

Styrkur snefilefna í heyi

Grétar Hrafn Harðarson¹, Arngrímur Thorlacius², Bragi Líndal Ólafsson², Hólmgeir Björnsson² og Tryggvi Eiríksson².

Landbúnaðarháskóla Íslands.

¹Stóra Ármót, netfang: ggh@lbhi.is ²Keldnaholt

Útdráttur

Hér er greint frá snefilefnaefnagreiningu á 200 heysýnum af fyrsta slætti frá árinu 2003. Sýnin eru úr öllum landshlutum en umfang landbúnaðar á hverju svæði hefur nokkur áhrif á fjölda sýna. Greind snefilefni eru kopar, járn, mangan, brennisteinn, selen og sink, en vegna tæknilegra erfiðleika hjá Efnagreiningum á Keldnaholti hefur ekki tekist enn að greina kóbalt, molybden og jöð. Miðað við þarfir búfjár er mest áberandi hve styrkur selens er lágur í nær öllum sýnum (meðaltal 0,016 ppm). Þá er kopar lágur eða á mörkum þess að fullnægja þörfum í um 88% sýna. Einkum eru lág gildi á Suður- og Suðausturlandi. Rúmlega þriðjungur sýna (38%) eru á mörkum þess að fullnægja þörfum fyrir sink og dreifast þau nokkuð jafnt um landið. Niðurstöðurnar gefa tilefni til frekari rannsókna á snefilefnastöðu búfjár.

Inngangur

Snefilefni er hópur efna, sem er nauðsynlegur í efnaskiptum dýra og manna í örlitlu magni. Þau helstu eru kóbalt (Co); kopar (Cu); járn (Fe); jöð (I); mangan (Mn); molybden (Mo); selen (Se) og sink (Zn). Önnur snefilefni eru arsen (As), flúor (F), kísill (Si), króm (Cr), nikkell (Ni), tin (Sn) og vanadíum (V). Það er einkennandi fyrir snefilefni að kjörmagn þeirra í föðri dýra er innan nokkuð þröngra marka. Í óhóflegu magni geta þessi efni valdið eitrun. Á Íslandi er flúoreitrun eftir öskufall gott dæmi um það. Aðrar eitranir af völdum snefilefna eru óþekktar héraendis en nokkur hætta getur stafað af innfluttum áburði þegar til lengri tíma er litið. Í nágrannalöndunum eru hins vegar nokkur dæmi um eitranir s.s. vegna of mikils magns selens og molybdens í gróðri. Skortur á snefilefnum er hins vegar algengur bæði héraendis og erlendis. Skortur getur verið dulinn eða valdið sjáanlegum sjúkdómum. Líkt og með flesta sjúkdóma eru duldu sjúkdómarnir mun algengari og oft á tíðum valda þeir mun meira fjárhagslegu tjóni vegna langvarandi afurðataps, heldur en einstök tilfelli sjáanlegs sjúkdóms. Sjá töflu 1.

Á árunum 1950-1953 var gerð rannsókn á fjöruskjögri í sauðfé (Páll A Pálsson og Halldór Grímsson 1954), en það hafði valdið gríðarlegum vanhöldum um aldir. Sambærilegur sjúkdómur hafði greinst í Bretlandi og Ástralíu og var talinn standa í sambandi við röskun á efnaskiptum kopars í líkamanum eða skorti á kopar í föðrinu og í sumum tilfellum einnig skorti á kóbalti. Ekki tengdist þó sjúkdómurinn fjörubeit eins og á Íslandi. Íslensku rannsóknirnar leiddu í ljós lág gildi kopars í blóði og lifur og að hægt væri að draga verulega úr sjúkdóminum með inngjöf kopar- og kóbaltlausna á 10 daga fresti um meðgöngutímamann. Efnagreiningar á sjávargróðri gátu þó ekki staðfest koparskort í föðri og er því hér um afleiddan koparskort að ræða. Með aukinni föðuröflun hefur fjörubeit lagst af og er fjöruskjögur nú úr sögunni. Koparskortur hefur engu að síður verið staðfestur í sauðfé, sem ekki gengur í fjöru, og

jafnvel í nautgripum samkvæmt óbirtum heimildum (Björn Guðmundsson og Þorsteinn Þorsteinsson 1980).

1. tafla. Hlutverk snefilefna og sjúkdómar tengdir snefilefnaskorti.

	Hlutverk	Sjúkdómar tengdir skorti
Co – kóbalt	Hluti af B ₁₂ vítamíni	Röskun á orkuefnaskiptum, vanþrif.
Cu – kopar	Hluti a.m.k. 4 ensímkerfa	Aflitun hárs, niðurgangur, blóðleysi, vanþrif og fjöruskjögur.
Fe – járn	Hluti af haemoglobini	Blóðleysi
I – jod	Hluti af skjaldkirtilhormóni	Skjaldkirtilsstækkun og skertur lífsþróttur í ungviði, ófrjósemi og fastar hildir.
Mn - mangan	Ensím tengd brjósmyndun, andoxun, blóðstorknun og kólesterol framleiðslu.	Röskun á vexti beina, ófrjósemi, ónæmisbæling og truflun á starfsemi miðtaugakerfisins.
Mo – molybden	Cofactor í nokkrum oxunarensímum.	Ofgnótt truflar nýtingu á kopar.
S – brennisteinn	Hluti methionine, cysteine, brjósks, thiamín og bíotíns.	Skortur veldur almennum vanþrifum. Bráð eitrun veldur garnabólgu og truflun á starfsemi miðtaugakerfisins. Langvinn ofgnótt truflar nýtingu kopars og selens.
Se – selen	Hluti a.m.k. 30 ensíma einkum tengdum andoxun og virkni skjaldkirtilhormóns.	Hvítvöðvaveiki, fösturlát, kálfadauði, fastar hildir, ófrjósemi og ónæmisbæling.
Zn – sink	Hluti a.m.k. 200 ensímkerfa með mjög viðtæka virkni í efnaskiptum líkamans.	Lystarleysi og vanþrif. Lélegt efni í hófum og klaufum. Parakeratosis á húð.

Í landnýtingartilraununum (UNDP/FAO ICE 73/003) var beitarþol úthaga og ræktaðs lands ásamt þrifum og heilbrigði búfjár rannsakað á tíu svæðum á landinu á sex ára tímabili (1975-1980). Fénaður þreifst illa á láglandismýrum síðla sumars. Liður í að leita orsaka þess var að kanna áhrif takmarkaðrar snefilefnagjafar á þrif lamba (Field 1980). Í tilraun með inngjöf á koparlausn á Hesti (Ólafur Guðmundsson o.fl. 1976) fundust ekki áhrif af inngjöfinni á þrif og blóðgildi, enda var styrkur kopars í grasinu og þeirra efna sem hafa helst áhrif á nýtingu kopars, þ.e. brennisteins og molybdens, innan eðlilegra marka. Á Hesti var gerð önnur tilraun með inngjöf á kóbaltlausn (Ólafur Guðmundsson og Valgeir Bjarnason 1977). Ekki fundust nein áhrif af inngjöfinni á þrif og blóðgildi og reyndust blóðgildi allra hópa innan eðlilegra marka.

Í yfirlitsgrein í Handbók Bænda 1984, sem rituð er af Þorsteini Þorsteinssyni, kemur fram að á Keldum hafi snefilefnin kóbalt, kopar, járn, mangan, nikkell, sink og selen verið mæld í grassýnum frá Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Hvanneyri og víðar. Þessar mælingar sýndu að styrkur kopars, selens og sinks var í flestum tilfellum minni en talin er þörf á handa grasbitum. Aftur á móti telur höfundur að ekki þurfi að hafa áhyggjur af kóbalt- eða manganskorti í grasi nema af skeljasandstúnunum. Samkvæmt því sem fram kemur í greininni hefur jod ekki verið mælt í íslenskum gróðri eða jarðvegi (Þorsteinn Þorsteinsson, 1984).

Í rannsókn, sem gerð var á styrk kóbalts í grasi og heyi frá 13 bæjum víðs vegar að af landinu, reyndist styrkur þess vera yfir þeim mörkum sem talin eru lágmark fyrir sauðfé og nautgripi (0.08 ppm í þurrefni fóðurs) í öllum þeim 84 sýnum sem rannsökuð voru að undanskildum 6 sem öll voru frá sama bæ. Höfundar setja fram þá tilgátu að orsök lágra gilda á þeim bæ sé að túnin eru ræktað á skeljasandi og sýrustigið því mjög hátt (Björn Guðmundsson og Þorsteinn Þorsteinsson, 1979).

Kóbaltskortur í sauðfé getur leitt til sjúkdóms sem á ensku nefnist „ovine white liver disease“ (Dannatt & Porter, 1996). Sjúkdómurinn lýsir sér í vanþrifum, lystarleysi, útferð í augum, ljósofnæmi og gulu. Álfabruni er algengur í búfé á Íslandi og veldur oft umtalsverðu tjóni. Orsakir álfabruna eru óljósar og áhugavert væri að athuga hvort sjúkdómurinn tengist kóbaltskorti.

Í rannsókn á snefilefnum í íslensku grasi (Björn Guðmundsson og Þorsteinn Þorsteinsson 1980) voru rannsókuð 77 sýni af ræktuðu og óræktuðu landi. Sýnin voru tekin á tilraunareitum og afmörkuðum svæðum og gefa ekki marktæka mynd af snefilefnainnihaldi íslenskra heyja. Markmið rannsóknarinnar var að bera sýni af tünnum ræktuðum á skeljasandi með hátt jarðvegssýrustig saman við sýni af súrari jarðvegi. Efnin sem voru greind voru Co, Cu, Fe, Mn, Ni, og Zn. Gildi kóbalts voru 0,02-0,73 ppm og var víðast nóg miðað við þarfir skepna (0,08-0,11 ppm) nema á skeljasandstúnunum. Gildi kopars í þessari rannsókn voru almennt lág, 1,3-8,5 ppm. Erfitt er að gefa upp þarfir fyrir kopar þar sem nýting hans er háð ýmsum öðrum þáttum eins og styrk molybdens, Mo og brennisteins, S. Almennt er þó talið að æskilegt magn kopars í fódri jörturdýra sé yfir 7 ppm. Gildi fyrir járn voru há, 69-2893 ppm, og vel yfir lágmarksþörfum jörturdýra, 30ppm (mengun frá jarðvegi?). Mangangildi voru á bilinu 15-740 ppm, mun lægri á skeljasandstúnunum. Manganylþörf jörturdýra er um 25 ppm og voru flest sýnin vel yfir því. Gildi sinka voru á bilinu 13-112 ppm, almennt um og yfir lágmarksþörfum jörturdýra. Niðurstöðurnar eru í samræmi við það að almennt lækkar styrkur snefilefna með hækkanði sýrustigi jarðvegs. Þetta á þó ekki við um molybden Mo og selen Se sem hækkar í plöntum með hækkanði sýrustigi jarðvegs.

Þorkell Jóhannesson o.fl. (2004 b) greindu kopar og mangan í 172 heysýnum. Gildi kopars voru á bilinu 4-16 ppm og meðaltöl svæðisbundinna sýna 8-9 ppm. Sambærileg gildi fyrir mangan voru á bilinu 40-550 ppm og meðaltöl á bilinu 129 ± 40 til 186 ± 94 ppm.

Í tilraun, sem gerð var í þeim tilgangi að bera saman styrk selens í blóði áa sem fóðraðar voru á þurrhevi annars vegar og vothevi hins vegar sýndu mælingar lítinn mun á seleni í þurrhevi og vothevi en meðalgildi var um 0,070 ppm (Guðný Eiríksdóttir o.fl., 1981).

Í rannsókn þar sem selen var greint í 136 heysýnum víðs vegar að af landinu reyndist styrkur selens vera frá 0,008 til 0,4 ppm (meðaltal 0,061 ppm). (Guðný Eiríksdóttir o.fl., 1985).

Í nýlegri rannsókn þar sem selen var greint í 88 heysýnum frá ýmsum landshlutum voru meðalgildi á bilinu 0,015-0,025 ppm (Þorkell Jóhannesson o.fl. 2004 a.).

Talsvert hærri gildi fyrir selen fengust í rannsókn um 60 grassýna úr langtímatilraun með áburð á Sámsstöðum og Skriðusklaustri, meðaltöl á bilinu 0,058-0,067 (Kirchmann o.fl. 2005).

Virgni GPx í blóði nautgripa hefur verið mæld í nokkrum rannsóknum og benda niðurstöður þeirra allra til að virkni þess hjá gripum sem ekki fá kjarnfóður sé í langflestum tilfellum neðan þeirra marka sem talin eru dýrunum nauðsynleg (100 U/g Hb) (Gunnar Þorkelsson, 1997; Þorsteinn Ólafsson o.fl., 1999; Auður L. Arnþórsdóttir, 2000).

Ýmislegt má gagnrýna við sýnatöku og aðferðafræði þeirra takmörkuðu rannsókna, sem hér hefur verið greint frá og fjarri lagi að þær gefi heilsteypa mynd af stöðu snefilefna í íslensku búfé. Víðtækar rannsóknir erlendis á þessu sviði undanfarið ár

hafa aukið þekkingu manna á hinu flókna samspili steinefna og snefilefna sem er ýmist samverkandi eða mótverkandi. Aukin þekking hefur leitt til betri nálgunar að þessum viðfangsefnum og umtalsverðu máli skiptir af hverju sýni eru tekin (tafla 2.).

2. tafla. Vægi tegundar sýnis í rannsókn snefilefna (Rogers o.fl. 2001).

	Jarðvegur	Hey	Blóð
Co - Kobalt	+++	?? ¹⁾	-
B ₁₂	-	-	?? ²⁾
Cu - Kopar	+	++	+++
Fe - Járn	-	-	+++
I - Joð	++	++	+++
Mn - Mangan	+++ ³⁾	+++	-
Mo - Molybdenum	-	+++	-
S - Brennisteinn	+	+++	-
Se - Selen	+	++	+++
Zn - Zink	-	++	+++

¹⁾ Mikil hættu á jarðvegsmengun (jarðvegsgildi 50-100 sinnum hærra en í plöntum).

²⁾ B₁₂ gefur ekki áreiðanlegar niðurstöður hjá jörturdýrum.

³⁾ Skoðast í tengslum við Co (Mn-induced Co deficiency, ef Mn>500 mg/kg).

Sjúkdómar tengdir snefilefnaskorti eru vel þekktir á Íslandi og valda umtalsverðu tjóni. Einkum tengist þetta skorti á seleni og joði (Þórarinn Lárusson 1975, Baldur Símonarson o.fl. 1984; Gunnar Þorkelsson 1997). Hvítvöðvaveiki eða stíuskjögur er algeng í lömbum og kálfum og veldur árlega miklu tjóni og kostnaði vegna afurðataps, dauða, lækninga og fyrirbyggjandi aðgerða.

Kálfadauði er mikill á Íslandi, 10,4%, og fer enn hækkandi. Þetta er mun hærra en þekktist í flestum nágrannalöndum (Baldur H Benjamínsson 2001). Ekki er vitað um orsakir þessa mikla munar. Snefilefnaskortur, einkum I og Se, gætu hæglega verið orsakabáttur í þessu. Á Írlandi hefur jákvæð svörun með tilliti til kálfadauða, fastra hilda og frjósemi fengist með aukinni gjöf á joði í geldstöðu, 60 mg/dag, sem er langt umfram það sem hefur almennt verið ráðlagt (Rogers 1999). Joð er það snefilefni, sem ekkert hefur verið rannsakað á Íslandi með tilliti til heilbrigðis búfjár, þrátt fyrir að sjáanlegur joðskortur sé algengur í sauðfé á Suðurlandi og valdi nær árlega nokkrum unglambadauða.

Fóðrun hrossa byggist að mestu leyti á beit og heygjöf. Markviss snefilefnagjöf er óvída stunduð og dulinn snefilefnaskortur líklega algengur. Ýmsir kvillar í hrossum hafa verið tengdir selenskorti. Það er einkum ungvíðið og hross undir miklu álagi sem sýna einkenni vöðvaskemmda (hvítvöðvaveiki). Mikill breytileiki er á virkni GPx í blóði hrossa sem bendir til misjafnrar selenfóðrunar (Guðrún Stefánsdóttir 2005).

Efniviður og aðferðir

200 heysýni af fyrsta slætti (júní og júlí) árið 2003 voru valin til greiningar. Sýnin voru valin þannig að sýni fengjust úr öllum landshlutum en þó hafði umfang landbúnaðar áhrif á fjölda sýna úr hverri sýslu (tafla 6).

Fyrir greiningu frumefnanna Ca, Mg, K, Na, P, S, Cu, Fe, Mn og Zn voru u.þ.b. 0,4 g vegin og leyst upp í 5 ml af sjóðandi saltpéturssýru í tvo sólarhringa í opnum 20ml tilraunaglössum. Oktanól var notað til að halda aftur af froðumyndun. Þetta gefur tæra

gulleita lausn, sem er þynnt að 20 g. Efnin voru magngreind öll samtímis í þessari lausn með mælingu atómútgeislunar frá plasma (ICP-OES).

Til að greina selen var tekið annað jafnstórt sýni og farið með það eins og fyrir ICP-greininguna, nema í stað þess að þynna í lokin var bætt í 0,4 ml af perklórsýru og blandan færð í 10 ml glerglös og hún inngufuð, fyrst við 140°C í 3 klst., og síðan í lokaðri teflonklæddri álblökk í 2 klst. við 215°C. Fyrri inngufunarskrefið er til að fjarlægja saltpéturssýru og vatn, en það síðara til að brenna burt allar leifar af lífrænu efni með inngufun perklórsýrunnar. Eftir þessa meðferð er selen úr sýninu í formi selenats (á oxunarstigi 6), en til að mynda hýdríð er nauðsynlegt að afoxa yfir í selenít (oxunarstig 4). Þetta er gert með því að leysa þurra leifina í 3 ml af sýrublöndu, sem í er 1/10 af megnri saltsýru og 1/10 af megnri lausn vetnisbrómíðs, og glasinu lokað með þéttum tappa. Þetta er svo hitað í a.m.k. 1 klst við um 60°C. Glösin eru því næst opnuð og sett í hljóðbað (ultrasonic bath) til að reka út bróm sem myndast í afoxunarferlinu. Selen er loks mælt með atómgleyfni eftir hýdríðmyndun (hydride generation atomic absorption spectrometry) í spýtigreiniútfærslu (flow injection analysis).

Niðurstöður og umræður

Tafla 3 gefur upplýsingar um óflokkað sýnasafn. Þar koma fram meðaltöl og miðgildi einstakra efna, lægstu og hæstu gildi, fjöldi greininga og upplýsingar um dreifingu. Ef verulegur munur er á meðaltali og miðgildi er það glöggt merki um að gildin séu ekki normaldreifð. Vegna tæknilegra erfiðleika hjá Efnagreiningum á Keldnaholti (EGK) vantar enn niðurstöður fyrir kóbalt, molybden og jóð.

3. tafla. Lægstu og hæstu gildi, meðaltöl, miðgildi og fjöldi greininga.

	Lægsta gildi	Meðalatal	Miðgildi	Hæsta gildi	Normal dreifing	n
Þurrefni %	22,5	56,4	55,4	88,1	já	200
Meltanleiki %	60,0	69,8	70,0	78,2	já	200
Fem/kg þe.	0,65	0,79	0,80	0,92	já	200
Prótein %	6,0	16,44	16,70	23,1	já	200
AAT g/kg þe.	58,0	72,81	71,46	92,1	já	200
PBV g/kg þe	-56,0	37,82	37,51	110,8	já	200
Ca %	0,14	0,35	0,34	0,61	já	194
Mg %	0,12	0,22	0,22	0,39	já	194
K %	0,95	1,99	1,98	3,66	já	194
Na %	0,00	0,10	0,06	0,56	nei	194
Co – Kobalt mg/kg þe	-	-	-	-	-	-
Cu – Kopar mg/kg þe	2,95	7,59	7,46	11,53	já	194
Fe – Járn mg/kg þe.	51,1	200,8	128,2	2134,1	nei	194
I - Jóð	-	-	-	-	-	-
Mn – Mangan mg/kg þe	27,06	123,1	102,7	470,39	nei	194
Mo – Molybden	-	-	-	-	-	-
S – Brennisteinn (%)	0,12	0,23	0,23	0,36	já	194
Se – Selen mg/kg þe	- 0,002	0,016	0,010	0,130	nei	195
Zn – Zink mg/kg þe	16,44	32,17	31,91	47,48	já	194

Sýnin voru metin m.t.t. styrks snefilefna og þarfa nautgripa (tafla 4 og tafla 5). Þá kemur í ljós selenskortur í 99% sýna og kopar er á mörkum þess að vera fullnægjandi í 87,2% sýna og sink á mörkum í 37,4% sýna.

Járn, brennisteinn og molybden hafa þann eiginleika að trufla nýtingu kopars. Styrkur

brennisteins í 77,4% sýna er það hár að það hefur neikvæð áhrif á nýtingu kopars, sama gildir um 25,1% sýna fyrir járn. Mælingar á molybden liggja ekki fyrir.

Fylgni er milli brennisteins og próteins (0,810) og kopars og próteins (0,591). Brennisteinn er í sumum aminosýrum og því er fylgni við prótein.

4. tafla. Flokkun heysýna eftir styrk snefilefna (mg/kg þe.) og þörfum nautgripa. Aðlagð eftir Mortimer o.fl. 1999 og Rogers og Murphy 2000.

	Skortur	Á mörkum	Viðunandi	Mótvirkni gegn nýtingu Cu		MTC ¹⁾
				Nokkur	Mikil	
Co - Kóbalt	-	< 0,1	0,1 – 1,0			10
Cu - Kopar	< 4,0	4,0 – 9,9	> 10			100
Fe – Járn	< 50		50 – 200	> 200 - 400	> 400	1000
I – Joð	< 0,2	0,2 – 0,8	> 0,8			50
Mn - Mangan	< 20	20 – 39,9	> 40			1000
Mo - Molybden	-	-	< 1	1 - 3	> 3	5
S – Brennisteinn (%)	< 0,1		0,15 – 0,20	> 0,2 – 0,3	> 0,3	0,40
Se - Selen	< 0,1	0,1 – 0,3	> 0,3			2
Zn - Zink	< 20	20 – 29,9	> 30			500
Cu / Mo hlutfall	< 4	4,0 – 4,5	> 4,5			-

¹⁾ Eitrunarmörk - Maximum Tolerable Concentration.

5. tafla. Skipting heysýna í prósentum eftir styrk snefilefna (mg/kg þe.) og þörfum nautgripa.

	Skortur	Á mörkum	Viðunandi	Mótvirkni á nýtingu Cu		MTC ¹⁾
				Nokkur	Mikil	
Co - Kóbalt	-	-	-			-
Cu - Kopar	1,0	87,2	11,8			0
Fe – Járn	0		74,9	16,4	8,7	1,5
I – Joð	-	-	-			-
Mn - Mangan	0	1,5	98,5			0
Mo - Molybden	-	-	-			-
S – Brennisteinn (%)	0	1,5	21,0	72,8	4,6	0,5
Se - Selen	99	1	0			0
Zn - Zink	1	37,4	61,5			0
Cu / Mo hlutfall	-	-	-			-

¹⁾ Eitrunarmörk - Maximum tolerable concentration.

Sýnin voru flokkuð eftir sýslum (tafla 6). Kopar er hæstur í Borgarfjarðarsýslu og lægstur Snæfellsnessýslu og lág gildi eru einnig á Suðurlandi. Járn er hæst í S-Múlasýslu og lægst í A-Skaftafellssýslu. Í S-Múlasýslu er einnig hæsta meðaltal mangans en lægst í Eyjafirði og meðaltölin eru lág um miðbik landsins. Brennisteinn er hæstur í A-Húnavatnssýslu en lægstur í A-Skaftafellssýslu og lágur á Suðurlandi. Selen er afskaplega lágt alls staðar, en lægst í Rangárvallasýslu og hæst á Ströndum. Í S-Múlasýslu er hæsta meðaltal sinks og lægst í Snæfellsnessýslu.

6. tafla. Niðurstöður greininga eftir sýslum, mg/kg þe, nema % fyrir S.

	n	Co	Cu	Fe	I	Mn	Mo	S	Se	Zn
Borgarf.	7	-	9,54	302,0	-	161,3	-	0,25	0,0147	32,9
Mýrar	7	-	7,80	224,0	-	164,0	-	0,23	0,0143	29,1
Snæfellsn.	7	-	5,57	103,4	-	184,8	-	0,21	0,0122	26,3
Dalir	4	-	8,51	385,6	-	160,0	-	0,23	0,0116	30,2
Barðast.	8	-	7,08	125,6	-	180,0	-	0,24	0,0119	30,1
Ísafjarðas.	7	-	7,03	139,3	-	180,6	-	0,23	0,0120	32,7
Strandir	5	-	7,10	124,1	-	138,7	-	0,23	0,0387	32,8
V-Hún	6	-	7,30	123,6	-	86,3	-	0,23	0,0294	32,4
A-Hún	14	-	8,71	282,9	-	131,5	-	0,27	0,0075	36,5
Skagafj.	15	-	8,46	126,1	-	113,5	-	0,26	0,0093	34,5
Eyjafj.	12	-	8,53	220,8	-	72,8	-	0,25	0,0330 ¹⁾	30,6
N-Þing.	4	-	8,00	275,2	-	151,8	-	0,21	0,0210	27,5
S-Þing	18	-	8,55	203,7	-	94,9	-	0,25	0,0277 ²⁾	31,8
N-Múlas.	16	-	8,12	175,0	-	122,0	-	0,23	0,0176	30,3
S-Múlas.	9	-	8,57	392,4	-	237,3	-	0,24	0,0270	37,3
A-Skaft.	6	-	6,39	74,1	-	146,8	-	0,19	0,0078	30,7
V-Skaft.	9	-	5,66	269,6	-	85,1	-	0,20	0,0122	32,8
Rangárv.	21	-	6,15	132,1	-	73,7	-	0,20	0,0062³⁾	31,4
Árness.	20	-	6,97	228,9	-	91,0	-	0,21	0,0138	32,9

¹⁾ n = 18; ²⁾ n = 14; ³⁾ n = 20.

Sýnin eru flokkuð eftir landshlutum og mismunur þeirra metinn tölfræðilega (tafla 7). Fervikagreining og próf sem tengjast normaldreifingu eru notuð þar sem það á við þ.e. fyrir kopar, brennistein og sink. Stikalaus prófi, Kuskal-Wallis, var beitt þar sem gildin eru ekki normaldreifð, þ.e. mangan, járn og selen, og tekur það til miðgildis.

Hámarktækur munur á landshlutum ($P < 0,001$) var á kopar, brennisteini, mangani og selen og einnig var marktækur munur ($P < 0,05$) á sinki og járn. Munur var á sýslum innan landshluta fyrir kopar ($P < 0,01$, lægst í Snæfellssýslu og hæst í Borgarfjarðarsýslu), sink og brennistein ($P < 0,05$), en ekki var prófað hvort munur væri á mangani og seleni milli sýslna innan landshluta.

Athyglisvert er hve Suðaustur- og Suðurland er lágt í mögum snefilefnum. Kopar, brennisteinn og selen eru öll lægst á þessum svæðum, þá er mangan lægst um miðbik landsins þ.e. Suðurlandi og Norðausturlandi. Lægstu gildi fyrir járn eru á Vestfjarðakjálkanum og lægsta meðaltal sinks var á Vesturlandi.

Munur landshlutanna sést einnig glögg á kassaritum. Innan kassans er helmingur gilda og er honum skipt með þverstriki um miðgildið. Efsti og neðsti fjórðungur gilda er sýndur sem strik að ysta gildi, nema ef ystu gildi víkja svo mikið frá að vart er um samfellda dreifingu að ræða eru þau sýnd stök.

Lokaorð

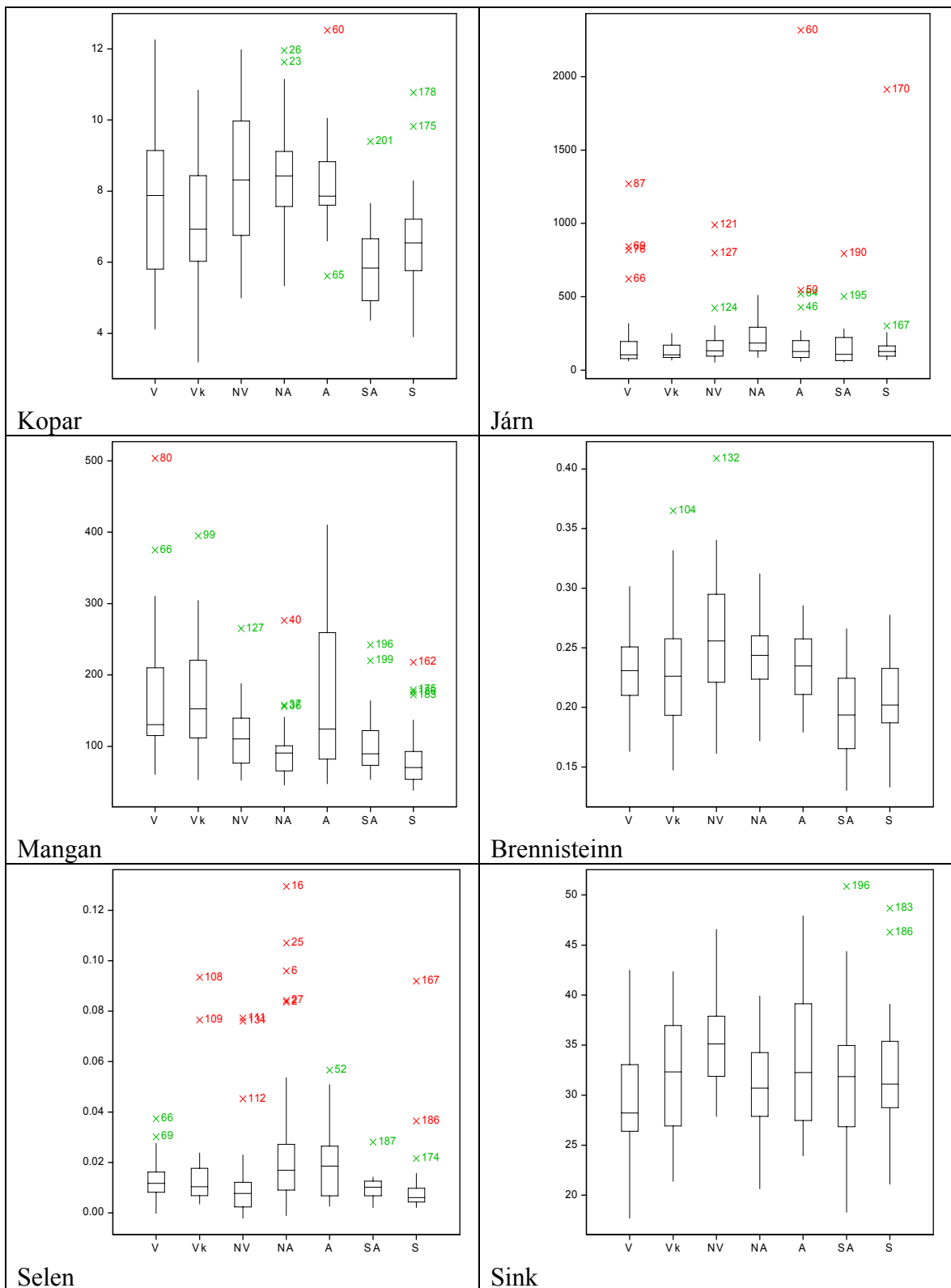
Gert er ráð fyrir frekari rannsóknum á snefilefnastöðu búfjár í framhaldi af þessum niðurstöðum um styrk snefilefna í heyi. Tilefni er til að skoða sérstaklega kopar, selen og sink miðað við þarfir búfjár. Einnig er beðið með óþreyju eftir greiningu á styrk jöðs í heyi enda eru engar upplýsingar til um styrk jöðs í heyi eða blóði búfjár á Íslandi.

7. tafla. Niðurstöður greininga eftir landshlutum. **s_{mt}** er staðalskekkja meðaltalsins og er lægsta og hæsta gildi sýnt, **s** er staðalfrávik og **CV** er breytileikastuðull, þ.e. staðalfrávik sem prósent af meðaltali.

	n	V-land	Vfjkj	NV-land	NA-land	A-land	SA-land	S-land	Meðaltal	Miðgildi	P-gildi	s_{mt}	s .	CV
n		25	20	35	40	24	15	41						
Þurrefni %	200	50,0	60,9	55,6	67,1	49,0	51,1	54,6	56,4	55,4	< 0,001	2,1-3,5	13,7	24
Meltanleiki %	200	70,2	69,9	69,8	69,9	68,5	68,3	70,9	69,8	70,0	0,048	0,49-0,81 3,13	37	4,5
FEm/kg þe	200	0,80	0,79	0,79	0,79	0,77	0,77	0,81	0,79	0,80	0,048	0,007-0,012	0,046	5,8
Prótein %	200	16,29	15,80	17,08	17,78	17,84	12,75	15,51	16,44	16,70	< 0,001	0,42-0,70	2,72	17
AAT g/kg	200	69,96	73,58	73,18	78,53	69,01	68,36	72,14	72,81	71,46	< 0,001	1,04-1,73	6,69	9,2
PBV g/kg	200	41,76	30,14	43,43	40,25	58,47	9,68	30,22	37,82	37,51	< 0,001	4,3-7,0	27,3	
Ca %	194	0,37	0,37	0,37	0,37	0,31	0,26	0,33	0,35	0,34	< 0,001	0,011-0,019	0,0724	21
P %	194	0,34	0,35	0,38	0,36	0,38	0,31	0,32	0,35	0,35	< 0,001	0,009-0,014	0,0553	16
Mg %	194	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,18	0,20	0,22	0,22	< 0,001	0,007-0,012	0,0453	21
K %	194	1,77	1,94	2,03	2,00	2,24	1,87	1,99	1,99	1,98	0,013	0,068-0,113	0,438	22
Na %	194	0,15	0,18	0,09	0,06	0,09	0,07	0,08	0,10	0,06	< 0,001			
Co mg/kg þe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Cu mg/kg þe	194	7,78	7,07	8,36	8,50 ¹⁾	8,20	5,95	6,55	7,59	7,46	< 0,001	0,25-0,42	1,62	21
Cu mg/kg þe ⁴⁾	194	7,83	7,27	8,17	8,08 ¹⁾	7,78	7,09	6,84			< 0,001	0,23-0,40	1,47	
Fe mg/kg þe	194	237,9	130,0	188,4	216,5 ¹⁾	259,6	191,4	179,3	200,8	128,2	0,034			
I mg/kg þe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Mn mg/kg þe	194	168,4	169,9	116,0	94,7 ¹⁾	165,8	109,8	82,2	123,1	102,7	< 0,001			
Mo mg/kg þe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
S %	194	0,23	0,23	0,26	0,24 ¹⁾	0,23	0,20	0,21	0,23	0,23	< 0,001	0,006-0,011	0,041	18
Se mg/kg þe	195	0,013	0,019	0,012	0,028 ²⁾	0,019	0,010	0,010 ³⁾	0,016	0,010	< 0,001			
Zn mg/kg þe	194	29,6	31,7	34,9	31,1 ¹⁾	33,1	32,0	32,2	32,2	31,9	0,024	0,9-1,5	5,76	18

¹⁾ n = 34; ²⁾ n = 36; ³⁾ n = 40; ⁴⁾ meðaltöl að teknu tillit til próteins með aðhvarfsstuðli 0,306±0,0385.

Vesturland: Borgarfjörður, Mýrar, Snæfellsnes og Dalir
 Vestfjarðakjálki: Barðastrandasýsla, Ísafjarðarsýslur og Strandir
 NV-land: Vestur- og Austur-Húnavatnssýsla og Skagafjörður
 NA-land: Eyjafjörður og Norður- og Suður-Þingeyjarsýsla
 Austurland: Norður- og Suður-Múlasýsla
 SA-land: Austur- og Vestur-Skaftafellssýsla
 Suðurland: Rangárvallasýsla og Árnessýsla.



Mynd 1. Sínd eru fjórðungsgildi dreifingar styrks snefilefna innan landshluta. Utan kassans eru neðsti og efsti fjórðungur og honum er skipt með miðgildinu. Myndirnar sýna einnig frávikssýni.

Heimildir

- Auður Lilja Arnþórsdóttir. (2000). - Rannsókn á styrk selens í blóði fyrsta kálfs kvígna. 1. áfangi. Freyr, 11-12, 46-47
- Baldur H. Benjamínsson (2001). Undersøgelse af kalvedødelighed i den islandske kvægpopulation. Den Kg. Veterinær-og Landbohøjskole.
- Baldur Símonarson, Guðný Eiríksdóttir, Sigurður Sigurðarson og Þorsteinn Þorsteinsson, 1984. Selenskortur og seleneitrun. Freyr 22: 910-912.
- Björn Guðmundsson og Þorsteinn Þorsteinsson 1980. Þungmálmar í íslensku grasi. Ísl. landbún. 12,1: 3-10.
- Björn Guðmundsson, Þorsteinn Þorsteinsson. (1979). - Kóbolt í íslensku grasi. Ísl. landbún., 11 (1-2), 33-39
- Dannatt L. & Porter T.A. 1996. An outbreak of ovine white liver disease in south west England. Veterinary Record 139, 371-373.
- Field A.C., 1980. Utilization and conservation of grassland resources in Iceland (UNDP/FAO – ICE/73/003). Factors affecting animal performance on the bogs with special reference to trace element nutrition. Fjölrit Rala nr. 61.
- Guðný Eiríksdóttir, Baldur Símonarson, Þorsteinn Þorsteinsson, Bjarni Guðmundsson, Jón Viðar Jónmundsson. (1981). - Árstíðabundnar breytingar á seleni í blóði sauðfjár. Tilraun á Hvanneyri 1980. Ísl. landbún., 13 (1-2), 25-33
- Guðný Eiríksdóttir, Baldur Símonarson, Þorsteinn Þorsteinsson. (1985). - Selenium in Iceland: Agricultural, veterinary and medical aspects. 10th Nordic Atomic Spectroscopy and Trace Element Conference, August 1985, Turku Finland
- Guðrún Stefánsdóttir og Steinunn Árnadóttir, 2005. Selenium status in Icelandic horses assessed indirectly. NJF seminar no. 370, Reykjavík, Iceland, 15-17 August 2005.
- Gunnar Þorkelsson. (1997). - Tengsl seleninnihalds í blóði mjólkurkúa og fastra hilda. Dýralæknaritíð.
- Kirchmann, H., Thorvaldsson, G., Björnsson, H. and Mattsson, L., 2005. Trace elements in crops from Swedish and Icelandic long-term experiments. NJF seminar no. 370, Reykjavík, Iceland, 15-17 August 2005.
- Mortimer, R.G, Dargatz, D.A. and Corah, L.R., 1999. Forage analyses from cow/calf herds in 23 states. USDA:APHIS:VS, Centers for Epidemiology and Animal Health. Fort Collins, CO. #N303.499. April 1999.
- Ólafur Guðmundsson og Valgeir Bjarnason 1977. Cobalt treatment of ewes and lambs at Hestur 1977. Landnýtingartilraunir. Áfangaskýrsla. Fjölrit Rala nr. 38, 127-135.
- Ólafur Guðmundsson, Þorsteinn Þorsteinsson, Andrés Arnalds, Friðrik Pálmason, Derek Mundell og Stefán Scheving Thorsteinsson, 1976. Kopargjöf handa lömbum á Hesti 1976. Landnýtingartilraunir. Áfangaskýrsla. Fjölri Rala nr. 29, 139-145.
- Páll A Pálsson og Halldór Grímsson, 1954. Fjöruskjögur. Búnaðarritið 32-50.
- Rogers P. 1999. Iodine supplementation of cattle. Project no. 4381. http://www.research.teagasc.ie/grange/i_report.htm
- Rogers P., Gately T. & Keating T. 2001. Teagasc Farm Nutrient Profile: Reference information for Professionals. <http://www.research.teagasc.ie/grange/2manual.htm>
- Torkell Jóhannesson, Kristín Björg Guðmundsdóttir, Tryggvi Eiríksson, Jed Barash, Jakob Kristinsson and Sigurður Sigurðarson, 2004 a. Selenium and GPX activity in blood samples from pregnant and non-pregnant ewes and selenium in hay on scrapie-free, scrapie-prone and scrapie-afflicted farms in Iceland. Icel. Agric. Sci. 16-17, 3-13.
- Torkell Jóhannesson, Kristín Björg Guðmundsdóttir, Tryggvi Eiríksson, Jakob Kristinsson and Sigurður Sigurðarson, 2004 b. Copper and manganese in hay samples from scrapie-free, scrapie-prone and scrapie-afflicted farms in Iceland. Icel. Agric. Sci. 16-17, 45-52.

Þorsteinn Ólafsson, Sigríður Bjarnadóttir, Sigurður Sigurðarson, Guðbjörg Jónsdóttir. (1999). - Selen og ormalyf handa kvígum. Ráðunautafundur 1999

Þorsteinn Þorsteinsson. (1984). - Snefilefni í fódri nautgripa, sauðfjár og hrossa. Handbók bænda 1984. 249-253.

Þórarinn Lárusson 1975. Selenskortur í búfé. Freyr LXXI. Nr. 5-6, mars 1975, bls. 159-164.