni geta verið uppspretta þessara efna. Íslenskur jarðvegur er einnig sérstakur í samanburði við jarðveg flestra annarra landa. Margt bendir til að samspil ólífrænna efna í vistkerfinu hafi áhrif á styrk þeirra í afurðum en þetta hefur lítið verið rannsakað.

Á mörgum landbúnaðarsvæðum hefur styrkur þungmálma í jarðvegi aukist og er enn að aukast. Þetta á ekki síst við kadmín vegna mengunar frá áburði. Aftur á móti hefur víða dregið úr blýmengun þar sem því er ekki lengur bætt í bensín. Ætla má að hægt verði að framleiða íslenskar landbúnaðarafurðir í framtíðinni með minna magni þungmálma en víða annars staðar.

Geislavirk efni

Sesín-137 er meðal geislavirku efnanna og er algengast að mælingar séu gerðar á því. Sesín 137 í íslensku grænmeti mælist 0,1-2 Bq/kg, í mjólk 1-4 Bq/kg og í lambakjöti um 2-100 Bq/kg. Þessi gildi eru mjög lág borið saman við hámarksgildi í reglugerð um aðskotaefni en það er 1000 Bq/kg í flestum tilfellum.

Mjög lítið er af geislavirkum efnum í íslenska berggrunninum og því er geislaálag á Íslandi lítið. Bindieiginleikar íslensks jarðvegs eru frábrugðnir því sem gerist í nágrannalöndunum. Íslenskur jarðvegur bindur sesín jónir tiltölulega lítið og því eiga þær greiða leið í plöntur og þaðan í dýr. Því er eðlilegt að grunnildi fyrir sesín-137 í íslenskum matvælum geti í sumum tilfellum verið hærri en sambærileg gildi í nágrannalöndunum. Þetta er fyrst og fremst vísbending um það að tilfærsla sesíns í vistkerfinu getur verið mismunandi eftir löndum og landsvæðum.

Geislavirk efni frá tilraunum með kjarnorkuvopn hafa dreifst um alla jörðina og mælast hér á landi í örlitlum mæli eins og annars staðar. Aftur á móti sluppu Íslendingar nær algjörlega við geislavirkt úrfelli frá Tsjernobyl slysinu. Segja má að lítil heilsufarsleg ógn stafi af geislavirkum efnum í íslensku vistkerfi nema ef um mjög alvarlegt kjarnorkuslys verði að ræða. Aftur á móti getur veruleg efnahagsleg ógn stafað af kjarnorkuslysum ef áhrif þeirra verða tengd við Ísland.

Lyf

Segja má að leifar lyfja og hormóna greinist ekki í íslenskum landbúnaðarafurðum á neytendamarkaði enda er notkun þessara efna í fóður sláturdýra bönnuð ef undan eru skilin hnýslasóttarlyf í kjúklingafóðri. Fylgjast þarf vel með lyfjum sem notuð eru til lækninga, t.d. sýklalyfjum gegn júgurbólgu, og lyfjum sem notuð eru í fiskeldi.

Sveppaeiturefni

Sveppaeiturefni eru eiturefni sem myndast í sveppum. Þessi efni hafa ekki greinst í íslenskum landbúnaðarafurðum en tiltölulega fáar mælingar hafa verið gerðar. Sú tilgáta hefur verið sett fram að sum sveppaeiturefni myndist ekki hér á landi vegna hins lága umhverfishita. Efnin myndu þó væntanlega myndast í fóðri í heitum og rökum geymslum auk þess sem þau gætu verið til staðar í innfluttum matvælum. Ef sveppaeiturefni myndast ekki í innlendu fóðri eða myndun þeirra er mjög takmörkuð, mun þetta atriði gefa íslenskum landbúnaði vissa sérstöðu. Mjög takmarkaðar rannsóknir hafa verið gerðar á myndun sveppaeiturefna við íslenskar aðstæður.

Nítrat og nítrít

Nítrat og nítrít hafa nokkra sérstöðu þar sem nítrat er eðlilegur þáttur í efnaskiptum plantna. Ef nítrat berst í afurðir frá hreinsiefnum er um aðskotaefni að ræða. Nítrat er aukefni í ostum og nítrít er aukefni í unnum kjötvörum.

Nítrat getur safnast upp í grænmeti, einkum við erfið birtuskilyrði og mikla áburðargjöf. Niðurstöður mælinga á nítrati í íslensku grænmeti eru nú í aðalatriðum sambærilegar við niðurstöður frá öðrum löndum þótt í sumum tilfellum séu íslensku gildin greinilega hærri. Eldri mæliniðurstöður fyrir íslenskt grænmeti eru almennt hærri en þær niðurstöður sem nú fást.

Ályktanir

Almennt mælist mjög lítið af aðskotaefnum í íslenskum landbúnaðarafurðum og oft er um minna magn að ræða en í sambærilegum erlendum afurðum. Aðskotaefnin eiga ekki að skapa neina heilsufarslega áhættu fyrir neytendur. Íslenskar landbúnaðarafurðir eiga því að geta keppt við innflutt matvæli á grundvelli hreinleika og gæða.

1. Inngangur

Skilgreiningar

Í töflunni hér að neðan eru skýrð helstu hugtök sem fjallað er um í skýrslunni. Algengt er að hugtökunum öryggi matvæla og fæðutryggingu eða nægjanlegu fæðuframboði sé ruglað saman. Það er vegna þess að ensku heitin, *food safety* og *food security*, eru mjög lík og vandamálin koma upp við þýðingu. Við þýðingar á texta frá Evrópusambandinu var farið að nota fæðuöryggi sem þýðingu á food security en það er ekki heppileg þýðing. Með fæðutryggingu eða nægjanlegu fæðuframboði (food security) er átt við aðgang og nægtir.

Aðskotaefni	Aðskotaefni eru efni sem berast í matvæli eða myndast í þeim og breyta eiginleikum, samsetningu, gæðum eða hollustu þeirra.
Mengunarefni / mengandi efni	Mengunarefni ná yfir meira en aðskotaefni, t.d. vörur eins og olíu.
Öryggi matvæla / matvælaöryggi (<i>Food safety</i>)	Það að fæða sé örugg fyrir neytendur m.t.t. skaðlegra örvera (ekki hætta á matarsjúkdómum) og aðskotaefna.
Örugg matvæli	
Fæðutrygging / nægjanlegt fæðuframboð / fæðunægtir (<i>Food security</i>)	Skilgreining FAO: Það að allir einstaklingar hafi alltaf fullan aðgang að nægum, öruggum og næringarríkum matvælum sem fullnægja næringarþörfum fyrir starfsamt og heilbrigt líf.
Hreinleiki matvæla	Það að magn óæskilegra efna og fjöldi óæskilegra örvera sé í lágmarki. Hugtakið lýsir því hve ómengið matvæli eru. Mikill hreinleiki matvæla þýðir þá að þau séu mjög lítið mengið.
Hollusta	Það að vera hollur
Heilnæm matvæli	Sama og holl matvæli

Flokkun aðskotaefna

Aðskotaefni eru ekki alltaf flokkuð á sama hátt en í skýrslunni verður flokkunin hér að neðan notuð.

Právirð lífræn efni

Plágueyðar (varnarefni)
DDT, HCH, klórdan, toxafen
Efni notuð í iðnaði
HCB, PCB
Aukaafurðir frá iðnaði
HCB, díoxín

Právirð lífræn efni eru mjög stöðug og eyðast því hægt eða ekki og geta safnast fyrir í lífverum.

Pungmálmar

Kadmín, blý, kvikasilfur, arsen

Geislavirk efni

Sesín-137 (Cs-137)

Lyf

Vaxtaraukandi efni
Hormónar
Sýklalyf (t.d. penisillín)
Beta-agonistar
Lyf til lækninga
Sýklalyf (*Antibacterials, antibiotics*)
Sníklalyf

Vaxtarhormónar, kynhormónar

Af sýklalyfjum má nefna penisillín, sulfalyf og tetrasýklín. Af sníklalyfjum má nefna ívermektín.

Þvottaefni

Efni úr umbúðum

Mýkingarefni

Fjölhringa arómatísk kolefnissambönd (*Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH*)

Efni sem myndast við háan hita þegar óhreinu eldsneyti er brennt.

Sveppaeiturefni (*Mycotoxins*)

Aflatoxín
Oktratoxín

Sveppaeiturefni eru eiturefni sem sveppir mynda.

Þess má geta að í skýrslu umhverfisráðuneytisins frá 1999 (Davíð Egilsson o.fl., 1999) er notuð eftirfarandi flokkun fyrir mengandi efni:

- Právirð lífræn efni
- Pungmálmar
- Geislavirk efni
- Næringarsölt
- Olía

Í sumum ritum er fjallað um **plágueyða (varnarefni)** sem sérstakan flokk aðskotaefna þótt mörg þeirra falli undir þrávirk lífræn efni.

Plágueyðar (varnarefni) (<i>Pesticides</i>)	Plágueyðar (varnarefni) eru notaðir við
Skordýraeyðar (<i>Insecticides</i>)	ræktun og geymslu matvæla til að koma í veg
DDT, DDE	fyrir eða draga úr skaða af völdum sveppa,
Illgresiseyðar (<i>Herbicides</i>)	illgresis, skordýra og annarra meindýra.
Sveppaeyðar (<i>Fungicides</i>)	
Stýriefni	Stýriefni hafa t.d. áhrif á spírun.

Lífræn klórkolefnissambönd eru fjölmörg efni sem innihalda klóratóm, eins og DDT og HCB. Þessi efni falla undir þrávirk lífræn efni.

Aukefni teljast ekki til aðskotaefna. Aukefni eru efni sem aukið er í fæðu til þess að hafa áhrif á geymsluþol, lit, lykt, bragð eða aðra eiginleika matvæla.

Í könnunum kemur fram að almenningur metur áhættu sem tengist matvælum ólíkt því sem fram kemur í niðurstöðum úr vísindalegu áhættumati. Í töflunni hér að neðan er áhættuþáttum fyrir heilsu fólks raðað eftir minnkandi áhættu, annars vegar er byggt á áliti almennings en hins vegar á vísindalegu áhættumati (de Vries 1997). Almennur lítur svo á að aðskotaefni séu skaðlegri heilsu en fram kemur í vísindalega áhættumatinu. Hér er ekki tekið tillit til þess að mengun matar af aðskotaefnum getur haft verulegar efnahagslegar afleiðingar.

Mat almennings

Mat byggt á vísindalegum forsendum

1 Aukefni	1 Röng hlutföll næringarefna
2 Aðskotaefni	2 Skaðlegar örverur
3 Röng hlutföll næringarefna	3 Náttúruleg eiturefni
4 Náttúruleg eiturefni	4 Aðskotaefni
5 Skaðlegar örverur	5 Aukefni

Eftirlit og rannsóknir

Pau gögn sem til eru um aðskotaefni í íslenskum landbúnaðarafurðum hafa ýmist orðið til í hinum ýmsu eftirlitsverkefnum eða rannsóknaverkefnum.

Eftirlitsáætlun yfirdýralæknisembættisins

Yfirdýralæknir lætur gera mælingar á eftirtöldum aðskotaefnum í búfjárafurðum á hverju ári.

Sýklalyf	Hníslyf	Ormalyf
Oxýtetrasyklín	(Koksidiostatika)	Ívermektín
Súlfalyf (súlfónamíð)	Lasalosid	
Klóramfenikol	Narasín	Önnur lyf
Oxólín sýra (eldisfiskur)	Salinómysín	Xylazine
Sulfadiazine (eldisfiskur)		Thyreostatics
Trimethoprime (eldisfiskur)		Benzimidazol
Hormónar	Beta-agonistar	Resorcylic acid lactones
Testósterón		Zeranol
Trenbolon		
Stilbene		
Brávirkt lífræn efni	Þungmálmar	Sveppaeiturefni
HCB	Kadmín	Aflatoxín M1
Gamma-HCH (Lindan)	Blý	
Klórdan	Kvikasilfur	
Heptaklór	Arsen	
DDT		
PCB		

Lífræn fosfórsambönd

Úttektir á neyslumjólki

Mjólkuriðnaðurinn og Landssamband kúabænda létu gera viðamikla úttekt á aðskotaefnum í íslenskri neyslumjólki á árunum 1991-92. Niðurstöðurnar voru teknar saman í skýrslu (Úttekt á aðskotaefnum í íslenskri mjólki. Samstarfshópur um hreinleika mjólkurafurða, 1. rit, 1993) og verður hér vitnað í einstakar greinar skýrslunnar. Önnur úttekt var gerð á aðskotaefnum í íslenskri mjólki á árunum 2000-2001.

Eftirlit og rannsóknir hjá Geislavörnum ríkisins

Hjá Geislavörnum ríkisins er fylgst með sesíni-137 í umhverfinu en einnig mjólki og kjöti. Unnið að ýmsum rannsóknaverkefnum sem varpa ljósi á tilflutning sesíns í íslensku vistkerfi.

Eftirlit Hollustuverndar með varnarefnum í grænmeti

Á rannsóknastofu Hollustuverndar er skimað fyrir eftirtöldum varnarefnum (Hollustuvernd 2000).

Skordýraeyðar

Aldrin	Klórpyrifos	Ditalimfos
Asinofosmetyl	Klórpyrifosmetyl	Folpet
Buprofesin	Lindan	Imasalil
Bromopropylat	Malation	Iprodion
Diasinon	Metamidofos	Kaptan
Dikofol	Metidation	Klórótalonil
Dimetoat	Parationmetyl	Metalaxyl
Endosulfan	Permetrin	Ortofenylnfenol
Etion	Propargit	Prokymidon
Fenitrotion		Tíabendasol
Fosalon	Sveppaeyðar	Tolyfluanid
Isofenfos	Bifenyl	Vinklosolin
Karbaryl	Bupirimat	
Klórfevinfos	Difenylamin	Illgresiseyðar
		Klórprófam

Rannsóknaverkefni

Unnið hefur verið að ýmsum rannsóknaverkefnum sem tengjast aðskotaefnum í íslenskum landbúnaðarafurðum. Í kafla 4.1 er listi yfir skýrslur og greinar sem fjalla um aðskotaefni í landbúnaðarafurðum. Í 3. kafla eru þessar greinar flokkaðar eftir viðfangsefnum. Sérhæfing stofnana varðandi mælingar á aðskotaefnum er nú eins og hér greinir:

Þrávirk lífræn efni	Rannsóknastofa í lyfjafræði, Háskóla Íslands
Varnarefni í grænmeti	Matís ohf.
Ólífræn snefilefni	Matís ohf.
Geislavirk efni (sesín-137)	Efnagreiningar Keldnaholti
Nítrat og nítrít	Matís ohf.
	Geislavarnir ríkisins
	Efnagreiningar Keldnaholti

Mælingar á lyfjum og myglueitri (sveppaeyturefnum, e. Mycotoxins) hafa á seinni árum einkum farið fram erlendis.

2. Yfirlit

2.1 Þrávirk lífræn efni

Mælingar á þrávirkum efnum í íslensku umhverfi og matvælum hafa verið gerðar hjá Rannsóknastofu í lyfjafræði við Háskóla Íslands. Embætti yfirdýralæknis hefur látið gera mælingar á þessum efnum í Finnlandi. Nokkrar niðurstöður eru til fyrir mjólk og fitu sláturdýra. Yfirlit um þrávirk lífræn efni er að finna í viðamikilli skýrslu frá umhverfisráðuneytinu (Davíð Egilsson o.fl. 1999).

Þrávirk lífræn efni er að finna í íslensku vistkerfi þótt notkun margra þessara efna hafi verið lítil á Íslandi. Nú er orðið ljóst að þrávirk lífræn efni berast um langan veg frá uppruna sínum og safnast upp á kaldari svæðum. Talað er um hnatteimingarlíkan og er þá átt við það efnin gufa upp á notkunarstað, flytjast með loftstraumum og þéttast á köldum svæðum. Önnur flutningsleið er sú að efnin loði við litlar agnir sem berast með loftstraumum.

Dreifing þrávirkra lífrænna efna í íslensku vistkerfi hefur verið rannsökuð, einkum í fuglum (Kristín Ólafsdóttir o.fl. 1995, 1998, 2000). Verulegt magn efnanna hefur mælst í fálkum og fuglum við ströndina. Aftur á móti greindist lítið af þrávirkum lífrænum efnum í rjúpum og virðist því mengunarinnar gæta minna inn til landsins.

Í töflum á næstu síðum koma fram nokkrar niðurstöður fyrir þrávirk lífræn efni í landbúnaðarafurðum. Í íslenskri neyslumjólk greindist yfirleitt minna af þrávirkum lífrænum efnum en í sambærilegri mjólk erlendis. Aðeins DDE (umbrotsefni DDT) var í mælanlegu magni í íslensku mjólkinni (Svava Ólafsdóttir o.fl. 1993). Kristín Ólafsdóttir o.fl. (1997) greindu DDE, HCB og PCB í íslenskri móðurmjólk. Magn þessara efna var svipað og hefur fundist í nálægum löndum Vestur-Evrópu og var það talið langt undir hugsanlegum hættumörkum fyrir ungbörn.

Við eftirlit yfirdýralæknis á árunum 1992-97 mældist PCB í fitu sláturdýra en HCB og umbrotsefni DDT í minna mæli (Davíð Egilsson o.fl. 1999). Mest mælist í svínafitu en það er rakið til þess að meira sé af efnunum í svínafoodri en heyi. Á árunum 1999-2000 var einna algengast að umbrotsefni DDT mældust í dýrafitu, heptaklór var alltaf undir greiningarmörkum en PCB, HCB, lindan og klórdan í sumum tilfellum mælanleg (Yfirdýralæknir 2001). Lífræn fosfórsambönd í dýrafitu hafa reynst undir greiningarmörkum (Yfirdýralæknir 2001).

Niðurstaðan er sú að styrkir þrávirkra lífrænna efna í íslenskum landbúnaðarafurðum hafa mest langt undir hámarksgildum í reglugerð um aðskotaefni.

DDT og umbrotsefni þess

Þegar DDT brotnar niður verða til umbrotsefni þess, DDE og DDD. Á árunum 1990 til 1992 var DDT ekki mælanlegt í íslensku mjólk og smjöri en aftur á móti var umbrotsefni þess (DDE) mælanlegt (Svava Þórðardóttir o.fl. 1993). DDT, DDE og DDD var mælanlegt í íslensku smjöri á árunum 1968-70, DDE var mælanlegt 1974-78 en ekkert efnanna var mælanlegt á tímabilinu 1979 til 1982 (Þorkell Jóhannesson o.fl. 1981). Virðist því sem um aukningu á styrk DDE hafi verið að ræða undir lok síðustu aldar.

1. tafla. Summa DDT, DDE og DDD ($\mu\text{g}/\text{kg}$) í nokkrum matvælum.

	Ísland ^a	Ísland ^b	Ísland ^c	Spánn ^d	IDF ^e	Hámarksgildi ^f
Nýmjólk 1991-92	0,26				1,2	50
Smjör 1990-91	5,4					
Mjólkurfita		<5 – 23,3				
Lambafita		<5 – 17,7	13,7	25 (0-91)		100
Nautgripafita		<5 – 11,8	9			100
Svínafita		<5 – 20,7	16,9			100
Hrossafita		<5 – 7,7	<5			100

Heimildir:

^a Svava Þórðardóttir o.fl. 1993.

^b Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000. (Yfirdýralæknir 2001).

^c Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1992-97 (Davíð Egilsson o.fl. 1999).

^d Bayarri o.fl. 1994.

^e IDF 1990. Meðaltöl 17 landa.

^f Hámarksgildi fyrir mjólk er frá IDF 1990. Hámarksgildi er fyrir summu DDT, DDE og DDD. Hámarksgildi fyrir fitu er úr reglugerð um aðskotaefni.

HCB

HCB hefur lítið verið notað hér á landi, þó eitthvað í garðyrkju fyrir allöngu. Erlendis hefur HCB borist út í umhverfið með öðrum mengunarefnum og við bruna á sorpi. Niðurstöður fyrir HCB í smjöri í töflunni að neðan eru lægri en mæliniðurstöður frá 1981-82 (Þorkell Jóhannesson o.fl. 1981). HCB var greint í silungi upp úr 1980 (Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóhannesson 1982).

2. tafla. Samanburður á **HCB** ($\mu\text{g}/\text{kg}$) nokkurra matvæla eftir löndum.

	Ísland ^a	Ísland ^b	Ísland ^c	IDF ^d	Hámarksgildi ^e
Nýmjólk 1991-92	< 0,08			0,8	20
Smjör 1990-91	< 1,6				
Móðurmjók		1,15			
Mjólkurfita			<5 – 7,1		
Lambafita			<5 – 6,4		20
Nautgripafita			<5 – 6		20
Svínafitu			<5		20
Hrossafita			<5 – 14,7		20

Heimildir:

^a Svava Þórðardóttir o.fl. 1993.

^b Kristín Ólafsdóttir o.fl. 1997.

^c Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001).

^d IDF 1990. Meðaltöl 17 landa.

^e Hámarksgildi fyrir mjólk er frá IDF 1990. Hámarksgildi fyrir fitu er úr reglugerð um aðskotaefni.

HCH

Gamma-HCH var notað hér á landi til að útrýma kláðamaur í sauðfé (Gammatox, Lindan) og eitthvað í rófnarækt. Alfa-, beta- og gamma-HCH var neðan greiningarmarkna í íslenskri mjólk og smjöri á árunum 1990-92 (sjá töflu). Styrkur efnanna hafði farið lækkandi í íslensku smjöri á árabílinu 1968 til 1982 (Þorkell Jóhannesson o.fl. 1981).

Alfa-HCH var greint í kindafitu, hreindýrafitu og silungi upp úr 1980 (Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóhannesson 1982; Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóhannesson 1985). Niðurstöður fyrir hreindýrafitu og silung voru taldar renna stöðum undir það að um aðborna mengun væri að ræða.

3. tafla. Samanburður á HCH ($\mu\text{g}/\text{kg}$) nokkurra matvæla eftir löndum.

	Ísland ^a	Ísland ^b	Ísland ^c	IDF ^d	Hámarksgildi ^e
Nýmjólk 1991-92	< 0,4 *			2,8 **	8
Smjör 1990-91	< 8 *				
Mjólkurfita			<5 – 5,6		
Kindafita		19			
Hreindýrafita		64			
Lambafita			<5 – 7,3		100
Nautgripafita			<5		100
Svínafita			<5		100
Hrossafita			<5		100

*) Alfa, beta og gamma-HCH hvert fyrir sig.

**) Summa fyrir alfa-, beta- og gamma-HCH.

Heimildir:

^a Svava Þórðardóttir o.fl. 1993.

^b Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóhannesson 1985

^c Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001). Niðurstöður eiga við Lindan (gamma-HCH).

^d IDF 1990. Meðaltöl 17 landa.

^e Hámarksgildi fyrir mjólk er frá IDF 1990 og á hámarksgildið við gamma-HCH.

Hámarksgildi fyrir fitu er úr reglugerð um aðskotaefni.

PCB

PCB efni voru á árum áður notuð sem kælivökvi í stórum rafkerfum og komust við förgun út í náttúruna. Hámarksgildi fyrir PCB í reglugerð um aðskotaefni (837/2000) eiga aðeins við kjöt- og fiskafurðir.

4. tafla. PCB efni samtals* (µg/kg) í nokkrum matvælum.

	Ísland ^a	Ísland ^b	Ísland ^c	Ísland ^d	Hámarksgildi ^e
Nýmjólk 1991-92	< 0,4				40
Smjör 1990-91	< 8				
Móðurmjólk		20,5			
Mjólkurfita			<5 – 12,5		
Lambafita			<5 – 17,5	28,5	200
Nautgripafita			<5 – 5	21,8	200
Svínafitu			<5 – 6,1	55,7	200
Hrossafita			<5 – 5,8	29,9	200

*) Nokkuð er mismunandi hvaða PCB efni voru mæld og er hér vísað á heimildirnar varðandi það atriði.

Heimildir:

^a Svava Þórðardóttir o.fl. 1993.

^b Kristín Ólafsdóttir o.fl. 1997.

^c Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001).

^d Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1992-97 (Davíð Egilsson o.fl. 1999).

^e Gildi fyrir mjólk er frá FDA (Food and Drug Administration), USA. Gildi fyrir fitu er úr reglugerð um aðskotaefni í matvælum.

Díoxín

Sárafár mælingar hafa verið gerðar á díoxíni í íslenskum landbúnaðarafurðum. Árið 1991 var díoxín mælt í þremur sýnum af íslensku smjöri í Danmörku (Svava Þórðardóttir o.fl. 1993, sjá niðurstöður í viðauka skýrslu). Díoxín var undir greiningarmörkum fyrir öll sýnin.

2.2 Varnarefni í grænmeti

Innan við eitt hundrað varnarefni eru leyfð hér á landi í landbúnaði en aðeins hluti þeirra er leyfður til framleiðslu á matvælum. Innan Evrópusambandsins eru nokkur hundruð varnarefni leyfð.

Hjá rannsóknastofu Umhverfisstofnunar (áður Hollustuverndar ríkisins) eru varnarefni mæld í um 300 sýnum af grænmeti og ávöxtum árlega. Síðustu ár hefur hlutfall innlendra grænmetissýna verið um fjórðungur af grænmetissýnunum. Ekki eru gerðar mælingar á dýraafurðum og því er ekki leitað að efnum eins og DDT sem safnast fyrir í fitu dýra.

Á árinu 2005 var leitað að 51 varnarefni (25 skordýraeyðum, 25 sveppalyfjum og einum illgresiseyði) í 148 sýnum af grænmeti og 152 sýnum af ávöxtum (Umhverfisstofnun 2006). Sýni af kornmeti (15 sýni) voru send til Svíþjóðar og þar var leitað að 80 varnarefnum. Í innlendum sýnum af grænmeti greindust engin varnarefni yfir hámarksgildum, 88% sýnanna voru án varnarefna og 12% voru með mælanlegu magni varnarefna sem var undir hámarksgildum. Í innflutta grænmetinu greindust varnarefni yfir hámarksgildum í 2% sýna. Engin sýni af kornvörum fóru yfir leyfileg hámarksgildi fyrir varnarefni.

Á árunum 1996-1999 hafa varnarefni mælst í 35-50% sýna af innflutta grænmeti og ávöxtum og í 7-20% af íslensku grænmeti (Hollustuvernd 2000). Ef lítið er aðeins á innflutta grænmetið hafa varnarefni greinst í 7-27% sýnanna. Hlutfall innfluttra sýna með mælanlegu magni varnarefna hefur heldur vaxið en aukning hefur ekki komið fram fyrir íslenska grænmetið.

5. tafla. Niðurstöður mælinga á varnarefnum hjá Hollustuvernd (Hollustuvernd 2000)

	Íslenskt grænmeti Mælanlegt % sýna	Íslenskt grænmeti Yfir mörkum % sýna	Innflutt grænmeti Mælanlegt % sýna	Innflutt grænmeti Yfir mörkum % sýna
1999	12	2	27	2
1998	8	2	10	10
1997	18	0	7	0
1996	12	2	9	6
1995	7	4	10	0
1994	12	0	21	2
1991-93	20	2	20	1

Árið 1999 mældist lítið af varnarefnum í íslensku grænmeti og ekkert grænmetissýni reyndist innihalda varnarefni yfir hámarksgildum. Aftur á móti mældist varnarefni í einu sýni af íslenskum jarðarberjum yfir mörkum. Árið 1998 voru varnarefni mælanleg í 8% íslenskra sýna og eitt þeirra fór yfir hámarksgildi. Árið 1997 greindust varnarefni oftast í íslensku (18%) en innflutta (7%) en ekkert sýnanna fór þó yfir hámarksgildi. Á árinu 1996 voru tvö sýni af íslensku grænmeti yfir hámarksgildum og

á árinu 1995 fóru þrjú sýni yfir mörkin. Á árunum 1991 til 1993 greindust varnarefni í 45% sýna af innfluttum matvælum og 20% af íslensku grænmeti. Af innfluttum vörum fór 1% yfir leyfileg hámarksgildi en 2% íslenska grænmetisins (Hollustuvernd 2000). Eftirtalin varnarefni hafa mælst yfir hámarksgildum í sýnum af íslensku grænmeti (Hollustuvernd 2000):

Sveppaeyðar

- Tíabendasol (í gulrófum)
- Tolyfluanid (í jarðarberjum)
- Vinklosolin (í gulrótum)

Illgresiseyðar

- Klórprófam (í kartöflum)

Skordýraeyðar

- Klórþýrifos (í dilli og estragoni)

Í innfluttum sýnum greinast mun fleiri varnarefni en í íslenska grænmetinu. Frá upphafi mælinga Hollustuverndar hafa greinst 34 varnarefni af þeim 40 sem skimað er fyrir nú. Meira mælist af varnarefnum í innfluttum ávöxtum en innfluttu grænmeti.

Á árunum um 1980 voru gerðar mælingar á illgresiseyðinum linuron í kartöflum (Derek Mundell og Sigurgeir Ólafsson, 1982). Í 21 sýni af kartöflum mældust að meðaltali 0,0038 mg linuron/100g (lægst 0,0026 og hæst 0,0050 mg/100g).

2.3 Þungmálmar

Kadmín

Gildi fyrir kadmín eru almennt mjög lág og meðal lægstu gilda sem eru birt. Ítarlegasti samanburðurinn er fyrir lifur og nýru í 7. töflu. Til er yfirlitsgrein um kadmín í íslenskum matvælum og umhverfi (Ólafur Reykdal 1998). Nýlega hafa bæst við niðurstöður fyrir kadmín í íslenskum túnajarðvegi (Bjarni Helgason 2001) og benda þær til þess að mest kadmín sé í jarðvegi á gosbeltinu í samræmi við niðurstöður mælinga á mosum. Aftur á móti mældust hæstu styrkir kadmíns í lambaafurðum utan gosbeltisins (Ólafur Reykdal og Arngrímur Thorlacius 2001).

6. tafla. Samanburður á **kadmíni** ($\mu\text{g}/100\text{g}$) í nokkrum matvælum eftir löndum.

	Ísland ^a	Finnland ^b	Svíþjóð ^c	Svíþjóð ^d	Svíþjóð ^e
Lambakjöt	< 0,3	0,2 – 3		0,19	
Nautakjöt	< 0,3	< 0,5	0,1		0,1 (<0,1-0,3)
Svínakjöt	< 0,3	0,2 – 1	0,1		0,1 (<0,1-4,9)
Kjúklingar	< 0,3	0,1 – 0,5			
Egg	< 0,03	0,1 – 1			
Nýmjólk	< 0,1 – 0,32	< 0,2			
Kartöflur	0,8 – 1,0	1 (0,4-2)	1,7		
Gulrætur	1,7	3 (2-4)	2,2		
Tómatar	0,4	1 (0,5-1)	0,2		

Heimildir:

^a Ólafur Reykdal o.fl. 2000. ^b Koivistoinen 1980. ^c Jorhem og Sundström 1993. ^d Jorhem 1999
^e Jorhem o.fl. 1991

6. tafla. Samanburður á **kadmíni** ($\mu\text{g}/100\text{g}$) í nokkrum matvælum eftir löndum, frh.

	Finnland ^f	Holland ^g
Lambakjöt		
Nautakjöt		
Svínakjöt		
Kjúklingar		
Egg		
Nýmjólk		0,003
Kartöflur	0,6	
Gulrætur	2,4	
Tómatar	0,1	

Heimildir:

^f Tahvonen & Kumpulainen 1995a. ^g Koops o.fl. 1988

7. tafla. Kadmín í líffærum sauðfjár í ýmsum löndum raðað eftir vaxandi styrk í lifur.

Land	Aldur* Mánuðir	Lifur µg/100g	Nýru µg/100g
Ísland ^k	4-6	2,7 (1,0-5,2) n=10	5,0 (1,5-13,0) n=10
Svíþjóð ^a		3,1 (1,5-13) n=11	12 (1,8-130) n=98
Ísland ^j	4-6	3,4 n=1 (10)	8,7 n=1 (10)
Ísland ^b	4-6	4,5 (0,9-23) n=96	5,8 (0,7-25,4) n=96
Þýskaland ^c	6-7	4,8 (0,5-19,1) n=207	9,2 (1,7-45,7) n=207
Finnland ^d		6,0 n=4	14,0 n=4
Kanada ^e		6,0 (1-40) n=152	17 (1-242) n=155
Holland ^f	2-48	8,9 (<0,1-189) n=123	28,9 (<0,1-257) n=124
N-Noregur ^g	5-6	18 (9-32) n=15	
Þýskaland ^h	6-24	27 (0,5-125) n=62	54,7 (4,3-182) n=71
S-Noregur ⁱ	5-6	39,0 (4,0-85,0) n=15	

*) Hafa þarf í huga að niðurstöður í töflunni eru fyrir misgömul dýr en það getur haft áhrif á niðurstöðurnar.

Heimildir:

^a Jorhem 1999.

^b Ólafur Reykdal og Arngrímur Thorlacius 2000

^c Knoppler o.fl. 1979.

^d Nurtamo o.fl. 1980.

^e Salisbury o.fl. 1991.

^f Vos o.fl. 1988.

^g Frøslie o.fl. 1985.

^h Schulz-Schröder 1991.

ⁱ Frøslie o.fl. 1985.

^j Ólafur Reykdal o.fl. 2000

^k Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001).

Blý

Stór hluti þeirra niðurstaðna sem til eru fyrir blý í íslenskum matvælum eru undir greiningarmörkum og því er samanburður við erlendar niðurstöður oft erfiður. Niðurstöður fyrir blý í lifur og nýrum íslenskra lamba voru þó afgerandi lægri en margar erlendar niðurstöður.

8. tafla. Samanburður á blýi ($\mu\text{g}/100\text{g}$) í nokkrum matvælum eftir löndum.

	Ísland ^a	Finnland ^b	Svíþjóð ^c	Svíþjóð ^d	Finnland ^e
Lambakjöt	< 2	1 – 8		< 0,2	
Nautakjöt	< 2 – 3	1 – 7	< 0,5		
Svínakjöt	< 2	1 – 9	< 0,5		
Kjúklingar	< 2	2 – 5			
Egg	< 4	0 – 1			
Nýmjólk	< 0,7 – 1,2	1 (0-3)			
Kartöflur	< 1 – 1	2 (1-3)	< 0,5		0,5
Gulrætur	0,9	2 (1-2)	0,5		0,6
Tómatar	2,5	1 (0,3-2)	< 0,5		0,15

Heimildir:

^a Ólafur Reykdal o.fl. 2000. ^b Koivistoinen 1980. ^c Jorhem og Sundström 1993. ^d Jorhem 1999. ^e Tahvonen & Kumpulainen 1995a

8. tafla. Samanburður á blýi ($\mu\text{g}/100\text{g}$) í nokkrum matvælum eftir löndum, frh.

	Finnland ^f	Holland ^g
Lambakjöt		
Nautakjöt		
Svínakjöt		
Kjúklingar		
Egg	0,10	
Nýmjólk	0,17	0,24
Kartöflur		
Gulrætur		
Tómatar		

Heimildir:

^f Tahvonen & Kumpulainen 1995b. ^g Koops o.fl. 1988

9. tafla. Blý í líffærum sauðfjár í ýmsum löndum raðað eftir vaxandi styrk í lifur.

Land	Aldur* Mánuðir	Lifur µg/100g	Nýru µg/100g
Ísland ^k	4-6	(<0,4-4,7) n=10	3,3 (1,0-5,5) n=10
Ísland ^b	4-6	< 2,2 n=1 (10)	2,2 n=1 (10)
Finnland ^d		3 (1-7) n=4	11 (2-22) n=4
Svíþjóð ^a		3,1 (0,8-7,4) n=11	5,3 (1,3-18) n=98
N-Noregur ^g	5-6	7 (3-13) n=15	-
Kanada ^e		8 (4-30) n=96**	10 (4-98) n=114**
Þýskaland ^h	6-24	36,9 n=63	34,9 n=73
Þýskaland ^c	6-7	38,9 (1,0-208) n=228	30,4 (2-135) n=231
S-Noregur ⁱ	5-6	44 (10-81) n=15	-
Holland ^f	2-48	96 (8-350) n=123	42 (12-140) n=124

*) Hafa þarf í huga að niðurstöður í töflunni eru fyrir misgömul dýr en það getur haft áhrif á niðurstöðurnar.

**) Í kanadísku rannsókninni (Salisbury o.fl. 1991) voru sýni undir greiningarmörkum ekki tekin með.

Heimildir:

^a Jorhem 1999.

^b Ólafur Reykdal o.fl. 2000.

^c Knoppler o.fl. 1979.

^d Koivistoinen 1980.

^e Salisbury o.fl. 1991.

^f Vos o.fl. 1988.

^g Frøslie o.fl. 1985.

^h Schulz-Schröder 1991.

ⁱ Frøslie o.fl. 1985.

^k Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001).

Kvikasilfur

Eldgos eru meðal helstu uppspretta fyrir kvikasilfur í umhverfinu. Á Íslandi hefur kvikasilfur greinst í andrúmsloftinu eftir eldgos og á jarðhitasvæðum (Coderre og Sigurður Steinþórsson 1977). Engar vísbendingar hafa þó fundist um kvikasilfurmengun búfjárafurða af þessum völdum. Aftur á móti kemur kvikasilfur í fiskimjöli, sem notað er við fóðrun sláturdýra, fram í afurðunum.

10. tafla. Samanburður á kvikasilfri ($\mu\text{g}/100\text{g}$) í nokkrum matvælum eftir löndum.

	Ísland ^a	Finland ^b	Svíþjóð ^c
Lambakjöt	< 0,8	< 0,2 – 0,2	
Nautakjöt	< 0,9	< 0,2	< 0,3 – 1,7
Svínakjöt	2,2	0,3 (0,1 – 0,6)	0,9 (< 0,3 – 3)
Skinka	< 0,7		
Kjúklíngar	1,5	< 0,2	
Egg	3,0	0,7	
Nýmjólk	< 0,2 – 0,5	< 0,1	
Kartöflur	< 0,4	0,04 – 1	
Gulrætur	< 0,2	0,2	
Tómatar	< 0,2	< 0,1	

Heimildir:

^a Ólafur Reykdal o.fl. 2000. ^b Koivistoinen 1980. ^c Jorhem o.fl. 1991.

11. tafla. Kvikasilfur í líffærum sauðfjár í ýmsum löndum raðað eftir vaxandi styrk í lifur.

Land	Aldur* Mánuðir	Lifur $\mu\text{g}/100\text{g}$	Nýru $\mu\text{g}/100\text{g}$
Ísland ^c	4-6	(<0,2-5,5) n=10	(<0,7-10,6) n=10
Finland ^d		0,3 n=4	0,7 n=4
Holland ^f	2-48	0,4 (<0,1-2,2) n=74	0,9 (0,2-3,6) n=75
N-Noregur ^g	5-6	0,4 (0,1-0,7) n=15	-
Ísland ^a	4-6	<0,7 n=1 (10)	8,8 n=1(10)
Ísland ^b	4-6	0,9 (<0,7-3,1) n=96	1,2 (<0,7-8,1) n=96
S-Noregur ⁱ	5-6	1,6 (1-6) n=15	-
Kanada ^e		2 (1-4) n=21**	3 (1-21) n=44**

*) Hafa þarf í huga að niðurstöður í töflunni eru fyrir misgömul dýr en það getur haft áhrif á niðurstöðurnar.

**) Sýni undir greiningarmörkum voru ekki tekin með.

Heimildir:

^a Ólafur Reykdal o.fl. 2000. ^b Ólafur Reykdal og Arngrímur Thorlacius 2000. ^c Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001). ^d Nuurtamo o.fl. 1980. ^e Salisbury o.fl. 1991. ^f Vos o.fl. 1988. ^g Frøslie o.fl. 1985. ⁱ Frøslie o.fl. 1985.

Arsen

Einu niðurstöðurnar sem til eru fyrir arsen í íslenskum landbúnaðarafurðum eru úr eftirlitsáætlun yfirdýralæknis.

12. tafla. Samanburður á **arseni** ($\mu\text{g}/100\text{g}$) í nokkrum matvælum eftir löndum.

	Ísland ^a	Finnland ^b	Svíþjóð ^c
Lambakjöt	<0,9	< 2 – 2	
Nautakjöt	<0,9-2,3	< 2 – 3	< 1,5 – 4,2
Svínakjöt	<0,25-3,4	< 2	< 1,5 – 16
Kjúklingar	3,3-10,5	2 – 3	

Heimildir:

^a Eftirlitsáætlun yfirdýralæknis 1999-2000 (Yfirdýralæknir 2001).

^b Koivistoinen 1980.

^c Jorhem o.fl. 1991.

2.4 Geislavirk efni

Sesín-137

Geislavirk efni geta verið af tvennum toga. Náttúruleg geislavirk efni eru hluti af venjulegu umhverfi okkar. Geislaálag á Íslandi er lítið þar sem lítið er af náttúrulegum geislavirkum efnum í berggrunninum. Hins vegar eru manngerð geislavirk efni sem hafa borist út í umhverfið við tilraunir með kjarnorkuvopn eða eftir kjarnorkuslys. Í þessum tilvikum er talað um geislavirkt úrfelli. Geislavirk efni frá kjarnorkutilraunum hafa dreifst um alla jörðina og mælast á Íslandi eins og annars staðar. Aftur á móti voru Íslendingar svo heppnir að sleppa nær algjörlega við geislavirkt úrfelli eftir Tsjernobyl slysið.

Styrkur sesíns-137 er lágur í jarðvegi hér á landi og svipaður því sem gerist á sambærilegum stöðum erlendis (Davíð Egilsson o.fl. 1999). Mjög misjafnt er hve auðveldlega geislavirk efni berast í matvæli. Íslenskur jarðvegur er ungur eldfjalla-jarðvegur og verulega frábrugðinn jarðvegi í nágrannalöndunum að gerð og eiginleikum. Bindieiginleikar íslensks jarðvegs eru því aðrir en víða í nágrannalöndunum. Íslenskur jarðvegur bindur sesín jónir tiltölulega lítið og því eiga þær greiða leið í plöntur og þaðan í dýr og þetta á sér stað í lengri tíma en í Skandinavíu. Það er því eðlilegt að meira sesín-137 mælist í íslenskum afurðum en innfluttum. Mikilvægt er að hafa í huga að eðlileg íslensk grunnildi fyrir sesín-137 í matvælum geta því verið hærri en samsvarandi erlend gildi. Einkum verða þessi grunnildi mikilvæg til samanburðar ef alvarleg kjarnorkuslys verða í okkar heimshluta. Íslenskt vistkerfi er því viðkvæmt fyrir geislavirku úrfelli.

Segja má að lítil heilsufarsleg ógn stafi af geislavirkum efnum í íslensku vistkerfi nema um mjög alvarlegt kjarnorkuslys verði að ræða. Aftur á móti getur gríðarleg efnahagsleg ógn stafað af kjarnorkuslysum ef áhrif þeirra verða tengd við Ísland. Ímynd íslenskrar matvælaframleiðslu getur skaðast verulega með tilheyrandi verðfalli og sölutregðu.

Hjá Geislavörnum ríkisins er fylgst með sesíni-137 í mjólk og kjöti og eru til hjá stofnuninni niðurstöður fyrir þessi matvæli. Einnig er unnið að ýmsum rannsóknaverkefnum sem varpa ljósi á tilflutning sesíns í íslensku vistkerfi. Niðurstöður fyrir neyslumjólk eru sýndar í 13. töflu. Styrkur sesíns í mjólkurafurðum hefur farið jafnt og þétt lækkandi á tímabilinu frá 1989 til 2004 (Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2005a; Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2005b). Í mjólk hefur styrkur sesíns fallið úr 5,7 í 0,6 Bq/l. Niðurstöður mælinga á nokkrum sýnum af sauðamjólk eru á bilinu 0,5-28 Bq/l (Davíð Egilsson o.fl. 1999).

13. tafla. Samanburður á sesíni-137 (Bq/kg) í neyslumjólk eftir löndum.

	Ísland ^a	Ísland ^b	Bretland ^b	Finnland ^b	Danmörk ^b	Færeyjar ^b
Nýmjólk	0,8 – 1,3	1,5 – 3,5	0,04	0,23	0,18	

^a Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2005b. ^b Sigurður Emil Pálsson o.fl. 1993.

Í 14. töflu eru sýndar niðurstöður fyrir lambakjöt. Samkvæmt upplýsingum frá Sigurði Emil Pálssyni hjá Geislavörnum er meðaltalið fyrir íslenskt lambakjöt í grein Hove o.fl. (1994) of hátt ef leggja á mat á lambakjötsframleiðsluna í heild. Mælingar sýna að reikna má með gildum á bilinu 1-155 Bq/kg fyrir íslenskt lambakjöt (Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2005a). Mjög há gildi frá Noregi og Svíþjóð eru afleiðingar geislavirks úrfellis eftir Tsjernobyl slysið. Hærri gildi frá Íslandi en Danmörku eru skýrð með minni bindingu sesíns-137 í íslenskum jarðvegi. Helmingunartími sesíns-137 í lambakjöti er aðeins 2 til 3 vikur (Hove o.fl. 1994) og eykur það möguleika á stjórnun efnisins eftir geislavirkt úrfelli.

Samkvæmt mælingum Geislavarna ríkisins er styrkur sesíns-137 í íslensku hreindýrakjöti mjög lágur og reyndist meðaltal 43 kjötsýna 11 Bq/kg (Davíð Egilsson o.fl. 1999). Aftur á móti hefur verið mikið sesín-137 í hreindýrum í Skandinavíu en þær niðurstöður er ekki hægt að yfirfæra á Ísland. Niðurstöður fyrir takmarkaðan fjölda sýna af íslensku kjöti er eftirfarandi: Kjúklingakjöt 0,06 Bq/kg, svínakjöt 0,6 Bq/kg, folaldakjöt 2,5 Bq/kg og gæsakjöt 5,6 Bq/kg (Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2005b).

14. tafla. Sesín-137 (Bq/kg) í lambakjöti á Norðurlöndunum.

	Ísland ^a	Ísland ^b	Noregur ^b	Svíþjóð ^b	Finnland ^b	Danmörk ^b	Færeyjar ^b
Lambakjöt	1 - 155	53,9	1280	718	18,4	1,8	16,7

^a Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2005a. ^b Hove o.fl. 1994.

15. tafla. Sesín-137 (Bq/kg) í íslensku og innfluttu grænmeti og byggi (Elísabet Dolinda Ólafsdóttir o.fl. 1999).

	Íslenskt grænmeti	Innflutt grænmeti
Blómkál	0,1	< 0,02
Bygg	1,68	< 0,066
Gulrófur	0,11 – 0,42	< 0,02 – 0,02
Gulrætur	0,08	0,05
Hvítkál	0,1 – 0,53	< 0,01- 0,08
Kartöflur	0,03 – 0,3	
Kínakál	2,17	0,06
Tómatar	< 0,01 – 0,04	< 0,02

Í 15. töflu má sjá að meira sesín-137 getur verið í íslenskum afurðum en innfluttum. Það má rekja til eiginleika íslensks jarðvegs en endurspeglar alls ekki meira af geislavirkum efnum í íslensku vistkerfi en annars staðar. Samkvæmt reglugerð um aðskotaefni (837/2000) er hámarksgildi fyrir sesín-137 og 134 í matvælum 1000 Bq/kg. Því er ljóst að niðurstöður fyrir íslensk matvæli eru langt undir hámarksgildi og fela ekki í sér neina heilsufarslega ógn.

2.5 Lyf

Nokkurt magn lyfja er notað við framleiðslu á mjólk, eldisfiski og kjöti. Við framleiðslu á kjöti og mjólk eru lyfin notuð til lækninga á dýrunum sjálfum. Óheimilt er að bæta lyfjum í fóður nautgripa, sauðfjár og svína en í kjúklingaeldi er leyfilegt að gefa lyfjablandað fóður (hnýslasóttarlyf, cocciostatika) en það er alfarið gert til að halda niðri smitsjúkdómum.

Kúm eru gefin lyf til að meðhöndla júgurbólgu. Í mjólkurvinnslustöðvum er stöðugt fylgst með því hvort leifar sýklalyfja finnast í hrámjólk sem tekin er til vinnslu. Í reglugerð um mjólk og mjólkurvörur (nr. 392/1997 með breytingum nr. 970/2000) segir að lyfaleifar séu mældar með viðurkenndum aðferðum og niðurstöður prófa séu annað hvort jákvæðar eða neikvæðar. Leifar lyfja í mjólk valda erfiðleikum við framleiðslu sýrðra mjólkurafurða þar sem lyfin hamla starfsemi æskilegra örvera. Lyf í mjög lágum styrk geta valdið viðkvæmum einstaklingum óþægindum og stuðlað að viðgangi ónæmra örverustofna.

Við framleiðslu á mjólk og eldisfiski þarf að leggja áherslu á að senda ekki afurðir með lyfjaleifum á markað. Virða þarf þann útskolunartíma sem þarf að líða þar til nýta má afurðirnar. Leggja þarf áherslu á að ná tókum á júgurbólgu til að draga úr lyfjanotkun. Samstaða þarf að vera meðal kjötframleiðenda um að hafna óleyfilegum lyfjum þótt þau séu notuð erlendis. Til er reglugerð um hámark dýralyfja í sláturafurðum, eggjum og mjólk (nr. 252 / 1995).

Sýklalyf

Sýklalyf (antibacterials) ná yfir stóran flokk lyfja sem öll drepa bakteríur eða hindra vöxt þeirra. Enska heitið antibiotics, sem einnig er þýtt sýklalyf, nær yfir þrengri flokk lyfja. Heitið *fúkalyf* var áður mikið notað en það náði strangt tekið aðeins til þeirra sýklalyfja sem unnin voru úr myglusveppum. Nú hafa efnafræðilegar aðferðir að mestu leyst vinnslu úr myglusveppum af hólmi.

Hormónar

Ekki er leyfilegt að nota hormóna til að auka vöxt sláturdýra á Íslandi. Það sama gildir um lönd Evrópusambandsins en í Bandaríkjunum og Ástralíu er heimilt að nota vissar tegundir hormóna í þessum tilgangi. Lögleg notkun hormóna við eldi sláturdýra þarf ekki að hafa skaðleg áhrif á heilsu manna. Talsverð hætta stafar hins vegar af ólöglegri notkun hormóna. Gæði hormónablanda geta verið misjöfn og þær gætu innihaldið óhreinindi með óþekkt áhrif. Hér fer á eftir stutt samantekt um tvær tegundir hormóna sem auka vöxt dýra.

Kynhormónar eru steróíð og er þeim skipt í þrjá flokka: Androgen (t.d. testósterón), östrógen og progesteron. Búin hafa verið til efni (tilbúin eða syntetísk kynhormón) með virkni þessara efna. Eðlilegt er að testósterón, östrógen og prógesterón finnast í kjöti og mjólk. Efnin brotna niður í meltingarvegi mannsins og hafa því engin skaðleg áhrif. Þessi sömu efni myndast einnig í mannlíkamanum. Annað gildir um tilbúna kynhormóna. Þeir geta haft mun meiri virkni en náttúrulegir hormónar og þeir frásogast í meltingarvegi án þess að virkni þeirra eyðileggist. Þeir geta leitt til eitrunar

og mögulegt er að þeir valdi krabbameini. Til eru alþjóðlegar samþykktir um það að ekki skuli nota krabbameinsvaldandi efni við kjötframleiðslu.

Vaxtarhormónar (somatotropin) örva nýmyndun próteina og stjórna vexti. Hægt er að auka þyngd dýra um 5-20% með notkun vaxtarhormóna. Vaxtarhormón nautgripa eða annarra dýra hafa enga virkni í manningum. Vaxtarhormón brotna niður í meltingarvegi.

Beta-agonistar

Þessi efni virka á taugakerfið. Sum þeirra auka vöxt vöðva með því að draga úr niðurbroti próteina og leiðir það til minni fitu og meira magns próteina í vöðva. Kjöt getur orðið mjög seigt ef beta-agonistar eru notaðir. Beta-agonistar eru skyldir adrenalíni og brotna niður í meltingarvegi. Til eru tilbúnir (syntetískir) beta-agonistar. Þeir eru framleiddir þannig að þeir eyðileggjast ekki í meltingarvegi og geta því leitt til eitrunar. Beta-agonistar safnast fyrir í lifur alidýra.

Niðurstöður mælinga

Í rannsókn á aðskotaefnum í neyslumjólk 1991-92 voru gerðar voru mælingar á tetrasýklíni, súlfalyfjum, penisillíni og ívermektíni og voru þessi lyf ekki í mælanlegu magni í neinu þeirra sýna sem rannsókuð voru (Kristín Hlíðberg 1993; Þorkell Jóhannesson og Jakob Kristinsson 1993).

Þau lyf sem mæld voru í eftirlitsáætlun yfirdýralæknis árin 1999 og 2000 voru ekki mælanleg ef eftirfarandi tilfelli eru undanskilin: Snefill af benzimidazol mældist í einu sýni af nautgripalifur og hníslalyfið lasalocid mældist í einu sýni af kjúklingum. (Yfirdýralæknir 2001). Um er að ræða eftirtalin efni og er greiningarmarká getið innan sviga: Klóramfeníkol í kjöti ($> 0,5 \mu\text{g/kg}$), oxýtetrasýklín í lifur ($< 50 \mu\text{g/kg}$), súlfonamíð í vöðva (< 20 og $50 \mu\text{g/kg}$), xylazín í nýrum ($< 15 \mu\text{g/kg}$), ívermektín í lifur ($< 2 \mu\text{g/kg}$), narasín í kjúklingum, salinómýsín í kjúklingum, oxólín sýra í eldisfiski ($< 3 \mu\text{g/kg}$), súlfadíasín í eldisfiski (< 25 og $50 \mu\text{g/kg}$), trímétróprím í eldisfiski (< 20 og $30 \mu\text{g/kg}$), thyreostatics í þvagi ($< 25 \mu\text{g/kg}$), testósteron í þvagi ($< 0,5 \mu\text{g/kg}$), stilben í þvagi ($< 1 \mu\text{g/kg}$), trenbolon í þvagi ($< 2 \mu\text{g/kg}$), zeranol í þvagi ($< 2 \mu\text{g/kg}$), beta-agonistar í lifur ($< 1-3 \mu\text{g/kg}$). Að auki var skimað fyrir helstu sýklalyfjum í lamba-, nautgripa-, svína- og hrossaafurðum með örverufræði-legri aðferð og voru öll próf neikvæð bæði árin.

2.6 Þvottaefni

Hér verður einkum fjallað um mjólkurafurðir enda er talsvert notað af ýmsum þvotta- og sótthreinsiefnum til hreinsunar á mjaltakerfum, mjólkurtönkum, spenum og júgurklútum. Leifar þessara efna í mjólk geta haft áhrif á bragðgæði mjólkurinnar og spillt fyrir framleiðslu á ostum og öðrum sýrðum mjólkurafurðum. Þrifalýsingar við mjólkurframleiðslu eru því mjög mikilvægar. Þrifalýsingar þurfa að ná til vinnubragða og notkunar efna en sambærilegar lýsingar hafa rannsóknastofnanir, þvottaefnaframleiðendur og fleiri unnið fyrir matvælaíðnað. Leggja þarf áherslu á réttar aðferðir við þvotta, rétta skömmtun efna og leit að veikum punktum þar sem vökvi liggur eftir hreinsun og örverum fjölgar.

Saltpéturssýra er meðal þeirra efna sem hafa verið notuð til að hreinsa mjólkurkerfi. Leifar saltpéturssýru koma fram sem nítrat í mjólkinni og er nánar greint frá þessu atriði í kaflanum um nítrat.

Á árinu 1992 var kannað hvort leifar þvottaefna bærust í neyslumjólk (Ólafur Reykdal 1993). Magn jöðs og kvarter ammoníum sambanda var kannað í takmörkuðum fjölda mjólkursýna. Ekkert benti til þess að mjólkinn væri menguð af þessum efnum. Nítrat var mælt til að kannar leifar saltpéturssýru og er niðurstaðna getið í kafla um nítrat.

Á vegum Bændaskólans á Hvanneyri var unnin athugun á notkun þvotta- og hreinsiefna hjá bændum í mjólkurframleiðslu (Ólafur Adolfsson 1994). Niðurstöður hans voru þær að nokkuð skorti á að notkun þvotta- og hreinsiefna hjá mjólkurframleiðendum væri eins og best verður á kosið. Bændur mældu ekki magn hreinsiefnanna út frá því vatnsmagni sem þeir notuðu. Þörfin fyrir þrifalýsingar var því greinileg. Sýrustig lokaskols var verulega lækkað í sumum tilfellum og benti það til þess að nítrat gæti borist í mjólkina.

2.7 Efni úr umbúðum

Engar athuganir hafa farið fram á þessum efnum hér á landi. Miklar rannsóknir eru gerðar erlendis á þessu sviði og ættu eiginleikar þeirra efna sem notuð eru hérlendis að vera þekktir. Einna helst er hættu á að mykingarefni berist úr teygjupasti yfir í feit matvæli.

2.8 Fjölhringa arómatísk kolefnissambönd

Á árunum um og eftir 1960 voru gerðar mælingar á fjölhringa arómatískum kolefnissamböndum (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH) í reyktum og sviðnum kjötvörum (Þorsteinn Þorsteinsson og Guðmundur Þórðarson 1968; Þorsteinn Þorsteinsson 1969). Greiningar voru gerðar á 10 samböndum, þar á meðal **3,4-benzopyreni**. Talsvert magn fjölhringa arómatískra kolefnissambanda greindist í hangikjöti, sviðum og sviðnum svartfugli. Talið var hugsanlegt að samband væri milli þessara efna í fæðu og magakrabbameins. Í kjölfarið var aðferðum við reykingu kjöts og framleiðslu á sviðnum mat breytt. Niðurstöður mælinganna frá því um 1960 eiga því ekki við matvæli sem framleidd eru nú. Guðjón Þorkelsson (1989) tók saman helstu atriði þessara rannsókna í yfirlitsgrein. Á seinustu árum hafa engar mælingar verið gerðar á fjölhringa arómatískum kolefnissamböndum í íslenskum landbúnaðarafurðum.

Fjölhringa arómatísk kolefnissambönd verða til við bruna þegar hitastig er mjög hátt, 500-900°C. Í matvælavinnslu er því hægt að komast hjá myndun þessara efna. Erlendis er talin öllu meiri hættu á að fjölhringa kolvatnsefni berist á plöntur með iðnaðarmengun.

2.9 Myglueitur

Hvað er myglueitur?

Myglueitur (sveppaeiturefni) er fjölmörg efni sem geta myndast í myglusveppum. Nefna má aflatoxín og okratoxín A. **Aflatoxín** má skipta í aflatoxín B₁, B₂, G₁ og G₂. Aflatoxín M₁ myndast úr aflatoxíni B₁ í líkama dýra. Sveppaeiturefni myndast einkum í *Aspergillus* myglusveppum en þeir vaxa á rotandi leifum í jarðvegi og á jurtaafurðum. Sveppaeiturefni geta valdið krabbameini og eitrun í mönnum. Þótt þessi efni myndist í náttúrunni eru þau meðal öflugustu krabbameinsvalda sem eru þekktir.

Sú tilgáta hefur verið sett fram að aflatoxín myndist ekki í *Aspergillus* sveppum hér á landi vegna hins lága umhverfishita, en komi einungis fyrir í innfluttum matvælum

(Þorkell Jóhannesson 1991). Hins vegar hefur því verið haldið fram að þegar fóður er flutt úr köldu umhverfi í heitar og rakar geymslur geti myndun sveppaeiturefna orðið vandamál, jafnvel á norðlægum slóðum (Nelson 1993). Ef aflatoxín myndast ekki í innlendu fóðri eða myndun þeirra er mjög takmörkuð, mun þetta atriði vera mjög mikilvægt fyrir íslenskan landbúnað og gefa honum vissa sérstöðu. Eftir sem áður geta sveppaeiturefni borist í fæðu Íslendinga með innfluttu fóðri og matvælum.

Til að myglusveppir þrífist þarf hæfilegt hitastig, næringarefni, súrefni og nægan raka. Ef einn þessara þátta er ekki fyrir hendi má koma í veg fyrir myglu og þar með myndun sveppaeiturefna. Nærtækt er að beina athyglinni að hitastiginu enda gefur hitastig í fóðurgeymslu mikilvægar upplýsingar um það hvort sveppaeiturefni geti orðið vandamál. Myndun aflatoxína er að mestu bundin við hitastigsbilið 25-30°C. Fóðurverkun sem byggir á því að útiloka súrefni er einnig leið til að hindra myndun aflatoxína. Votheysverkun byggir einmitt á þessu en mistök geta leitt til þess að mygla komi upp.

Sveppaeiturefnið **okratoxín A** getur myndast við lægra hitastig en aflatoxín og eru því nokkrar líkur á því að þetta efni myndist hér á landi, sérstaklega þegar sumur eru votviðrásöm. Þetta efni brotnar niður í jórturdýrum og verður skaðlaust. Því þarf ekki að óttast það í mjólk.

Í reglugerð nr. 837 frá 2000 um aðskotaefni í matvælum eru sett hámarksgildi fyrir aflatoxín. Mestar kröfur eru gerðar til fljótandi mjólkurafurða og fyrir þær afurðir er hámarksgildið 0,05 µg aflatoxín M₁/kg. Nauðsynlegt er að stöðugt sé fylgst með sveppaeiturefnum, m.a. í fóðri og mjólk. Mælingar á sveppaeiturefnum eru til dæmis fastur liður í gæðaeftirliti í mjólkurbúum í Svíþjóð.

Niðurstöður mælinga

Litlar mælingar hafa verið gerðar á sveppaeiturefnum í matvælum og fóðri. Fæðudeild RALA lét þó gera mælingar á þremur sýnum af fóðri og fjórum sýnum af mjólk í Þýskalandi (Ólafur Reykdal 1995). Sveppaeiturefni voru ekki mælanleg í þessum sýnum og er það mjög jákvætt þar sem við sýnatökuna var sérstaklega leitað að mygluðu fóðri fyrir mjólkurkúr til þess að auka líkurnar á því að sveppaeiturefni findust ef þau væru á annað borð til staðar. Leitað var að aflatoxínum B₁, B₂, G₁ og G₂ og okratoxíni A í fóðrinu og aflatoxíni M₁ í mjólkinni. Greiningarmörkin fyrir aflatoxín M₁ í mjólk voru 0,005 µg/kg. Til samanburðar má geta þess að hámarksgildi í reglugerð er 0,05 µg/kg.

Hjá Rannsóknastofu í lyfjafræði hafa verið gerðar mælingar á okratoxíni A í kornvörum, kryddi og hnetum (Þorkell Jóhannesson 1997). Okratoxín A fannst í 11 af 35 sýnum af matvöru. Aðeins eitt af sýnunum, byggmjöl (trefjamjöl) var væntanlega íslenskt og greindist okratoxín A ekki í því. Mælingar á blóði 30 Íslendinga leiddu svo í ljós að okratoxín A var mælanlegt hjá þeim öllum (Þorkell Jóhannesson o.fl. 2000). Þetta var talin vera vísbending um það að okratoxín A væri útbreitt í íslensku lífríki eða innfluttri fæðu. Það er því full ástæða til að fylgjast með sveppaeiturefnum í matvælum og fóðri. Á þessu ári (2001) er ekki vitað um neinar mælingar á sveppaeiturefnum hér á landi.

Yfirdýralæknir lét mæla aflatoxín M_1 í neyslumjólk á árunum 1999 og 2000 og var aflatoxín M_1 ekki mælanlegt en greiningarmörk voru 0,005 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Yfirdýralæknir 2001).

2.10 Alkalóíð

Sólanín er glýkóalkalóíð sem undir eðlilegum kringumstæðum til staðar í kartöflum. Magn sólaníns er misjafnt eftir ræktunarskilyrðum og afbrigðum. Styrkurinn getur aukist við við lýsingu og hnjask. Sólanín í stórum skömmtum er eitur fyrir fólk og því er víða erlendis miðað við að styrkur þess sé undir 200 mg/kg í neyslukartöflum. Niðurstöður í töflunni hér að neðan eru frá Kristínu Ingólfssdóttur o.fl. (1992).

16. tafla. Sólanín í kartöflum.

	Sólanín mg/kg
Íslenskar kartöflur	
Gullauga	25-51
Rauðar íslenskar	55-184
Premiere	34-70
Bintje	62-96
Hámarksgildi í reglugerð	200

2.11 Nítrat og nítrít

Nítrat (NO_3) er eðlilegur þáttur í efnaskiptum plantna og því er ekki hægt að líta á það sem venjulegt aðskotaefni. Þegar nítrat safnast fyrir í óæskilega miklu magni í grænmeti er þó umfjöllun með aðskotaefnum réttlæt看leg. Nítrat í neyslumjólk telst aðskotaefni þegar það berst í mjólkina sem leifar af hreinsiefnum. Aftur á móti er nítrat í ostum aukefni enda er því aukið í osta til að hindra vöxt óæskilegra örvera. Nítrat og nítrít (NO_2) eru aukefni í unnum kjötvörum en lengst af hefur aðeins verið heimilt að nota nítrítsalt (matarsalt með nítríti) í þessar vörur.

Á árunum 1998-99 var nítrat mælt í grænmeti á íslenskum markaði (Valur Norðri Gunnlaugsson og Ólafur Reykdal 2000). Mismunandi var eftir tegundum hvort meira nítrat var í íslensku eða innfluttu grænmeti. Athygli vekur að meðaltöl fyrir nítrat í nítratríkasta grænmetinu voru hærri fyrir innflutta grænmetið en það íslenska. Nítrat í innfluttu grænmeti gat verið meðal hæstu gilda fyrir sumar grænmetistegundir. Í öðrum tilfellum eru meðaltölin fyrir íslenska grænmetið verulega hærri en fyrir innflutta grænmetið. Birtuskilyrði eru hér á landi erfið og geta leitt til uppsöfnunar á

nítrati í grænmeti nema stýring á áburðargjöf sé því nákvæmari. Ljóst er að grænmetisframleiðendur þurfa að leggja áherslu á nákvæma stjórnun á áburðargjöf. Lægstu gildin sýna þó að hægt er að ná góðum tókum á nítrati í grænmeti sem framleitt er á Íslandi. Nítratmengun grunnvatns getur verið vandamál erlendis í þéttbýlum landbúnaðarhéruðum en það ætti ekki að hafa áhrif á grænmetisframleiðsluna þar sem áburður er aðaluppspretta nítrats.

Niðurstöður fyrir íslenskt grænmeti í 17. töflu eru að jafnaði lægri en eldri niðurstöður. Þetta má túlka sem vísbendingu um það að nítrat í íslensku grænmeti hafi farið lækkanði. Niðurstöður fyrir kartöflur eru afgerandi lægri nú en 1979. Þetta er í samræmi við það að kartöfluframleiðendur hafa dregið úr áburðarnotkun.

17. tafla. Samanburður á **nítrati** (mg NO₃/kg) í grænmeti.

	Ísland ^a Íslenskt grænmeti	Ísland ^a Innflutt grænmeti	USA ^b	Danmörk ^c
Blómkál	189 (38-356)	179		
Gulrófur	214 (19-519)	110		
Gulrætur	238 (75-571)	133	119	
Gúrkur	221 (75-546)	123	24	
Hvítkál	389 (84-875)	177		395 (9-859)
Jarðarber	162 (133-241)	209		
Kartöflur	84 (0-322)		119	110 (7-304)
Kínakál	1020 (475-1740)	1130		1000 (195-3160)
Paprika	34 (0-87)			
Salat	3420 (1410-5600)	4300	850	2440 (376-5830)
Spergilkál	169 (20-499)	206	783	
Tómatar	21 (2-93)	29	62	

Heimildir:

^a Valur Norðri Gunnlaugsson og Ólafur Reykdal 2000.

^b de Vries 1997

^c Petersen og Stoltze 1999.

Nítrat í neyslumjólk frá fjórum samlögum var mælt 1991 og 1992 (Ólafur Reykdal, Kristín Hlíðberg og Baldur Vigfússon 1993). Sýnatakan fór fram í öðrum hverjum mánuði á eins árs tímabili. Nítrat í mjólkinni var á bilinu 0,3-5,3 mg NO₃ á kg mjólkur og var greinilegur munur eftir mjólkurvinnslustöðvum. Ætla má að hæstu gildin megi skýra með leifum saltpéturssýru sem notuð hefur verið við hreinsun á mjólkurkerfum. Nú hefur dregið úr notkun saltpéturssýru til hreinsunar á mjólkurkerfum og má ætla að minna nítrat mælist nú í íslenskri mjólk en áður. Lítið nítrat er í mjólk samanborið við grænmeti en hafa verður í huga að ungbörn eru viðkvæm fyrir nítrati. Nítrít var ekki mælanlegt í mjólkinni.

Úttekt var gerð á nítrati og nítríti í helstu tegundum osta 1983 (Ólafur Reykdal o.fl. 1985). Nítrat mældist á bilinu 58-698 mg KNO₃/kg. Nítrít var ekki mælanlegt í 24 sýnum af 26.

Á vegum fæðudeildar RALA var farið að mæla nítrat í saltkjöti 1977 (Jón Óttar Ragnarsson o.fl. 1978). Í mörgum tilfellum reyndist nítrat í saltkjöti óhóflega mikið. Í kjölfarið var farið að huga að nítratnotkun í kjötiðnaði og magn nitrats og nítríts í afurðunum minnkaði stórlega. Nítrat og nítrít var mælt í fjölmörgum unnum kjötvörum 1983 (Ólafur Reykdal o.fl. 1984) en niðurstöðurnar eru ekki lengur dæmigerðar fyrir vörur á markaði. Heilbrigðiseftirlit sveitarfélaga hafa á seinni árum látið gera mælingar á nitrati og nítríti í saltkjöti árlega og hafa niðurstöðurnar að jafnaði verið undir hámarksgildum í reglugerð. Nítrat í kjöti og lifur var mælt 1983 (Ólafur Reykdal o.fl. 1986) og má líta niðurstöðurnar sem grunnildi fyrir þessar afurðir.

2.12 Nítrósamín

Nítrósamín geta myndast út nítríti og amínum bæði í matvælum og í líkamanum. Einu niðurstöðurnar fyrir nítrósamín í íslenskum matvælum eru fyrir hangikjöt frá því upp úr 1980 og eiga því ekki við hangikjöt á markaði nú. Niðurstöðurnar eru settar fram í töflunni hér að neðan. Í rannsókn Guðjóns Þorkelssonar (1989) kom fram að magn nítrósamína fór vaxandi með auknu nítrítmagni í sprautusöltuðu hangikjöti en í töflunni eru birtar niðurstöður fyrir hangikjöt á markaði. Magn nítrósamínanna var síst meira en fundist hefur í reyktu kjöti erlendis.

18. tafla. Rokgjörn nítrósamín ($\mu\text{g}/100\text{g}$).

	Ísland ^a	Ísland ^{b*}	Hámarksgildi ^c
Hangikjöt	0,54 (0,26-0,78) n=4	2,21 (0,05-5,51) n=8	1

*) Soðið hangikjöt.

Heimildir:

^a Guðjón Þorkelsson 1989.

^b Þórir Helgason og Magnús R. Jónasson 1981; Þórir Helgason o.fl. 1982.

^c Reglugerð um aðskotaefni í matvælum (837/2000).

3. Heimildir flokkaðar eftir aðskotaefnum

Í eftirtöldum skýrslum og greinum er getið um niðurstöður mælinga á aðskotaefnum í íslenskum landbúnaðarafurðum. Nánari upplýsingar um heimildirnar má finna í heimildaskrá.

Efni	Höfundar	Ár	Titill greinar
Fjölhringa kolefniss.	Bailey og Níels Dungal	1958	Polycyclic hydrocarbons in ...
Fjölhringa kolefniss.	Þorsteinn Þorsteinss. o.fl.	1968	Polycyclic hydrocarbons in singed
Fjölhringa kolefniss.	Þorsteinn Þorsteinsson	1966	Polycyklísk kolvatnsefni ...
Fjölhringa kolefniss.	Þorsteinn Þorsteinsson	1968	Krabbameinsvaldar í matvælum
Fjölhringa kolefniss.	Þorsteinn Þorsteinsson	1969	Polycyclic hydrocarbons in ...
Geislavirk efni	Davíð Egilsson o.fl.	1999	Mælingar á mengandi efnum ...
Geislavirk efni	Elísabet D. Ólafsdóttir o.fl.	1999	Gæði og hollustua grænmetis ...
Geislavirk efni	Hove o.fl.	1994	Radiocesium transfer ...
Geislavirk efni	Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl.	2005a	Vöktunarmælingar
Geislavirk efni	Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl.	2005b	Geislavirk efni í umhverfi og
Geislavirk efni	Ólafur Reykdal o.fl.	2002	Rannsókn á aðskotaefnum í
Geislavirk efni	Sigurður Emil Pálsson o.fl.	1993	Rannsókn á geislavirkni í ...
Geislavirk efni	Sigurður Emil Pálsson o.fl.	1993	Geislavirkni í íslensku hreindýrakj.
Lyf	Brynjólfur Sandholt	1992	Hreinleiki íslenskra sláturaf.
Lyf	Kristín Hlíðberg	1993	Tetrasýklín í mjólk
Lyf	Yfirdýralæknir	2001	Óbirtar niðurstöður
Lyf	Þorkell Jóhanness. og Jakob Kristinss.	1993	Ívermektín - Mælingar ...
Lyf	Sigríður Hjartardóttir o.fl.	1997	Sýklalyfjaleit í sláturdýrum.
Myglueitur	Ólafur Reykdal	1995	Sveppaeiturefni í matvælum ...
Myglueitur	Yfirdýralæknir	2001	Óbirtar niðurstöður
Myglueitur	Þorkell Jóhannesson	1997	Okratoxín A
Myglueitur	Ólafur Reykdal	1998	Úttekt á nokkrum efnum í
Nítrat og nítrít	Guðjón Þorkelsson	1982	Rannsóknir á hangikjöti
Nítrat og nítrít	Jón Óttar Ragnarsson	1974	Matvælarannsóknir og nítrít ...
Nítrat og nítrít	Jón Óttar Ragnarsson o.fl.	1978	Nítrat og nítrít ...
Nítrat og nítrít	Jón Óttar Ragnarsson og Ragnh. H.	1981	Nítrat og nítrít í fæðu
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal o.fl.	1984	Rannsókn á unnum kjötvörum
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal o.fl.	1985	Rannsókn á íslenskri mjólk ...
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal o.fl.	1986	Efnagreiningar á kjöti 1984-86
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal og Grímur Ólafsson	1988	Efnainnihald íslenskra garðáv.
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal o.fl.	1993	Nítrat og nítrít í mjólk

Efni	Höfundar	Ár	Titill greinar
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal	1998	Úttekt á nokkrum efnum í
Nítrat og nítrít	Ólafur Reykdal o.fl.	2002	Rannsókn á aðskotaefnum í
Nítrat og nítrít	Valur Gunnlaugss. & Ólafur Reykdal	2000	Gæði grænmetis á íslenskum ...
Nítrósamín	Dennis o.fl.	1983	N-Nitroso compounds and ...
Nítrósamín	Guðjón Þorkelsson	1982	Rannsóknir á hangikjöti
Nítrósamín	Guðjón Þorkelsson	1989	The effect of processing ...
Nítrósamín	Þórir Helgason og Magnús R. J.	1981	Evidence for a food additive ...
Nítrósamín	Þórir Helgason o.fl.	1982	Diabetes produced in mice ...
Nítrósamín	Þórir Helgason o.fl.	1984	N-Nitrosamines in smoked ...
Sólanín	Kristín Ingólfssdóttir o.fl.	1992	Glykóalkalóíð sambönd ...
Varnarefni	Derek Mundell og Sigurgeir Ól.	1982	Residue of linuron...
Varnarefni	Hollustuvernd ríkisins	2000	Varnarefni í ávöxtum og
Varnarefni	Umhverfisstofnun	2006	Eftirlit með varnarefnum í
Þrávirk lífræn efni	Brynjólfur Sandholt	1992	Hreinleiki íslenskra sláturafurða
Þrávirk lífræn efni	Davíð Egilsson o.fl.	1999	Mælingar á mengandi efnum ...
Þrávirk lífræn efni	Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóh.	1979	Organochlorine compounds ...
Þrávirk lífræn efni	Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóh.	1981	Klórkölefnissambönd í vatnasil.
Þrávirk lífræn efni	Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóh.	1985	Klórkölefnissambönd í smjörfitu
Þrávirk lífræn efni	Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóh.	1982	Organochlorine compounds in ...
Þrávirk lífræn efni	Kristín Ólafsdóttir o.fl.	1997	Þrásetin klórkölefnissambönd ...
Þrávirk lífræn efni	Ólafur Reykdal o.fl.	2002	Rannsókn á aðskotaefnum í
Þrávirk lífræn efni	Svava Þórðardóttir o.fl.	1993	Mælingar á klórkölefnissamb.
Þrávirk lífræn efni	Yfirdýralæknir	2001	Óbirtar niðurstöður
Þrávirk lífræn efni	Þorkell Jóhanness. og Jóhannes S.	1981	Klórkölefnissambönd ...
Þungmálmar	Brynjólfur Sandholt	1992	Hreinleiki íslenskra sláturafurða
Þungmálmar	Davíð Egilsson o.fl.	1999	Mælingar á mengandi efnum ...
Þungmálmar	Orkuveita Reykjavíkur	2000	Efnasamsetning neysluvatns
Þungmálmar	Ólafur Reykdal	1998	Berst kadmín í búfjárafurðir?
Þungmálmar	Ólafur Reykdal o.fl.	1986	Efnagreiningar á kjöti 1984-86
Þungmálmar	Ólafur Reykdal o.fl.	1996	Cadmium in livers and kidneys ...
Þungmálmar	Ólafur Reykdal o.fl.	2000	Selen, jöð, flúor, járn
Þungmálmar	Ólafur Reykdal og Arngrímur Th.	1993	Bly, kadmín og kvikasilfur ...
Þungmálmar	Ólafur Reykdal og Arngrímur Th.	1995	Þungmálmar í lifrum og nýrum ...
Þungmálmar	Ólafur Reykdal og Arngrímur Th.	2000	Aðskotaefnin kadmín, kvikasilfur
Þungmálmar	Ólafur Reykdal og Arngrímur Th.	2001	Cadmium, mercury, iron, copper,
Þungmálmar	Ólafur Reykdal o.fl.	2002	Rannsókn á aðskotaefnum í

Efni	Höfundar	Ár	Titill greinar
Þungmálmar	Yfirdýralæknir	2001	Óbirtar niðurstöður
Þungmálmar	Þorsteinn Þorsteinss. og Friðrik P.	1984	Kadmín í íslensku umhverfi
Þvottaefni	Ólafur Reykdal	1993	Þvottaefni og sótthreinsiefni ...

4. Heimildaskrá

4.1 Heimildir um aðskotaefni í íslenskum landbúnaðarafurðum

Ásdís Helga Bjarnadóttir, 1994. Áhrif köfnunarefnisáburðar á efnainnihald hvítkáls. *Rit búafræðingadeildar* **8**. Bændaskólinn á Hvanneyri.

Bailey, E.J. & Niels Dungal, 1958. Polycyclic hydrocarbons in Icelandic smoked food. *British Journal of Cancer* **12**: 348-350.

Brynjólfur Sandholt, 1992. Hreinleiki íslenskra sláturafurða. *Freyr* **88**: 617-625.

Davíð Egilsson, Elísabet D. Ólafsdóttir, Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Flosi Hrafn Sigurðsson, Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Karl Gunnarsson, Sigurður A. Þráinsson, Andri Stefánsson, Hallgrímur Daði Indriðason, Hreinn Hjartarson, Jóhanna Thorlacius, Kristín Ólafsdóttir, Sigurður R. Gíslason, Jörundur Svavarsson, 1999. Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga. Starfshópur um mengunarmælingar, umhverfissráðuneytið, mars 1999, Reykjavík. 138 bls.

Dennis, M.J., G.S. Cripps, A.R. Tricker, R.C. Massey & D.J. McWeeny, 1984. N-Nitroso compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons in Icelandic smoked cured mutton. *Fd. Chem. Toxic.* **22** (4): 305-306.

Derek Mundell and Sigurgeir Ólafsson, 1982. Residue of linuron in soils and potatoes in Iceland. *J.Agric.Res.Icel.* (Ísl. landbún.) **14** (1-2): 3-17.

Elísabet Dolinda Ólafsdóttir, Sigurður Emil Pálsson, 1999. Gæði og hollusta grænmetis á íslenskum markaði. Niðurstöður mælinga á Cs-137. Áfangaskýrsla mars 1999. Geislavarnir ríkisins GR(I): 99.03.

Guðjón Þorkelsson, 1983. Rannsóknir á hangikjöti. *Árbók landbúnaðarins* **1982**: 228-234.

Guðjón Þorkelsson, 1989. The effect of processing on the content of polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile N-nitroso-amines in cured and smoked lamb meat. Í: "Nutritional Impact of Food Processing", Somogy, J.C.& Müller (ritstj.), bls. 188-198, Karger, Basel.

Hollustuvernd ríkisins, 2000. Varnarefni í ávöxtum og grænmeti. Eftirlit og niðurstöður 1991-1999. Skýrsla 26 bls.

Hove, K., H. Lönsjö, I. Andersson, R.S. Cristian, H.S. Hansen, Kári Indriðason, H.P. Joensen, V. Kossila, A. Liken, Sigurður M. Magnússon, S.P. Nielsen, A. Paasikallio, Sigurður E. Pálsson, K. Rosen, T. Selnes, P. Strand, Jóhann Þórsson & T. Vestergaard, 1994. Radio-cesium transfer to grazing sheep in Nordic environments. Í: "Nordic radioecology. The transfer of radionuclides through Nordic ecosystems to man". Dahlgaard, H. (ritstj.), bls. 211-227, Elsevier, Amsterdam.

Jóhannes F. Skaftason og Þorkell Jóhannesson, 1979. Organochlorine compounds (DDT, hexachlorocyclohexan, hexachlorobenzene) in Icelandic animal body fat and butter fat. *Acta pharmacol. et toxicol.* **44**: 156-157.

Jóhannes F. Skaftason og Þorkell Jóhannesson, 1981. Klórkolefnissambönd í íslenskum vatnasilungi. *Náttúrufræðingurinn* **51** (3): 97-104.

Jóhannes Skaftason og Þorkell Jóhannesson, 1985. Klórkolefnissambönd í smjörfitu, hreindýrafitu og kindafitu. *Tímarit um lyfjafræði* **20**: 11-12.

Jóhannes F. Skaftason and Þorkell Jóhannesson, 1982. Organochlorine compounds in Icelandic lake trout and salmon fry: Local and global sources of contamination. *Acta pharmacol. et toxicol.* **51**: 397-400.

Jón Óttar Ragnarsson, 1974. Matvælarannsóknir og nítrít í íslenskum matvælum. *Tímarit Verkfræðingafélags Íslands* **59**: 57-59.

Jón Óttar Ragnarsson, Þuríður Þorbjarnardóttir og Hannes Hafsteinsson, 1978. Nítrat og nítrít í fæðu, 1 saltkjöt. *Fjölrit RALA* nr. **35**.

Jón Óttar Ragnarsson og Ragnheiður Héðinsdóttir, 1981. Nítrat og nítrít í fæðu. *Fjölrit RALA* nr. **77**.

Kristín Hlíðberg, 1993. Tetrasýklín í mjólk. *Starfshópur um hreinleika mjólkurafurða* 1. rit: 39-42.

Kristín Ingólfssdóttir, Guðborg A. Guðjónsdóttir og Sigurgeir Ólafsson, 1992. Glýkóalkalóíð sambönd í íslenskum kartöflum, *Solanum tuberosum*. *Læknablaðið* **78** (fylgirit 22): 87. Ágrip.

Kristín Ólafsdóttir, Hildur Atladóttir og Þorkell Jóhannesson, 1997. Þrásetin klórkolefnissambönd í íslenskri móðurmjólk. *Læknablaðið* **83**:157-161.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Sigurður Emil Pálsson, Kjartan Guðnason, Elísabet D. Ólafsdóttir, og Sigurdís Gunnarsdóttir, 2005a. Geislavirk efni í umhverfi og matvælum 1989-2003. Geislavarnir ríkisins, *GR* 05:03.

Magnús Á. Sigurgeirsson, Kjartan Guðnason, Elísabet D. Ólafsdóttir, Sigurður Emil Pálsson og Sigurdís Gunnarsdóttir, 2005b. Vöktunarmælingar Geislavarna ríkisins 2004. Geislavarnir ríkisins, *GR* 05:04.

Orkuveita Reykjavíkur, 2000. Efnasamsetning neysluvatns. Sjá vefsíðuna: www.or.is/orkuvefur/nonflash/viska/arsskyrslur/vr99/efnin.html

Ólafur Reykdal, Guðjón Þorkelsson, Garðar Sigurþórsson, Ágúst Ó. Sigurðsson, Elín Hilmars-dóttir, Dóróthea Jóhannsdóttir og Jón Óttar Ragnarsson, 1984. Rannsókn á unnum kjöt-vörum. *Fjölrit RALA* nr. **106**, fæðudeild 3. rit.

Ólafur Reykdal, Garðar Sigurþórsson og Jón Óttar Ragnarsson, 1985. Rannsókn á íslenskri mjólk og mjólkurafurðum. Seinni hluti. *Fjölrit RALA* nr. **114**, fæðudeild 5. rit.

Ólafur Reykdal, Ágúst Ó. Sigurðsson og Guðjón Þorkelsson, 1986. Efnagreiningar á kjöti 1984-86. *Fjölrit RALA* nr. **120**, fæðudeild 6. rit.

Ólafur Reykdal og Grímur Ólafsson, 1988. Efnainnihald íslenskra garðávaxta: Næringarefni og nítrat. *Fjölrit RALA* nr. **131**, fæðudeild 9. rit.

Ólafur Reykdal og Arngrímur Thorlacius, 1993. Blý, kadmín og kvikasilfur í mjólk. *Starfshópur um hreinleika mjólkurafurða* 1. rit: 31-38.

- Ólafur Reykdal, 1993. Þvottaefni og sóttþreinsiefni í mjólkuriðnaði. *Starfshópur um hreinleika mjólkurafurða* **1**. rit: 47-50.
- Ólafur Reykdal, Kristín Hlíðberg og Baldur J. Vigfússon, 1993. Nítrat og nítrít í mjólk. *Starfshópur um hreinleika mjólkurafurða* **1**. rit: 51-56.
- Ólafur Reykdal, 1995. Sveppaeiturefni í matvælum og fóðri. *Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Fréttabréf* **15**, 3 bls.
- Ólafur Reykdal og Arngrímur Thorlacíus, 1995. Þungmálmur í lifrum og nýrum íslenskra lamba. *Fréttabréf RALA* nr. **16**.
- Ólafur Reyddal, Arngrímur Thorlacíus og Guðjón Þorkelsson, 1996. Cadmium in livers and kidneys of Icelandic lambs. Í: "Meat for the consumer", 42nd International Congress of Meat Science and Technology. Poster proceedings, bls. 29-30. Matforsk.
- Ólafur Reykdal, 1998. Berst kadmín í búfjárafurðir? *Ráðunautafundur 1998*: 209-215.
- Ólafur Reykdal, 1998. Úttekt á nokkrum efnum í Íslenska gagnagrunninum fyrir efnainnihald matvæla 1996-97. *Rannsóknastofnun landbúnaðarins RL 008/AF 004*. Fjölrit, 34 bls.
- Ólafur Reykdal, Arngrímur Thorlacíus, Guðjón Atli Auðunsson og Laufey Steingrímsdóttir, 2000. Selen, jöð, flúor, járn, kopar, sink, mangan, kadmín, kvikasilfur og blý í landbúnaðarafurðum. *Fjölrit Rala* **204**: 7-36.
- Ólafur Reykdal og Arngrímur Thorlacíus, 2000. Aðskotaefnin kadmín, kvikasilfur og blý og næringarefni járn, kopar, sink og mangan í lifur og nýrum íslenskra lamba. *Fjölrit Rala* **204**: 37-56.
- Ólafur Reykdal & Arngrímur Thorlacíus, 2001. Cadmium, mercury, iron, copper, manganese and zinc in livers and kidneys of Icelandic lambs. *Food Additives and Contaminants* **18** (11): 960-969.
- Ólafur Reykdal, Guðmundur Guðmundsson, Sigurður Emil Pálsson og Hannes Hafsteinsson, 2002. Rannsókn á aðskotaefnum í íslenskri mjólk 2000 - 2001 og áhættumat fyrir aðskotaefni. *Matra* **02:07**, 50 bls.
- Sigríður Hjartardóttir, Sigurður Örn Hansson og Eggert Gunnarsson, 1997. Sýklalyfjaleit í sláturdýrum. *Búvísindi* **11**: 141-149.
- Sigurður Örn Hansson, 2000. Hreinleiki íslenskra sauðfjárafurða. *Freyr* 96 (8): 33-34.
- Sigurður Emil Pálsson, Sigurður M. Magnússon og Elísabet D. Ólafsdóttir, 1993. Rannsókn á geislavirkni í íslenskri mjólk. *Starfshópur um hreinleika mjólkurafurða* **1**. rit: 26-30.
- Sigurður Emil Pálsson, Sigurður M. Magnússon, Elísabet D. Ólafsdóttir, Kristbjörn Egilsson og Skarphéðinn Þórisson, 1993. Geislavirkni í íslensku hreindýrakjöti 1990-93. Í: *Villt íslensk spendýr* (ritstj. Páll Hersteinsson og Guttormur Sigbjarnarson). Reykjavík. Hið íslenska náttúrufræðifélag og Landvernd, bls. 319-326.
- Svava Þórðardóttir, Kristín Ólafsdóttir og Þorkell Jóhannesson, 1993. Mælingar á klórkolefnissamböndum í íslenskri mjólk 1991-1992. *Samstarfshópur um hreinleika mjólkurafurða* **1**. rit: 19-25.

Umhverfisstofnun, 2006. Eftirlit með varnarefnum í matvælum 2005. UST-2006:11. Skýrsla 11 bls. Sótt 19.01.2007 á slóðina:

http://www.ust.is/media/ljosmyndir/matvaeli/Eftirlit_med_varnarefnaleifum_2005_-_09.12.06_GO.pdf.

Valur Norðri Gunnlaugsson og Ólafur Reykdal, 2000. Gæði grænmetis á íslenskum markaði 1998-1999. *Fjölrit Rala* **202**. 77 bls.

Yfirdýralæknir, 2001. Óbirtar niðurstöður úr eftirlitsáætlun Embættis yfirdýralæknis frá árunum 1999 og 2000.

Porkell Jóhannesson og Jóhannes F. Skaftason, 1981. Klórkolefnissambönd alfa-, beta- og gamma-HCH, DDT, DDD, DDE, HCB og PCB-efni) í íslensku smjöri 1968-1982. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* **13** (1-2): 79-82.

Porkell Jóhannesson og Jakob Kristinsson, 1993. Ívermektín - Mælingar á ívermektíni í mjólk. *Samstarfshópur um hreinleika mjólkurafurða* **1**. rit: 43-46.

Porkell Jóhannesson, 1997. Okratoxín A. Sveppaeiturefni sem gæta þarf að. *Heilbrigðismál* 1/1997: 15-16.

Þorsteinn Þorsteinsson, 1966. Polycyklísk kolvatnsefni í matvælum. *Fréttabréf um heilbrigðismál* **14** (4): 17-20.

Þorsteinn Þorsteinsson, 1968. Krabbameinsvaldar í matvælum. *Fréttabréf um heilbrigðismál* **16** (2): 8-11.

Þorsteinn Þorsteinsson and Guðmundur Þórðarson, 1968. Polycyclic hydrocarbons in singed food in Iceland. *Cancer* **21** (3): 390-392.

Þorsteinn Þorsteinsson, 1969. Polycyclic hydrocarbons in commercially and home-smoked food in Iceland. *Cancer* **23** (2): 455-457.

Þorsteinn Þorsteinsson og Friðrik Pálmason, 1984. Kadmíum í íslensku umhverfi. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* **16** (1-2): 16-20.

Þórir Helgason og Magnús R. Jónasson, 1981. Evidence for a food additive as a cause of ketosis-prone diabetes. *The Lancet*, 3. október: 716-720.

Þórir Helgason, S.W.B. Ewen, I.S. Ross & J.M. Stowers, 1982. Diabetes produced in mice by smoked/cured mutton. *The Lancet*, 6. nóvember: 1017-1022.

Þórir Helgason, S.W.B. Ewen, B. Jaffray, J.M. Stowers, J.R. Outram & J.R.A. Pollock, 1984. N-Nitrosamines in smoked meats and their relation to diabetes. *IARC Sci. Publ.* **57**: 911-920.

4.2 Almennar heimildir

- Barni Helgason, 2001. Kadmín í jarðvegi á Íslandi. *Ráðunautafundur 2001*: 299-302.
- Bayarri, S., P. Conchello, A. Arino, R. Lazaro & A. Herrera, 1994. DDT, DDT metabolites, and other organochlorines as affected by thermal processing in three commercial cuts of lamb. *Bull. Environm. Toxicol.* **52**: 554-559.
- Björn Guðmundsson & Þorsteinn Þorsteinsson, 1980. Þungmálmur í íslensku grasi. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* **12**: 3-10.
- Chase, I.A., E.H. Studier & S. Þórisson, 1994. Aspects of nitrogen and mineral nutrition in Icelandic reindeer, *Rangifer tarandus*. *Comp. Biochem. Physiol.* **109A** (1): 63-73.
- Coderre, J.A. & Steinþórsson, S., 1977. Natural concentrations of mercury in Iceland. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **41**, 419-424.
- Coleman, M.E., Elder, R.S., Basu, P. and Koppenaal, G.P., 1992. Trace metals in edible tissues of livestock and poultry. *Journal of AOAC International*, **75** (4), 615-625.
- Falandysz, J., 1991. Manganese, copper, zinc, cadmium, mercury and lead in muscle meat, liver and kidneys of poultry, rabbit and sheep slaughtered in the northern part of Poland, 1987. *Food Additives and Contaminants* **8** (1): 71-83.
- Frøslie, A., G. Norheim, J.P. Rambæk & E Steinnes, 1985. Heavy metals in lamb liver: contribution from atmospheric fallout. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **34**: 175-182.
- Friðrik Pálmason, Gunnar Steinn Jónsson, Magnús Óskarsson og Þorsteinn Guðmundsson, 1989. Landbúnaðurinn og umhverfið. Yfirlit um mengun umhverfis og afurða ásamt umfjöllun um nítur í jarðvegi og árvatni og um mengun tengda fiskeldi. *Ráðunautafundur 1989*: 167-187.
- Gilbert, J., 1994. The fate of environmental contaminants in the food chain. *The Science of the Total Environment* **143**: 103-111.
- IDF (International Dairy Federation), 1990. Monograph on residues and contaminants in milk and milk products. International Dairy Federation Special Issue 9101, Brussels.
- Jorhem, L., S. Slorach, B. Sundström & B. Ohlin, 1991. Lead, cadmium, arsenic and mercury in meat, liver and kidney of Swedish pigs and cattle in 1984-88. *Food Additives and Contaminants* **8** (2): 201-212.
- Jorhem, L. & B. Sundström, 1993. Levels of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium, manganese and cobalt in foods on the Swedish market 1983-1990. *Journal of Food Composition and Analysis* **6**: 223-241.
- Jorhem, L., 1999. Lead and cadmium in tissues from horse, sheep, lamb and reindeer in Sweden. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A* **208**: 106-109.
- Koivistoinen, P., 1980. Mineral element composition of Finnish foods. *Acta Agriculturae Scandinavica*, suppl. 22.

Koops, J. & D. Westerbeck, 1988. The cadmium and lead contents of Dutch milk. *Neth. Milk Dairy J.* **42**: 99-110.

Kristján Geirsson, 1994. Náttúruleg viðmiðunargildi á styrk þungmálma í íslensku umhverfi. Siglingamálastofnun 1994.

Knöppler, H.O., Graunke, W., Mücke, W., Schulze, H. & Gedek, W., 1979. Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte in Fleisch- und Organproben von Lämmern und Schafen. *Fleischwirtschaft*, **59** (2), 241-247.

Kristín Ólafsdóttir, Ævar Petersen, Svava Þórðardóttir & Þorkell Jóhannesson, 1995. Organochlorine residues in gyrfalcons (*Falco rusticolus*) in Iceland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **55**: 382-389.

Kristín Ólafsdóttir, Æ. Petersen, E.V. Magnúsdóttir, T. Björnsson & T. Jóhannesson, 1998. Seasonal fluctuations of organochlorine levels in the common eider (*Somateria mollissima*) in Iceland. *Environmental Pollution* **103**: 153-158.

Kristín Ólafsdóttir, K. Skírnisson, G. Gylfadóttir & T. Jóhannesson, 2000. Persistent organochlorine levels in six prey species of gyrfalcon *Falco rusticolus* in Iceland. *Environmental Pollution* **112**: 1-7.

Nelson, C.E., 1993. Strategies of mold control in dairy feeds. *J.Dairy Sci.* **76**: 898-902.

Nuurtamo, M., Varo, P., Saari, E., Koivistoinen, P., 1980. Mineral element composition of Finnish foods. V. Meat and meat products. *Acta Agriculturae Scandinavica.*, Supplement **22**, 57-76.

Ólafur Adolfsson, 1994. Notkun þvotta- og hreinsiefna í mjólkurframleiðslu. Frumathugun. Bændaskólinn á Hvanneyri, greinargerð 1994.

Ólafur Reykdal, Arngrímur Thorlacius & Kristín Hlíðberg 1996. Hvernig er hægt að forðast mengun landbúnaðarvara? *Ráðunautafundur* **1996**: 46-56.

Petersen, A. & S. Stoltze, 1999. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish Market: content and intake. *Food Additives and Contaminants* **16** (7): 291-299.

Rühling, Å., G. Brumelis, N. Goltsova, K. Kvietkus, E. Kubin, S. Liiv, S. Magnússon, A. Mäkinen, K. Pilegaard, L. Rasmussen, E. Sander & E. Steinnes, 1992. Atmospheric heavy metal deposition in Northern Europe 1990. *Nord* **1992**: 12.

Rühling, A. & E. Steinnes, 1998. Atmospheric heavy metal deposition in Europe 1995-1996. *Nord* **1998**: 15.

Salisbury, C.D.C., W. Chan & P.W. Saschenbrecker, 1991. Multielement concentrations in liver and kidney tissues from five species of Canadian slaughter animals. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **74** (4): 587-591.

Schulz-Schroeder, G., 1991. Blei- und Cadmiumgehalte in Fleisch-, Leber- und Nierenproben von Lämmern und Schafen. *Fleischwirtsch.* **71** (12): 1435-1438.

Tahvonen, R. & J. Kumpulainen, 1991. Lead and cadmium in berries and vegetables on the Finnish market 1987-1989. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* **340**: 242-244.

Tahvonen, R. & J. Kumpulainen, 1995a. Lead and cadmium in some berries and vegetables on the Finnish market 1991-93. *Food Additives and Contaminants* **12** (2): 263-279.

Tahvonen, R. & J. Kumpulainen, 1995b. Lead and cadmium contents in milk, cheese and eggs on the Finnish market. *Food Additives and Contaminants* **12** (6): 789-798.

de Vries, J. (ritstj.), 1997. Food safety and toxicity. CRC Press. London. ISBN 0-8493-9488-0.

Vos, G., H. Lammers & W Delft, 1988. Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of sheep slaughtered in the Netherlands. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **187**: 1-7.

Porkell Jóhannesson, 1980. Kvikasilfur, arsen, kadmíum, selen og sink í hársýnum og laxaseiðum á Íslandi. *Tímarit um lyfjafræði* **15** (2): 43-46.

Porkell Jóhannesson, G. Lunde & E. Steinnes, 1981. Mercury, arsenic, cadmium, selenium and zinc in human hair and salmon fries in Iceland. *Acta Pharmacol. et Toxicol.* **48**: 185-189.

Porkell Jóhannesson, 1991. Aflatoxín. *Hvr tíðindi* (Fréttabréf Hollustuverndar ríkisins) **1**:4.

Porkell Jóhannesson, 2000. Ný íslensk rannsókn á okratoxín A í blóðsýnum. Sveppaeitur sem virðist mjög útbreitt. *Heilbrigðismál* 1/2000: 33.