

Matra 1GA05002 / Framleiðisjóður 05-050




löntæknistofnun

MATVÆLARANNSÓKNIR



Joð, selen og kvikasilfur í kjöti, mjólk og eggjum

Matra 06:03
Desember 2006

Ólafur Reykdal
Óli Þór Hilmarsson
Guðjón Atli Auðunsson

Efnisyfirlit

1. Formáli	3
2. Samantekt.....	4
3. Inngangur	5
4. Sýni	10
5. Mæliaðferðir	13
6. Niðurstöður	15
7. Heimildir	23

1. Formáli

Í verkefninu var gerð úttekt á magni joðs, selens og kvikasilfurs í mikilvægum matvælum frá landbúnaði. Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkti verkefnið og framleiðendur létu í té sýni. Vinna við verkefnið hófst í maí 2005. Unnið var við sýnatöku í samstarfi við fjölmarga aðila á tímabilinu maí til desember 2005. Efnagreiningar voru framkvæmdar á árinu 2006, joð var mælt í öllum sýnum hjá efnagreiningadeild Iðntæknistofnunar og selen og kvikasilfur í hluta sýnanna hjá TNO stofnuninni í Hollandi. Á árinu 2007 var kvikasilfur mælt í Noregi í öllum sýnum af svínakjöti, kjúklingum og eggjum og skýrslan var síðan uppfærð með nýju gildunum.

Verkefninu var ætlað að kanna magn næringarefnanna joðs og selens og aðskotaefnisins kvikasilfurs í helstu landbúnaðarafurðum á Íslandi. Takmarkaðar mæliniðurstöður voru til fyrir þessi efni hér á landi og auk þess var ástæða til að ætla að styrkur efnanna í landbúnaðarafurðum taki breytingum, svo sem vegna breytinga á fóðrun sláturdýra. Fiskimjöl í fóðri getur verið uppspretta joðs, selens og kvikasilfurs í afurðum. Til dæmis hefur joðinnihald fóðurs áhrif á styrk joðs í mjólk.

Upplýsinga var aflað um fóðurlöndur fyrir sláturdýr hjá Erlendi Jóhannssyni hjá Fóðurlöndunni og Bjarna Árnasyni hjá Mjólkurfélagi Reykjavíkur (MR, nú Lífland). Jarle Reiersen dýralæknir alifuglasjúkdóma á Keldum lét í té upplýsingar um framleiðslu á kjúklingum og eggjum. Við nutum aðstoðar Guðmundar Jóhannessonar nautgriparráðunauts hjá Búnaðarsambandi Suðurlands við að velja mjólkurframleiðendur og Ólafur Unnarsson hjá Mjólkurbúi Flóamanna hafði milligöngu um sýnatökuna. Matthías Guðmundsson framkvæmdastjóri og Björn Stefánsson framleiðslustjóri útveguðu sýni af kjúklingum hjá Reykjagaði og Sigurborg Daðadóttir gæðastjóri útvegaði sýnin hjá Matfugli.

Óli Þór Hilmarsson vann við sýnatöku og sýnavinnslu. Guðjón Atli Auðunsson hjá Efnagreiningum Keldnaholti sá um mælingar á joði en við mælingarnar vann Nili Ben-Ezra. Ólafur Reykdal hafði umsjón með verkefninu.

2. Samantekt

Gerðar voru mælingar á joði í 32 sýnum af matvælum frá íslenskum landbúnaði. Sýni voru af svínakjöti, kjúklingum, eggjum, hrámjólk, lambakjöti, lambalifur og lambanýrum. Fyrir önnur matvæli en lambainnmat var sýnum skipt í tvo sýnaflokka sem byggðust á mismunandi fóðrun. Niðurstöðurnar gefa því upplýsingar um breytileika fyrir joð í matvælum en fram til þessa hafa slíkar upplýsingar ekki verið fáanlegar fyrir íslensk matvæli.

Sýni af mjólk voru hrámjólk úr mjólkurtanki býla. Joð í mjólk frá býlum með mikla kjarnfóðurgjöf innihélt afgerandi meira joð en mjólkin frá býlum með litla kjarnfóðurgjöf. Það mjólkursýni sem var joðríkast innihélt um þrefalt meira joð en mjólkin sem var með minnst joð. Joðinnihald svína-, kjúklinga- og lambakjöts var í flestum tilfellum svipað, um 3 µg joð/100g. Egg voru í flestum tilfellum joðríkustu matvælin sem mæld voru og virtist fóðrunin skipta máli.

Niðurstöður fyrir joð í þessu verkefni voru bornar saman við mæliniðurstöður frá 1997. Fyrir svínakjöt og kjúklinga eru niðurstöðurnar sambærilegar bæði árin. Samt sem áður hefur notkun fiskimjöls í fóður minnkað en íbætt joð í fóður hefur ekki breyst. Joð í eggjum virðist aftur á móti hafa lækkað frá því sem áður var. Sennilega gætir hér áhrifa frá minnkandi fiskimjölsnotkun. Joð í lambakjöti er í flestum tilfellum svipað og áður. Aftur á móti mælist nú mun minna joð í lambalifur en 1997. Á heildina litið hefur joð í kjöti, mjólk og eggjum breyst minna en ætlað var. Það er þó ljóst að fóðrun með fiskimjöli hefur minnkað en líklega vegur joðbæting fóðurs á móti minna fiskimjöli.

Gerðar voru mælingar á kvikasilfri og seleni í völdum sýnum af svínakjöti, kjúklingum og eggjum. Styrkur kvikasilfurs var mjög lágur fyrir þessi sýni og innan við helmingur af gildum fyrir sambærileg sýni frá 1997. Selen í svínakjöti og kjúklingum var mjög svipað og 1997 en aftur á móti virðist vera um lökkun að ræða fyrir eggjin.

3. Inngangur

Lengi hefur verið litið svo á að Íslendingar fengju nægjanlegt magn af joði í daglegu fæði. Þegar reiknað var út úr landskönnun Manneldiráðs á mataræði Íslendinga 2002 kom hins vegar í ljós að meðalneysla sumra hópa á joði var minni en ráðleggingar segja til um (Laufey Steingrímisdóttir o.fl. 2003). Þessar niðurstöður kalla á nánari skoðun á joði í matvælum og joðbúskap Íslendinga enda getur joðskortur haft áhrif á heilsu fólks. Samkvæmt landskönnuninni var selen aftur á móti ríflegt í fæði Íslendinga. Kvikasilfur var vel undir þeim mörkum sem hugsanlega geta talist óæskileg.

Fóðrun sláturdýra á Íslandi hefur breyst frá því landskönnun Manneldisráðs fór fram 2002. Breytingarnar felast meðal annars í því að dregið hefur úr notkun fiskimjols í fóður. Fiskimjöl getur verið uppspretta joðs, selens og kvikasilfurs í afurðum og því var orðið brýnt að kanna styrk þessara efna í algengum matvælum frá landbúnaði.

Talið hefur verið að þær fæðutegundir sem veita mest joð séu fiskafurðir og mjólkurvörur. Vel er hugsanlegt að aðrar landbúnaðarafurðir en mjólkurvörur séu vanmetnar í þessu tilliti. Með minnkandi fiskneyslu verður því joð sem landbúnaðarafurðir veita enn mikilvægara.

Sérstaða íslenskra búvara getur meðal annars falist í ólífrænum snefilefnum. Joð og selen eru sérlega áhugaverð af nokkrum ástæðum. (a) Þessi efni eru mikilvæg fyrir heilsu fólks og þau getur skort í fæði Íslendinga. (b) Joð og selen hafa einkum verið talin koma úr fiski en með minnkandi fiskneyslu verður hlutverk landbúnaðarafurða mikilvægara. (c) Fiskimjöl og aðrir hlutar fóðursins leggja til joð og selen og því getur verið að magn þessara efna í landbúnaðarvörum sé vanmetið.

Umhverfisþættir

Magn joðs í fóðri hefur mikil áhrif á joð í fæðutegundum eins og mjólkurvörum og eggjum. Hægt er að ná fram 100-faldri aukningu á styrk joðs í eggjum með því að bæta miklu af joði í fóðrið (Hertzell & Maberly 1986). Joð berst greiðlega í mjólk úr líkama kýrinnar (Pennington 1988), en það krefst þess að fóðrið innihaldi joð í tiltölulega háum styrk. Rannsóknir á jákvæðum þáttum eins og joði og seleni í fiskimjöli og flutningi þess í afurðir sláturdýra hafa verið takmarkaðar jafnt hér á landi sem erlendis. Mestar rannsóknir hafa farið fram á því hvernig ómettaðar fitusýrur úr fiskimjöli auka á hollustu kjöts og eggja. Sérstaklega skortir rannsóknir á hinum ýmsu tegundum fiskimjols og hvernig vaxandi magn fiskimjols skilar efnunum í afurðir sláturdýra.

Joð í umhverfinu hefur lítið verið rannsakað á Íslandi. Talið er að joðskortur í sláturdýrum geti verið vandamál hér á landi og hafa dýralæknar talið sig sjá merki joðskorts í sauðfé. Lömb með stóran skjaldkirtil hafa komið til krufningar hjá

Tilraunastöð Háskólans í meinafræði að Keldum og hefur það verið tengt joðskorti víða um landið (Sigurður Sigurðarson 2004).

Styrkur joðs í drykkjarvatni gefur vísbendingu um joð í jarðvegi en það ræður miklu um það hversu mikið joð er í plöntum og dýrum á viðkomandi svæði (Hetzel & Maberly 1986). Á joðsnaðum svæðum er joð í drykkjarvatni yfirleitt undir 2 µg/L. Í Danmörku var joð í drykkjarvatni meðal þeirra þátta sem mest áhrif höfðu á joðneyslu (Pedersen o.fl. 1999). Í ÍSGEM gagnagrunninum er joð í drykkjarvatni gefið upp sem 0,012 (0,005-0,030) µg/100ml. Gerðar voru mælingar á joði í drykkjarvatni í Reykjavík í júlí 1998 og var styrkurinn undir 0,1 µg/100ml (Laurberg o.fl. 2003).

Styrkur selens í heysýnum á Íslandi hefur mælst lágur miðað við þarfir búfjár (Grétar Hrafn Harðarson o.fl. 2006). Talið er að selenskortur geti verið vandamál í nautgripum og sauðfé á Íslandi (Bragi Línadal 2004) og selenmælingar á heyi og blóði sauðfjár sýna að um selenskort er að ræða í sauðfé (Þorkell Jóhannesson 2004).

Fiskimjöl

Á Íslandi hefur verið hefð fyrir meiri notkun fiskimjöls í fóður sláturdýra en í öðrum löndum. Á síðustu árum hefur þó frekar dregið úr fiskmjölsnotkuninni. Fiskmjölsnotkunin er samt talsverð og í einstaka tilfellum allt að 19% af blöndunni. Á mótí kemur að nú er notað meira kjarnfóður en áður en taka verður með í reikninginn að notkun byggs hefur aukist að einhverju leyti á kostnað fiskimjölsins. Nú upp á síðkastið hefur fiskmjölsnotkunin ekki verið að breytast.

Fiskimjöl er breytilegt eftir hráefninu. Fiskibeinamjöl inniheldur 2-7% fitu, ríflega 60% prótein og um 26% ösku í þurrefni. Loðnumjöl er aftur á mótí mun feitara eða með um 10% fitu. Í fóður sláturdýra er fyrst og fremst notað fiskibeinamjöl en loðnumjölið er mikið notað í fiskafóður. Framboð á fiskimjöli getur verið breytilegt frá einum tíma til annars og því hefur það áhrif á samsetningu fóðursins ef þarf að nota.

Þegar fiskimjöl er notað til fóðrunar flytjast efni úr mjölinu í afurðir sláturdýranna. Bæði er um að ræða næringarefni og óæskileg efni. Meðal mikilvægra næringarefna eru joð, selen og ómega-3 fitusýrur. Hins vegar eru óæskilegir þættir eins og kvikasilfur, arsen og díoxín/PCB efni. Búast má við því að athygli eftirlitsstofnana beinist að þessum óæskilegu þáttum í fiskimjölinu enn frekar á komandi árum.

Í kjölfar kúariðu í Evrópu var öll notkun fiskmjöls bönnuð tímabundið við fóðrun búpenings en Ísland var ekki skuldbundið að fylgja því. Síðar var banninu aflétt fyrir svín og alifugla að því tilskyldu að kannað væri magn hugsanlegs kjötmjöls í fiskmjölinu. Bannið stendur enn er varðar jörturdýr. Það er ekki kúariðan ein sem er til skoðunar heldur ógna óæskileg efni eins og díoxín og kvikasilfur í fiskimjöli notkun þess þegar matvælaframleiðsla er annars vegar.

Á Íslandi og erlendis hafa farið fram rannsóknir á áhrifum fiskimjöls í fóðri svína á geymsluþol, bragðgæði og fitusýrur í afurðum en einnig vaxtarhraða og fóðurnýtingu dýranna (Birna Baldursdóttir o.fl. 1998). Sambærilegar rannsóknir fyrir önnur efni en fitusýrur hafa ekki farið fram hér á landi. Erlendis hafa rannsóknir á flutningi joðs og selens úr fiskimjöli í afurðir verið mjög takmarkaðar.

Ekki eru til niðurstöður mælinga á joði í íslensku fiskimjöli. Í þorskhaldi er joð 1 – 2,5 mg/kg votvigt en ekki er hægt að umreikna þessi gildi fyrir fiskibeinamjöl. Mælingar á seleni í þremur sýnum af fiskimjöli 1996 leiddu í ljós að selen var á bilinu 1,5 – 2,2 mg/kg í þurrefni (Upplýsingar frá Fóðurlöndunni). Í Handbók bænda (2006) er selen í fiskibeinamjöli gefið upp 7,3 mg/kg og í loðnumjöli 10,3 mg/kg af þurrefni en þessi gildi virðast vera nokkuð há.

Framleiðsla og fóðrun

Tvö fyrirtæki, Fóðurblandan hf (FB) og Mjólkurfélag Reykjavíkur svf (MR, nú Lífland), sjá íslenskum landbúnaði fyrir nær öllum tilbúnum fóðurlöndum sem notaðar eru í landinu við ræktun holdakjúklinga og varphæna en jafnframt stórum hluta af þeim löndum sem notaðar eru fyrir nautgripi og svín. Bæði fyrirtækin bæta vítamínum og ólífrænum snefilefnum í fóðurlöndur, þar á meðal eru joð og selen. Hlutfall fiskimjöls í löndum þessara fyrirtækja er allt að 19%. Sumir mjólkurframleiðendur gefa bygg í nokkrum mæli með fóðurlöndum og nokkrir svínabændur blanda eigið fóður.

Samsetning fóðurblandna hjá Fóðurlöndunni og MR var könnuð þegar sýnataka fór fram á árinu 2005. Fiskimjöl var notað í allar fóðurlöndur fyrir mjólkurkúr og í langflestar löndur fyrir holdakjúklinga og varphænur. Hlutfall fiskimjöls af fóðurlöndunum var á bilinu 2 – 19%. Joði var aukið í allar fóðurlöndur fyrir mjólkurkúr (5 mg/kg). Joði var aukið í löndur frá FB fyrir holdakjúklinga og varphænur (2 mg/kg) en ekki í löndur frá MR. Íbætt joð í FB fóðurlöndur fyrir svín var 1 mg/kg. Magn íbætts joðs í FB fóðurlöndum hefur ekki breyst síðustu 10 árin.

Seleni var aukið í allar fóðurlöndur fyrir mjólkurkúr (0,35 - 0,54 mg/kg fyrir FB löndur og 0,5 – 0,58 mg/kg fyrir MR löndur). Í FB og MR fóðurlöndur fyrir varphænur var aukið 0,15 – 0,18 mg af seleni á kg. Í FB löndur fyrir holdakjúklinga var íbætt selen 0,2 mg/kg en seleni var ekki aukið í MR fóðurlöndur.

Svín

Fiskimjöl er ekki lengur í lokafóðri svína en ýmsir nota það í millifóður frá 50 kg þunga dýranna í 70-90 daga. Lokafóður er aðeins gefið í 3-5 daga og því á frekar að horfa á millifóðrið sem uppsprettu fiskimjöls. Korn er stærstur hluti svínafóðurs og soja hefur að talsverðu leyti tekið við af fiskimjöli sem próteingjafi.

Dregið var úr notkun fiskimjöls í svínafóður frá Fóðurlöndunni fyrir 3-4 árum. Í fóðri fyrir svín frá Mjólkurfélagi Reykjavíkur var fiskimjöl 1-3% á árinu 2005 og hafði hlutfall fiskimjöls verið lækkað niður í þetta mark fyrir 10-12 árum.

Sumir framleiðendur blanda sitt fóður á staðnum úr byggi, hveiti, soja, fiskimjöli og fitu. Fiskimjöl er aðeins gefið fyrstu þrjá mánuðina og eftir það er skipt yfir á soja. Allir framleiðendur blanda fóðrið að einhverju marki.

Árið 2003 var fóðurnotkun í svínarækt 22 þúsund tonn, þar af voru 10 þúsund tonn bygg, 2.300 tonn soja og 470 tonn fiskimjöl (2%). Framleiðendur svínakjöts eru aðeins um 15 (Konráð Konráðsson 2005).

Holdakjúklingar

Hér á landi er aðeins einn stofn holdakjúklinga (Ross). Meðalstórir eldishópar eru 4-5 þúsund fuglar en hóparnir geta verið 12.000 eða jafnvel 20.000 fuglar. Almennt er þrenns konar fóður notað; startfóður, vaxtarfóður og lokafóður. Vaxtarfóður er aðalfóðrið og notað frá 10. degi og þar til þremur dögum fyrir slátrun. Líta ætti á vaxtarfóðrið sem helstu uppsprettu efna í afurðum.

Í öllu fuglafóðri frá Fóðurlöndunni er 4-9% fiskimjöl, mest í byrjunarfóðrinu. Í fóðri fyrir alifugla frá Mjólkurfélaginu er fiskimjöl 1-4% og var hlutfall fiskimjöls lækkað niður í þetta mark fyrir 10-12 árum. Vaxtarfóður fyrir holdakjúklinga frá FB og MR er með mismiklu fiskimjöli (4% fiskimjöli frá MR og 7,4% eða 9,3% frá FB). Í lokafóðri frá MR er þó ekkert fiskimjöl en 6,9% í samsvarandi fóðri frá FB. Minna fiskimjöl er í FB lokafóðri en var fyrir 10 árum.

Eldistími fyrir holdakjúklinga er 30-40 dagar. Miðað er við tímann frá því fuglarnir fara inn í stíu. Þyngdin er um 1100 g eftir 30 daga en 1700-1800 g eftir 40 daga. Afföll í eldi geta verið um 3%, þar af um 0,7% fyrstu vikuna. Dauðir fuglar eru fjarlægðir daglega. Flest alifuglabúin sjá um útungun sjálf. Oftast er öllum eldishópnum slátrað í einu. Í um 20% tilfella þarf að skipta hópnum þar sem afköst í sláturhúsi geta verið takmörkuð. Eldishópur við slátrun er nokkuð einsleitur. Gott rekjanleikakerfi er fyrir kjúklingaafurðir og er hægt að rekja vöruna til framleiðenda og eldishóps út frá merkingum á umbúðum. Slátrun kjúklinga fer fram á Hellu og í tveimur sláturhúsum í Mosfellsbæ (Ísfugl og Matfugl).

Varphænur

Yfirleitt koma allar varphænur inn í tiltekið hús á sama tíma og þær fara til slátrunar á sama tíma. Þetta er þó ekki algilt og í sumum húsum eru misgamlir fuglar. Oftast er sama fóðrið notað allan varptímann. Varphænur byrja að verpa 20 vikna og yfirleitt er þeim slátrað 72 vikna. Varpfóður frá MR er með 1,5 eða 2,0% fiskimjöli en fóðrið frá FB er með 4,2% fiskimjöli. Minna fiskimjöl er notað en gert var fyrir 10 árum.

Meginhluti allra eggja á höfuðborgarsvæðinu kemur frá þremur framleiðendum: Vallá, Nesi og Elliðahvammi. Auðsholt á Suðurlandi er einnig allstór framleiðandi. Fyrir norðan eru helstu framleiðendur: Sveinbjarnargerði, Klaufabrekka og Efri-Mýrar. Að auki eru nokkrir framleiðendur með litla framleiðslu. Nokkrir aðilar sameinast um uppeldi unga í Miðfirði. Margir smáir framleiðendur eru með haughænsni en ekki er hægt að skilgreina fóður þeirra með öryggi.

Mjólkurkúr

MR og FB bjóða fjölmargar fóðurlöndur fyrir mjólkurkúr. Hlutfall fiskimjöls í þessum blöndum er á bilinu 4,4% til 19,4%. Fiskimjölsríkustu blöndurnar eru notaðar á móti öðru fóðri eins og byggi og því er gefið magn fiskimjöls ekki eins breytilegt og blöndurnar segja til um. Engu að síður eru einstakir mjólkurframleiðendur að gefa nokkuð mismikið fiskimjöl. Margir mjólkurframleiðendur hafa stóraukið fóðurbætisgjöf, og jafnvel tvöfaldað hana, frá því sem var fyrir 10 árum.

Matvæli frá landbúnaði

Joð

Joð í umhverfi og fóðri getur haft áhrif á styrk joðs í matvælum frá landbúnaði. Styrkur joðs í jarðvegi hefur áhrif á styrk joðs í plöntum, dýrum og vatni. Þar sem fiskimjöl er joðríkt hefur notkun þess í kjarnfóðurblöndur áhrif á joð í mjólk og eggjum og að einhverju leyti kjöti. Viðbót joðs sem bætiefni í kjarnfóðurblöndur hefur sömu áhrif og fiskmjöl. Hugsanlegt er að joð berist í mjólkina úr spenadýfum sem innihalda joð. Spenadýfur eru víða notaðar eftir mjaltir til sóttþreinsunar á spenum. Einnig er til spenafeiti sem inniheldur joð. Í nokkrum löndum hefur verið sýnt fram á aukið joðinnihald mjólkur vegna notkunar sóttþreinsiefna (Hemken 1979). Í Bandaríkjunum hefur komið í ljós að mjólk frá einstaka býlum inniheldur meira joð en æskilegt getur talist. Ætla má að veruleg aukning á joðinnihaldi mjólkur verði þó ekki ef joðsóttþreinsiefni eru notuð samkvæmt leiðbeiningum.

Mjög fáar niðurstöður joðmælinga á íslenskum landbúnaðarafurðum eru til og voru þær gerðar í einu verkefni árið 1996 (Ólafur Reykdal o.fl. 2000). Í ÍSGEM gagnagrunninum er að finna gildi fyrir joð í 602 fæðutegundum. Flest gildin eru fengin að láni úr erlendum heimildum eða fengin með útreikningum út frá uppskriftum. Íslenkar mæliniðurstöður eru þó notaðar fyrir mikilvægustu fæðutegundirnar en joð var mælt í 95 íslenskum fæðutegundum á árinu 1996 (Ólafur Reykdal o.fl. 2000).

Algennt er að gildi fyrir joð vanti í erlendar næringarefnatöflur. Gildi fyrir joð eru ekki í sænsku, finnsku og frönsku næringarefnatöflunum og ekki heldur í ameríska gagnagrunninum. Joðmælingar eru erfiðar og því er minna vitað um joð en mörg önnur ólífræn snefilefni í matvælum.

Joð er alltaf til staðar í mjólk en magnið er breytilegt. Joð berst auðveldlega úr fóðri kýrinnar yfir í mjólkina. Með joðbætingu fóðursins er hægt að auka joð í mjólkinni 200-falt. Form joðs í mjólk geta verið mismunandi og hefur eftirfarandi verið greint: 60,5% joðs voru í lífrænum efnasamböndum í vatnsfasa, 31% voru bundin próteinum, 4,5% bundin fitu og 4% voru í ólífrænum samböndum í vatnsfasa (Johnson 1980).

Selen

Nær öll gögn sem til eru um selen í íslenskum matvælum frá landbúnaði eru úr einu verkefni frá 1996 (Ólafur Reykdal o.fl. 2000). Mikið selen í eggjum, svínakjöti og kjúklingum vakti athygli og var styrkurinn í mörgum tilfellum hærri en heimildir um erlend matvæli gáfu upp. Talið var að hár styrkur selens í íslenskum afurðum gæti að einhverju leyti tengst fiskimjöli í fóðrinu. Fiskur er almennt selenríkur og því getur fiskimjöl verið góður selengjafi. Selen í fóðri berst auðveldlega í egg og mjólk og að einhverju leyti í kjöt.

Kvikasilfur

Kvikasilfur er yfirleitt ekki mælanlegt í helstu landbúnaðarafurðum eins og kjöti og mjólk. Kvikasilfur hefur þó mælst í svínaafurðum, kjúklingum og eggjum (Ólafur Reykdal o.fl. 2000). Fiskimjöl hefur verið notað í fóður svína og alifugla og líklegt er að það sé helsta uppspretta kvikasilfurs. Með minnkandi fiskmjölsnotkun ætti styrkur kvikasilfurs í þessum afurðum að lækka.

4. Sýni

Í 1. töflu er yfirlit um sýnin. Hvert sýni er úr einum eldishópi og voru alltaf skráðar upplýsingar um númer/dagsetningu eldishóps og heiti framleiðanda/býlis. Það er því alltaf hægt að rekja afurð/sýni til fóðrunaráætlunar. Í nokkrum tilfellum var tekið sýni úr fleiri en einum eldishópi sama framleiðandi með stóra markaðshlutdeild.

1. tafla. Sýni og skipulag sýnatöku.

Sýni	Fjöldi sýnaflokka	Fjöldi safnsýna í sýnaflökki	Fjöldi eininga í sýni	Heildarfjöldi eininga (Safnsýni)
Svínakjöt	2 (fóður)	3 eldishópar	3 svín	18 (6)
Holda- kjúklingar	2 (fóður)	3 eldishópar	5 fuglar	30 (6)
Egg	2 (fóður)	3 eldishópar	1 bakki (12egg)	6 (6)
Hrámjólk	2 (fóður)	3 framleiðendur	1 (200 ml)	6 (6)
Lambakjöt	2 (landshlutar)	3 stykki (mjáðma- steik, lærissneiðar, skanki)	2 (úr 2 skrokk- um í R2 flokki)	12 (6)
Lambalifur	1	1	10 lifrar	10 (1)
Lambanýru	1	1	20 nýru	20 (1)

Svínakjöt. Sýni af svínakjöti var sneið úr hrygg, um 400 g. Í hverju sýni (safnsýni) voru hryggjarsneiðar úr þremur svínum. Starfsmaður Matra sá um sýnatökuna í svínasláturhúsinu á Kjalarnesi.

Langflestir svínabændur eru farnir að blanda fóður heima og reyndist því ekki unnt að miða sýnatökuna aðeins við fóður frá Fóðurböndunni og MR fóður. Farin var sú leið að taka annars vegar sýni af svínum sem höfðu fengið heimablandað fóður og hins vegar af svínum sem höfðu fengið fóður frá Fóðurböndunni.

2. tafla. Sýni af svínakjöti.

Flokkur	Uppruni	Sýnatökustaður og dagsetning
FB fóður	1 Minni-Vatnsleysa	Sláturhús Kjalarnesi, 14.10.2005
	2 Minni-Vatnsleysa	Sláturhús Kjalarnesi, 20.01.2006
	3 Sléttaból	Sláturhús Kjalarnesi, 11.11.2005
Heimablöndun	4 Melar (Stjörnugrís)	Sláturhús Kjalarnesi, 7.10.2005
	5 Brautarholt	Sláturhús Kjalarnesi, 10.10.2005
	6 Bjarnarstaðir	Sláturhús Kjalarnesi, 21.10.2005

Holdakjúklingar. Sýni af kjúklingum eru annars vegar af fuglum sem fengu fóður frá Fóðurlöndunni en hins vegar af fuglum sem fengu MR fóður. Allir framleiðendur hjá Reykjagarði voru með FB fóður. Hvert sýni af kjúklingum var fimm heilir fuglar. Þeir voru sendir frystir til Matra þar sem þeir voru vigtaðir og búnir undir mælingar. Til mælinga voru aðeins notaðar bringur án skinns. Bringum af fimm fuglum var blandað saman í eitt safnsýni.

3. tafla. Sýni af holdakjúklingum.

Flokkur	Uppruni	Sýnatökustaður og dagsetning
FB fóður	1 Ásmundarstaðir	Slátrað hjá Reykjagarði, 25.08.2005
	2 Svartagil	Slátrað hjá Reykjagarði, 22.07.2005
	3 Staðarbúið ehf Grindavík	Slátrað hjá Reykjagarði, 22.07.2005
MR fóður	4 Hurðarbak	Slátrað hjá Matfugli, 12., 13. og 14.07.2005
	5 Holt, Svarfaðardal	Slátrað hjá Matfugli, A 6.07.2005
	6 Holt, Svarfaðardal	Slátrað hjá Matfugli, B 20.07.2005

Egg. Sýni af eggjum voru fengin beint frá framleiðendum. Flokkar sýna voru tveir og byggðust annars vegar á Fóðurlöndufóðri og hins vegar á MR fóðri. Lagt var til grundvallar að sama fóður væri í öllum húsum og varphæurnar væru af sama aldri. Frá Nesbúi fengust tvö sýni sem byggðust á mismundi fóðri fyrir ólíkan aldur varphæna. Hvert sýni var 20 egg.

Uppistaðan í eggjaframleiðslu fyrir höfuðborgarsvæðið kemur frá Vallá, Nesbúinu og Elliðahvammum. Ásamt nokkrum viðbótarbúum er þetta 95-98% af framleiðslunni. Það voru því tekin sýni frá þessum þremur framleiðendum og tvívegis frá Vallá. Einnig voru tekin sýni af eggjum frá Efri-Mýrum við Blönduós en þar er framleitt fyrir markað norðanlands. Allir stóru framleiðendurnir kaupa fóður annaðhvort af Fóðurlöndunni eða MR. Á Efri-Mýrum var nýlega búið að skipta yfir í MR-fóður.

4. tafla. Sýni af eggjum.

Flokkur	Uppruni og dagsetning
FB fóður	1 Vallá, 16.12.2005
	2 Vallá, janúar 2006
	3 Elliðahvammur, 15.12.2005
MR fóður	4 Nesbú MR 42+, desember 2005
	5 Nesbú MR 19-42, desember 2005
	6 Efri-Mýrar, 17.12.2005

Mjólk. Sýni af mjólk voru alfarið hrámjólk tekin af mjólkureftirlitsmanni úr mjólkurtanki bænda. Sýnin voru því blönduð mjólk frá öllum eða flestum mjólkurkúm býlisins og því dæmigerð fyrir býlið. Valdir voru bæir á Suðurlandi þar sem burður var nokkuð jafn en bæjunum var skipt í tvo flokka eftir því hvort kjarnfóðurgjöf var áberandi mikil eða áberandi lítil. Þótt burðurinn dreifðist þokkalega á árið var mest um burð á haustin en nokkur hluti eftir áramót og alveg fram í maí. Miðað var við að lítil kjarnfóðurgjöf væri um 600 kg á árskú eða minna og mikil kjarnfóðurgjöf 1.200-1.300 kg eða meira miðað við árskú. Bæirnir voru valdir með aðstoð nautgriparæktar-ráðunauts hjá Búnaðarsambandi Suðurlands. Síðan var hringt í bændur og fengið leyfi

fyrir sýnatökunni. Mjólkureftirlitsmaður á vegum Mjólkurbús Flóamanna sá um að taka sýnin. Sýnatakan fór fram í síðustu viku ágúst 2005.

5. tafla. Sýni af hrámjólk.

Flokkur	Sýni	Athugasemdir
Takmörkuð kjarnfóðurgjöf	1 Álfhólar, V-Landeyjum	18-20 kýr, frekar lítið kjarnfóður.
	2 Tún, Hraungerðishreppi	30 kýr, ekki mikið kjarnfóður, notar bygg.
	3 Ferjunes, Villingaholtshreppi	30 kýr, lítið kjarnfóður, gefur bygg.
Umtalsverð kjarnfóðurgjöf	4 Lambhagi, Rangárvöllum	Stórt bú, 285 þúsund l, talsvert af kjarnfóðri, kúaköggjar frá FB.
	5 Gunnbjarnarholt, Gnúpverjahreppi	90-100 kýr, talsvert mikið kjarnfóður, FB 16% blanda.
	6 Birtingaholt 1, Hrunamannahreppi	50 kýr, talsvert kjarnfóður, korn ekki gefið.

Lambakjöt. Sýni af lambakjöti voru úr verkefninu kindakjötsmat og nýting frá haustinu 2004 og eru þau nánar skilgreind í töflunni að neðan. Kjötið var í öllum tilfellum í matsflokknum R2.

6. tafla. Sýni af lambakjöti.

Flokkur	Sýni	Einingar í hverju sýni
Sláturhúsið Húsavík	1 Mjaðmasteik R2	2 skrokkar
	2 Lærissneiðar R2	2 skrokkar
	3 Skanki R2	2 skrokkar
Sláturhúsið Selfossi	4 Mjaðmasteik R2	2 skrokkar
	5 Lærissneiðar R2	2 skrokkar
	6 Skanki R2	2 skrokkar

Lambalifur og nýru. Sýni af lambalifur og lambanýrum voru fengin frá sláturhúsi SS á Selfossi og sláturhúsinu á Húsavík. Útbúið var eitt safnsýni af lifur og annað af nýrum. Í lifrarsýninu voru 10 lifrar, 5 þeirra frá Selfossi og 5 frá Húsavík. Í sýni af nýrum voru 20 nýru sem skiptust jafnt á sláturhúsin.

Undirbúningur sýna fyrir mælingar. Sýni af kjöti og innmat voru gerð einsleit í Tecator kvörn með hníf og skál úr ryðfríu stáli. Þrjár dósir með jöfnuðu sýni voru settar í frysti.

5. Mæliaðferðir

Joðmæling

Mæling joðs fór fram hjá Efnagreiningum Keldnaholti. Beitt var basískri þurröskun sýnisins og var lokamæling byggð á joðið-hvataðri sundrun þíósýanats með nítríti og nítrati í svokallaðri Sveikina-efnabreytingu. Efnahvarf thíósýanats við nítrat krefst hitunar en með þátttöku nítríts í nærveru joðiðs (Sveikina-efnahvarfið) gerist efnabreytingin nokkuð hratt. Hraði Sveikina-efnahvarfsins er í réttu hlutfalli við joðið, þar sem hlutfallsfastinn er háður styrk H^+ og styrk NO_2^- auk hitastigs en hitastig hefur mikil áhrif á hraða þessa efnahvarfs. Styrkur klóríðs í mællausninni hefur mikil áhrif á hraða efnahvarfsins, þ.e. klóríð auðveldar hvötun með joðið, og þess því gætt við mælinguna að halda klóríðstyrk föstum. Línurit, þar sem styrkur þíósýanats er teiknaður sem fall af tíma, er bein lína með hallatölu sem er í réttu hlutfalli við styrk joðiðs í lausninni.



1. mynd. Nili Ben-Ezra við þurröskunarfönninn.

Til að fylgjast með SCN^- í efnahvarfinu er notast við ljósgleypni við 450 nm á rauðu kompleksi þess með Fe^{3+} en gerð komplexins er þó háð styrk þíósýanatsins ($Fe(SCN)_n^{3-n}$, $n=1, \dots, 6$).

Strangt gæðaeftirlit fór fram með mælingunum. Með hverri hrinu af sýnum af ákveðinni gerð voru mæld viðmiðunarefni (reference materials) af svipaðri gerð og tegund sýnis hverju sinni. Heimtur á viðbættu joði í matvælum voru betri en 90%.

Af sérhverju sýni voru tekin misstór hlutasýni. Joð var mælt í nokkrum hlutasýnum til að kanna einsleitni sýnanna, til að gera grein fyrir árangri niðurbrots fyrir hverja sýnategund og að umhverfi þess efnis sem mæla á sé með þeim hætti að það hafi ekki áhrif á lokagreiningu. Hallatala línunnar, þar sem mældur styrkur málms sem fall af sýnismagni er reiknaður, gefur styrk málmsins í sýninu en út frá skurðpunkti þessarar línu er minnsta mælanlega magn reiknað. Allir ofangreindir þættir eru að lokum notaðir við mat á lokaniðurstöðunni.



3. mynd. Hvarflausnir fyrir joðmælingu.



3. mynd. Nili Ben-Ezra við ljósgleypnimælingu á joði.

Mælingar á kvikasilfri

Mælingar á kvikasilfri fóru fram hjá Norsk Institutt for Vannforskning í Ósló (NIVA). Mælingar hjá NIVA eru faggildar samkvæmt NS-EN ISO/IEC 17025.

Mælingar á seleni

Mælingar á seleni fóru fram hjá TNO Quality of Life stofnuninni í Hollandi. Mælingarnar voru faggildar samkvæmt ISO/IEC 17025: 1999.

6. Niðurstöður

Hlutun holdakjúklinga

Þrjú fuglar í hverju sýni voru grófhluðir í kjöt, skinn og bein (sjá mynd) til þess að skilgreina sýnin sem best. Hluti niðurstaðna er sýndur í 4. og 5. töflum. Eftirfarandi var vigtað:

- Heill fugl
- Bringa með skinni
- Bringa án skinns
- Læri með skinni og beini
- Læri, kjöt
- Leggur með skinni og beini
- Leggur, kjöt
- Uppvængur
- Framvængur og endi
- Bein, afskurður, skinn og fita

Niðurstöðurnar eru í aðalatriðum í samræmi við mælingar á nýtingu kjúklinga frá árinu 2001 (Valur Norðri Gunnlaugsson o.fl. 2001).



4. mynd. Myndin lýsir hlutun kjúklingasýna.

7. tafla. Þyngd (g) kjúklingahluta.

Númer framleiðanda	Heill fugl g	Bringa án skinns g	Læri, kjöt g	Leggur, kjöt g	Bein, afskurður, skinn og fita g
1	996	196	97	90	413
1	902	195	91	72	433
1	945	211	100	72	447
2	1119	278	112	92	500
2	1063	261	106	82	487
2	1216	315	110	95	568
3	1170	276	107	88	580
3	1040	228	103	82	501
3	1061	280	120	83	458
4	1183	307	120	98	526
4	1318	361	128	106	578
4	1194	321	115	104	513
5	1260	309	123	94	585
5	1289	326	129	108	572
5	1258	287	136	98	581
6	1194	311	132	86	529
6	1253	287	106	96	612
6	1138	269	127	97	511
Meðaltal ± SD	1144 ± 121	279 ± 46	115 ± 13	91 ± 10	522 ± 59
Lægst - hæst	902-1318	195-361	91-136	72-108	413-612

8. tafla. Hlutföll (%) kjúklingahluta.

Númer framleiðanda	Heill fugl %	Bringa án skinns %	Læri, kjöt %	Leggur, kjöt %	Bein, afskurður, skinn og fita %
1	100	19,7	9,7	9,0	41,5
1	100	21,6	10,1	8,0	48,0
1	100	22,3	10,6	7,6	47,3
2	100	24,8	10,0	8,2	44,7
2	100	24,6	10,0	7,7	45,8
2	100	25,9	9,0	7,8	46,7
3	100	23,6	9,1	7,5	49,6
3	100	21,9	9,9	7,9	48,2
3	100	26,4	11,3	7,8	43,2
4	100	26,0	10,1	8,3	44,5
4	100	27,4	9,7	8,0	43,9
4	100	26,9	9,6	8,7	43,0
5	100	24,5	9,8	7,5	46,4
5	100	25,3	10,0	8,4	44,4
5	100	22,8	10,8	7,8	46,2
6	100	26,0	11,1	7,2	44,3
6	100	22,9	8,5	7,7	48,8
6	100	23,6	11,2	8,5	44,9
Meðaltal ± SD	100	24,2 ± 2,0	10,0 ± 0,7	8,0 ± 0,5	45,6 ± 2,2
Lægst - hæst		19,7-27,4	8,5-11,3	7,2-9,0	41,5-49,6

Niðurstöður mælinga á joði*Svínakjöt*

Niðurstöður mælinga á joði koma fram í 9. töflu. Í svínakjöti mældist joð allt frá því að vera undir greiningarmörkum (< 3 µg/100 g ferskvigt) til 4,6 µg/100g. Hugsanlegt er að joð sé breytilegra í kjöti af svínunum sem fá heimablandað fóður en FB fóður með stöðluðu magni íbætts joðs.

9. tafla. Niðurstöður mælinga á joði (ferskvigt).

Sýni	Sýnaflokkur	Uppruni	Vatn g/100g	Joð µg/100g
Svínakjöt	FB fóður	Minni-Vatnsleysa 2005	73,1	4,6
		Minni-Vatnsleysa 2006	74,4	4,3
		Sléttaból	73,8	<3 ^{*)}
		<i>Meðaltal^{**)}</i>	73,8	3,5
	Heimablandað fóður	Melar (Stjörnugrís)	73,8	4,1
		Brautarholt	74,1	<3
Bjarnarstaðir		74,5	1,9	
	<i>Meðaltal</i>	74,1	2,5	
	<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	74,0	3,0	
Kjúklingar, bringur án skinns	FB fóður	Svartagil	75,6	2,4
		Staðarbúið ehf Grindavík	74,6	2,2
		Ásmundarstaðir	75,2	2,1
		<i>Meðaltal</i>	75,1	2,2
	MR fóður	Hurðarbak	75,3	3,3
		Holt, sýni 1	74,4	3,3
Holt, sýni 2		74,4	<3	
	<i>Meðaltal</i>	74,7	2,7	
	<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	74,9	2,5	
Egg	FB fóður	Vallá 2005	75,2	42,8
		Vallá 2006	76,6	<3
		Elliðahvammur	74,4	47,8
		<i>Meðaltal</i>	75,4	30,7
	MR fóður	Nesbú, > 42 vikna hænur	74,7	25,0
		Nesbú, 19-42 vikna hænur	74,7	21,7
Efri-Mýrar		76,2	21,2	
	<i>Meðaltal</i>	75,2	22,6	
	<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	75,3	26,7	
Mjólk	Takmörkuð kjarnfóðurgjöf	Álfhólar	86,7	10,2
		Tún	86,9	8,5
		Ferjunes	87,4	9,1
		<i>Meðaltal</i>	87,0	9,3
	Umtalsverð kjarnfóðurgjöf	Lambhagi	86,9	28,3
		Gunnbjarnarholt	87,1	12,5
Birtingaholt		87,2	17,4	
	<i>Meðaltal</i>	87,1	19,4	
	<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	87,0	14,3	

^{*)} Undir greiningarmörkum en þau voru hér 3 µg/100 g.

^{**)} Meðaltal var reiknað þannig að gildi undir greiningarmörkum voru sett sem hálf greiningarmörkin.

9. tafla. Niðurstöður mælinga á joði (ferskvigt), frh.

Sýni	Sýnaflokkur	Uppruni	Vatn g/100g	Joð µg/100g
Lambakjöt	Norðurland	Mjaðmasteik	69,8	12,7
		Lærissneiðar	71,8	<3 ^{*)}
		Skanki	72,4	<3
		<i>Meðaltal^{**)}</i>	<i>71,3</i>	<i>5,2</i>
Suðurland		Mjaðmasteik	72,8	3,0
		Lærissneiðar	72,7	3,1
		Skanki	72,1	3,5
		<i>Meðaltal</i>	<i>72,5</i>	<i>3,2</i>
		<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	<i>71,9</i>	<i>4,2</i>
Lambalifur		Lambalifur	70,0	<3
Lambanýru		Lambanýru	80,3	<3

^{*)} Undir greiningarmörkum en þau voru hér 3 µg/100 g.

^{**)} Meðaltal var reiknað þannig að gildi undir greiningarmörkum voru sett sem hálf greiningarmörkin.

Kjúklingar og egg

Joð í kjúklingum mældist ekki yfir 3,3 µg/100g og eru tvö hæstu gildin fyrir kjöt af kjúklingum sem fengu MR fóður. Joði var þó blandað í FB fóðrið en ekki MR fóðrið og hlutfall fiskimjöls var hærra í FB fóðri en MR fóðri. Það er því ekki samræmi milli mæliniðurstaðna og upplýsinga um joð í fóðrinu. Hafa þarf í huga að styrkur joðs í kjötinu er lágur.

Meira joð virðist vera í eggjum varphæna sem fengu FB fóður en þeirra sem fengu MR fóður. Niðurstöðurnar eru í samræmi við það að joði var blandað í FB fóðrið en ekki MR fóðrið og hlutfall fiskimjöls var hærra í FB fóðri en MR fóðri. Það gerir þó ályktanir erfiðar að í einu sýni (FB fóður) var joð undir greiningarmörkum en eldra sýni frá sama framleiðanda var joðríkt. Joð er í hráefnablöndu sem fóðurframleiðandinn flytur inn og því er ólíklegt er að joð hafi vantað í fóðrið.

Mjólk

Joð í hrámjólk var mjög breytilegt og var styrkurinn greinilega hærri fyrir sýnaflokkinn sem byggði á meiri kjarnfóðurgjöf. Joð í kjarnfóðrinu kemur bæði úr fiskimjöli og sem íblandað joð. Bæði FB og MR bæta joði í fóður fyrir mjólkurkúr og er styrkurinn hærri en fyrir fugla og svín. Niðurstöðurnar ættu að gefa hugmynd um breytileika joðs í hrámjólk. Hæsta joðgildið er fyrir stórt mjólkurbú með mikla kjarnfóðurgjöf og er það ríflega þrefalt hærra en lægsta gildið (lítið bú þar sem gefið er bygg).

Notkun sótthreinsiefna var könnuð hjá framleiðendum. Notkun á joðsótthreinsiefnum var almenn. Sá framleiðandi sem átti joðríkustu mjólkina taldi sig þó ekki nota joðsótthreinsiefni. Aðrir framleiðendur sem notuðu talsvert af kjarnfóðri voru með sjálfvirka úðun joðsótthreinsiefna í róbótum en töldu að magnið væri lítið. Úðað er á spena að aflokinni mjóltun og síðan burstað með rökum burstum. Joðsótthreinsiefni voru notuð hjá framleiðendum sem gáfu lítið kjarnfóður en efni voru notuð til skiptis og því ekki hægt að tengja beint til sýnatökuna á mjólk. Samkvæmt þessum upplýsingum er ekki hægt að álykta að joð berist úr sótthreinsiefnum í mjólkina.

Þau sýni af hrámmjólk sem efnagreind voru 2006 voru aðeins frá ágústmánuði. Þekkt er að talsverð árstíðasveifla getur verið fyrir joðinnihald mjólkur. Sveiflan kemur fram fyrir allar mjólkurvörur. Nauðsynlegt er að komast að raun um hversu mikil árstíðasveifla kemur fram fyrir joð í mjólk. Það er mikilvægt bæði vegna mats á joðneyslu og upplýsingarnar skipta landbúnaðinn einnig máli. Hægt er að fá gott yfirlit um joðinnihald mjólkur með mælingum á tiltölulega fáum sýnum þar sem blöndun mjólkur fyrir þökkun er mikil.

Lambaafurðir

Joð í lambakjöti var svipað og í svínakjöti og kjúklingum, nema fyrir eitt sýni en í því mældist styrkur joðs langhæstur. Í þessu tilfalli gæti verið um mengun við sýnavinnslu eða mælingu að ræða. Styrkur joðs í lambainnmat var lágur.

Joð í fiskimjöli og íbætt joð í fóður

Joð sem flyst úr fóðri í afurðir eins og egg og mjólk getur verið íbætt joð, joð úr fiskimjöli eða joð úr öðrum þáttum fóðursins. Oft hefur verið litið á fiskimjölið sem mikilvægasta joðgjafann en þegar litið er á íbætt joð í fóðrið kemur í ljós að svo er ekki. Í inngangi skýrslunnar eru gefnar upplýsingar um magn íbætts joðs og hlutföll fiskimjöls í fóðri. Ekki eru nú til niðurstöður joðmælinga á fiskimjöli og því er aðeins hægt að áætla það joð sem fiskimjölið leggur til. Samkvæmt þessum útreikningum er joð úr fiskimjöli aðeins um tíundi hluti af íbættu joði í fóðrið og gæti hlutfallið jafnvel verið lægra. Það er því hægt að álykta að íblandað joð í fóður skipti mun meira máli en fiskimjölið þegar litið er á joðgjafa fyrir sláturdýr.

Samanburður við eldri mælingar

Niðurstöður fyrir joð í þessu verkefni eru bornar saman við mæliniðurstöður frá 1997 (Ólafur Reykdal o.fl. 2000) í 10. töflu. Fyrir svínakjöt og kjúklinga eru niðurstöðurnar sambærilegar bæði árin. Samt sem áður hefur notkun fiskimjöls í fóður minnkað en íbætt joð í fóður hefur ekki breyst. Joð í eggjum virðist aftur á móti hafa lækkað frá því sem áður var. Sennilega gætir hér áhrifa frá minni fiskmjölsnotkun en áður en talið er að styrkur íbætts joðs hafi ekki breyst. Fiskimjöl var notað í miklum mæli í eggjaframleiðslunni enda mátti venjulega finna það á bragðinu. Joð í lambakjöti er svipað og áður ef einu óeðlilega háu gildi er sleppt. Ekki er ljóst hvers vegna nú mælist miklu minna joð í lambalifur en áður.

Mjólkursýni voru nú hrámmjólk en 1997 var um að ræða pakkaða nýmmjólk sem var blanda mjólkur frá mörgum framleiðendum. Meðaltalið fyrir joð í mjólkinni nú er um 30% hærra en mældist fyrir neyslumjólkina 1997. Styrkur íbætts joðs í fóður mjólkurkúa er hinn sami og áður, notkun fiskimjöls í fóður hefur minnkað en fóðurbætisgjöfin hefur aukist, e.t.v. allt að tvöfaldast hjá þeim sem mest nota. Ætla má að joð í neyslumjólk nú hafi eitthvað hækkað frá því sem áður var vegna aukinnar kjarnfóðurnotkunar. Gera þarf mælingar á neyslumjólkinni til að leiða þetta í ljós.

Ríkulegt joð í mjólk hefur verið tengt við fiskimjöl í fóðri kúnna (Gunnar Sigurðsson og Leifur Franzson 1988; Laurberg o.fl. 1998) en athyglinni ekki beint að íblöndun joðs í fóðrið. Joði hefur mjög lengi verið bætt í fóðurlöndur fyrir mjólkurkúr á Íslandi.

Allar þekktar niðurstöður joðmælinga á íslenskri mjólk voru teknar saman árið 2000 (Ólafur Reykdal o.fl. 2000). Niðurstöður frá 1963 fyrir joð í mjólk voru á bilinu 12-33

$\mu\text{g}/100\text{g}$, niðurstöður frá 1991 voru 3-22 $\mu\text{g}/100\text{g}$ og í mjólk frá 1995 mældist joð 10-13 $\mu\text{g}/100\text{g}$. Síðar bættust við niðurstöður joðmælinga á tveimur sýnum af íslenski mjólk í grein um joðneyslu og skjaldkirtilssjúkdóma í Danmörku og á Íslandi (Laurberg o.fl. 1998). Gildin fyrir joð voru 23 og 27 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ mjólkur. Þessar niðurstöður eru mun hærri en gildin frá 1995 og undirstrika mikilvægi þess að fylgjast með joði í mjólk og þekkjá árstíðasveifluna.

10. tafla. Samanburður á joðmælingum 2006 og 1997. Allar niðurstöður eiga við ferskvigt.

	Joð $\mu\text{g}/100\text{g}$		Meðaltal joðmælinga 2006 sem hlutfall (%) af niðurstöðu 1997 ^{*)}
	Joðmæling 2006 Sýnataka 2005	Joðmæling 1997 Sýnataka 1996	
Svínakjöt	3,0 (<3 - 4,6)	2,7	110
Kjúklingar	2,5 (<3 - 3,3)	3,2	78
Egg	26,7 (<3 - 47,8)	57,2	47
Mjólk	14,2 (8,5 - 28,3)	11,2 (9,7-12,7)	130
Lambakjöt	4,2 (<3 - 12,7)	2,0 (1,2-2,9)	210
Lambalifur	<3	12,9	12
Lambanýru	<3	3,3	45

^{*)} Þegar gildi voru undir greiningarmörkum voru þau sett sem hálf greiningarmörkin.

Mismikið fiskimjöl hefur verið notað í fóður sláturdýra á liðnum áratugum. Til dæmis var notkun þess í lágmarki á árabílinu 1970-1980 þar sem innflutt fóður var þá hlutfallslega ódýrt. Ekki er vitað um joðmælingar á mjólk frá þessu tímabili en joð í mjólkinni hefur þá væntanlega verið í lágmarki. Íslendingar hafa hins vegar fengið mikið joð úr fiski á þessum tíma.

Sammanburður við erlend gildi

Í 11. töflu eru niðurstöður fyrir joð í íslenskum afurðum bornar saman við erlend gildi. Almenn kemur fram mikill breytileiki fyrir joð. Há gildi fyrir joð í breski mjólk vekja athygli. Joð var mælt í 24 sýnum af sænskri mjólk á eins árs tímabili frá nóvember 1995 til nóvember 1996 (Lindmark-Månsson o.fl. 2003). Joð var að meðaltali 14 $\mu\text{g}/100\text{g}$ og voru gildin á bilinu 10-20 $\mu\text{g}/100\text{g}$. Styrkur joðs hafði hækkað um 80% frá árinu 1975. Svipuð aukning hafði einnig komið fram í Bretlandi á sama tíma. Hækkandi joðstyrkur í mjólk í Svíþjóð var rakinn til aukinnar notkunar á rapsfræjum í fóður.

Í erlendum heimildum kemur fram að árstíðasveifla fyrir joð í mjólk geti verið umtalsverð eins og fram kemur í 11. töflu. Í Bretlandi hefur joð mælst í lágmarki á sumrin en í hámarki seinni hluta vetrar þegar búið er að gefa kjarnfóður um tíma og hefur munurinn verið allt að fjórfaldur (Phillips o.fl. 1988). Ekki er hægt að fullyrða um árstíðasveiflu fyrir joð í íslensku mjólkinni þar sem kjarnfóðurnotkun hefur almennt aukist fyrir mjólkurkúr.

Mjög mikið joð mældist í íslenskum eggjum 1996 (57,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$). Í Finnlandi hefur greinst enn meira eða allt að 170 μg joðs í 100g af eggjum (Varo o.fl. 1982) en flestar heimildir gefa lægri gildi fyrir joð í eggjum.

11. tafla. Joð ($\mu\text{g}/100\text{g}$, ferskvigt) í afurðum í nokkrum löndum. Kjöt, egg, lifur og nýru eru hrá.

	Ísland ^a	Danmörk ^b	Sviss ^c	Finnland ^d	Bretland ^e
Svínakjöt	3,0 (<3-4,6)	0,9-1,8		<5	3-8
Kjúklingar	2,5 (<3-3,3)	0,4 (0,2-0,7)	1,8 (1-16,9)	9,0	6
Egg	26,7(<3-47,8)	21	32,4 (24,7-42,8)	17,0	53
Mjólk	14,3 (8,5-28,3)	17,9 (7,7-28)	12,4 (5,9-19,9)	16,9 (7,8-26)	31 (20-41)
Lambakjöt	4,2 (<3-12,7)	0,7 (0,3-0,95)		<5	3-8
Lambalifur	<3			7	
Lambanýru	<3			8	

^a Þessi rannsókn. ^b Dönsku næringarefnatöflurnar. www.foodcomp.dk. ^c Haldimann o.fl. 2005. ^d Varo o.fl. 1982. ^e Food Standards Agency 2002.

12. tafla. Niðurstöður mælinga á kvikasilfri. Allar niðurstöður eiga við ferskvigt.

Sýni	Sýnaflokkur	Uppruni	Kvikasilfur $\mu\text{g}/100\text{g}$
Svínakjöt	FB fóður	Minni-Vatnsleysa 2005	0,4
		Minni-Vatnsleysa 2006	0,4
		Sléttaból	1,3
		<i>Meðaltal</i>	<i>0,7</i>
	Heimablandað fóður	Melar (Stjörnugrís)	<0,3 ^{*)}
		Brautarholt	1,5
		Bjarnarstaðir	<0,3 ^{*)}
		<i>Meðaltal ^{**)}</i>	<i>0,6</i>
		<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	<i>0,7</i>
Kjúklingar, bringur án skinns	FB fóður	Svartagil	0,6
		Staðarbúið ehf Grindavík	0,5
		Ásmundarstaðir	0,5
		<i>Meðaltal</i>	<i>0,5</i>
	MR fóður	Hurðarbak	0,6
		Holt, sýni 1	0,7
		Holt, sýni 2	0,7
		<i>Meðaltal</i>	<i>0,7</i>
		<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	<i>0,6</i>
Egg	FB fóður	Vallá 2005	0,9
		Vallá 2006	1,0
		Elliðahvammur	1,1
		<i>Meðaltal</i>	<i>1,0</i>
	MR fóður	Nesbú, > 42 vikna hænur	0,4
		Nesbú, 19-42 vikna hænur	0,6
		Efri-Mýrar	0,6
		<i>Meðaltal</i>	<i>0,5</i>
		<i>Meðaltal, báðir flokkar</i>	<i>0,8</i>

^{*)} Undir greiningarmörkum en þau voru hér 0,3 $\mu\text{g}/100\text{g}$.

^{**)} Meðaltal var reiknað þannig að gildi undir greiningarmörkum voru sett sem hálf greiningarmörkin.

Niðurstöður mælinga á kvikasilfri

Í 12. töflu koma fram niðurstöður mælinga á kvikasilfri og í 13. töflu eru niðurstöðurnar bornar saman við gildi frá 1997. Gildin fyrir kvikasilfur eru í öllum tilfellum mjög lág. Til samanburðar má geta þess að hámarksgildi fyrir flestar fisktegundir er 50 µg/100g (Commission Regulation 466/2001) en hámarksgildi eru ekki gefin fyrir landbúnaðarafurðir. Niðurstöður í 13. töflu benda til þess að kvikasilfur í svínakjöti, kjúklingum og eggjum hafi meira en helmingast frá því sem áður var. Þetta er í samræmi við það að kvikasilfur berist einkum úr fiskimjöli í þessar afurðir og notkun þess hafi minkað.

13. tafla. Samanburður á kvikasilfurmælingum 2006 og 1997. Allar niðurstöður eiga við ferskvigt.

	Kvikasilfur µg/100g		Niðurstaða mælinga 2006 sem hlutfall (%) af niðurstöðu 1997 ^{*)}
	Mæling 2006 Sýnataka 2005	Mæling 1997 Sýnataka 1996	
Svínakjöt	0,7	2,2	32
Kjúklingar	0,6	1,5	40
Egg	0,8	3,0	27

^{*)} Þegar gildi voru undir greiningarmörkum voru þau sett sem hálf greiningarmörkin.

Niðurstöður mælinga á seleni

Niðurstöður selenmælinga koma fram í 14. töflu. Í 15. töflu eru niðurstöðurnar bornar saman við gildi frá 1997. Selen í svínakjöti og kjúklingum virðist nú mjög svipað og áður var en aftur á móti virðist vera um lækkingu að ræða fyrir eggjum. Joð hafði einnig lækkað í eggjum og er þetta í samræmi við minni fiskmjölsnotkun. Gildin fyrir selen eru svipuð gildum sem birt hafa verið í Danmörku (Larsen o.fl. 2002).

14. tafla. Niðurstöður mælinga á seleni. Allar niðurstöður eiga við ferskvigt.

Sýni	Sýnaflokkur	Uppruni	Selen µg/100g
Svínakjöt	FB fóður Heimablandað fóður	Minni-Vatnsleysa 2005	16,5
		Brautarholt	16,5
		<i>Meðaltal</i>	16,5
Kjúklingar, bringur án skinns	FB fóður MR fóður	Ásmundarstaðir	13,0
		Hurðarbak	13,9
		<i>Meðaltal</i>	13,5
Egg	FB fóður	Vallá 2006	20,9

15. tafla. Samanburður á selenmælingum 2006 og 1997. Allar niðurstöður eiga við ferskvigt.

	Selen µg/100g		Niðurstaða mælinga 2006 sem hlutfall (%) af niðurstöðu 1997
	Mæling 2006 Sýnataka 2005	Mæling 1997 Sýnataka 1996	
Svínakjöt	16,5	15,1	109
Kjúklingar	13,5	13,3	102
Egg	20,9	30,6	68

7. Heimildir

Birna Baldursdóttir, Rósa Jónsdóttir, Þyrí Valdimarsdóttir og Guðjón Þorkelsson, 1998. Áhrif fitulítills fiskimjòls á vaxtarhraða og afurðagæði eldisgrísa. Lokaskýrsla til Rannís. Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Bragi Líndal Ólafsson, Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Persónulegar upplýsingar 2004.

Cressey, P.J., 2003. Iodine content of New Zealand dairy products. *Journal of Food Composition and Analysis* **16**: 25-36.

Food Standards Agency, 2002. McCance and Widdowson's The Composition of Foods, 6. yfirlitsútgáfa. Cambridge: Royal Society of Chemistry.

Grétar Hrafn Harðarson, Arngrímur Thorlacius, Bragi Líndal Ólafsson, Hólmgeir Björnsson og Tryggvi Eiríksson, 2006. Syrkur snefilefna í heyi. *Fræðaving landbúnaðarins* 2006:179-189.

Gunnar Sigurðsson og Leifur Franzson, 1988. Joðútskilnaður í þvagi íslenskra karla og kvenna. *Læknablaðið* 74: 183-187.

Hemken, R.W., 1979. Factors that influence the iodine content of milk and meat: A review. *Journal of Animal Science* **48** (4): 981-985.

Hetzel, B.S. & G.F. Maberly 1986, 1986. Iodine. Í *Trace elements in human and animal nutrition* (ritstj. W. Hetzel & Maberly 1986), 2. bindi, 5. útg., Academic Press, San Diego, USA, bls. 139-208.

Johnson, A.H., 1980. The composition of milk. Í *Fundamentals of Dairy Chemistry* (ritstj. B. Webb, A.H. Johnson & J.A. Alford), 2. útg., Westport, USA.

Konráð Konráðsson, 2005. Persónulegar upplýsingar 24.05.2005.

Larsen, E.H., N.L. Andersen, A. Møller, A. Petersen, G.K. Mortensen & J. Petersen, 2002. Monitoring the content and intake of trace elements from food in Denmark. *Food Additives and Contaminants* **19** (1): 33-46.

Laufey Steingrímisdóttir, Hólmfríður Þorgeirsdóttir og Anna Sigríður Ólafsdóttir, 2003. Hvað borða Íslendingar? Könnun á mataræði Íslendinga 2002. Helstu niðurstöður. Rannsóknir Manneldisráðs V. Lýðheilsustöð.

Laurberg, P., K.M. Pedersen, Á. Hreiðarsson, N. Sigfússon, E. Iversen & P. Knudsen, 1998. Iodine intake and the pattern of Thyroid disorders: A comparative epidemiological study of thyroid abnormalities in the elderly in Iceland and Jutland, Denmark. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* **83** (3): 765-769.

Lindmark-Månsson, H., R. Fondén & H-E. Pettersson, 2003. Composition of Swedish dairy milk. *International Dairy Journal* **13**: 409-425.

Ólafur Reykdal, Arngrímur Thorlacius, Guðjón Atli Auðunsson og Laufey Steingrimsdóttir, 2000. Selen, joð, flúor, járn, kopar, sink, mangan, kadmín, kvikasilfur og blý í landbúnaðarafurðum. *Fjölrit Rala* 204: 7-36.

Pennington, J.A.T. 1988. Iodine. Í *Trace Minerals in Foods* (ritstj. K.T.Smith). Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, bls. 249-289.

Pedersen, KM, P. Laurberg, S. Nohr, A Jørgensen & S. Andersen, 1999. Iodine in drinking water varies by more than 100-fold in Denmark. Importance for iodine content of infant formulas. *European Journal of Endocrinology* **140** (5): 400-403.

Phillips, D.I., M. Nelson, D.J.P. Barker, J.A. Morris & T.J. Wood, 1988. Iodine in milk and the incidence of thyrotoxicosis in England. *Clinical Endocrinology* **28**: 61-66.

Sigurður Sigurðarson, dýralæknir hjá Tilraunastöð Háskólans í meinafræði að Keldum. Persónulegar upplýsingar, mars 2004.

Porkell Jóhannesson, prófessor. Lyfjafræði lyfsala, HÍ. Persónulegar upplýsingar 2004.

Valur Norðri Gunnlaugsson, Óli Þór Hilmarsson og Ásbjörn Jónsson, 2001. Kjúklingavinnsla – Nýting kjúklinga og úttekt á afurðum. *Matra* 01:26.

Varo, P., E. Saari, A. Paaso & P. Koivistoinen, 1982. Iodine in Finnish foods. *Internat. J. Vit. Nutr. Res.* **52**: 80-89.