

# Vaxtargeta íslenskra nauta í kjötframleiðslu

Póroddur Sveinsson



# Vaxtargeeta íslenskra nauta í kjötframleiðslu

Þóroddur Sveinsson

Ágúst 2017  
Landbúnaðarháskóli Íslands

## Efnisyfirlit

Efnisyfirlit.....	1
Formáli.....	2
Ágrip .....	3
Orðskýringar .....	4
I. Inngangur .....	6
II. Framkvæmd tilraunar.....	9
Vinnuferlar í fjósi .....	12
Slátrun og vinnsla .....	12
Kjöttgæðamælingar .....	13
Uppgjör og útreikningar á niðurstöðum .....	13
III. Megin niðurstöður.....	15
Vöxtur og vaxtarhraði.....	15
Át og fóðurgildi.....	18
Át og vöxtur.....	24
Sláturgæði .....	28
Kjöttgæði .....	30
IV. Umræður .....	32
Íslensk naut í samanburði við naut af öðrum kynjum í kjöteldi .....	34
Eldiskostnaður - sviðsmyndir .....	35
V. Heimildir .....	39
VI. Viðaukar .....	41
Uppruni tilraunanauta.....	41
Vöxtur nauta, jöfnur.....	41
Át og vöxtur, myndir og jöfnur.....	42
Át á kg vöxt, myndir og jöfnur.....	45
Hlutfallslegt át, myndir og jöfnur .....	47
Efnamælingar á fóðri.....	48

## Formáli

Þessi skýrsla tekur saman niðurstöður rannsóknar sem hafði það að markmiði að meta vaxtargetu íslenskra nauta í kjötframleiðslu. Lýst er stöðu þekkingar ásamt ályktunum sem má draga af niðurstöðum. Einnig er fjallað almennt um nautaeldi þar sem m.a. eiginleikar íslenska kúakynsins til kjötframleiðslu eru bornir sama við önnur kúakyn.

Rannsóknin fór að mestu fram á starfsstöð Lbhí á Möðruvöllum í Hörgárdal en slátrun og kjötvinnsla var unnin á Akureyri hjá Norðlenska matborðinu ehf. Verkefnisstjórn og fagleg ábyrgð var í höndum Lbhí en samstarfs- og stuðningsaðilar voru Bústólpi ehf., Norðlenska matborðið ehf., Stóri Dunhagi ehf. og Matvælastofnun (MAST).

Verkefnið var sérstaklega styrkt af Þróunarsjóði nautgriparæktarinnar og unnið fyrir Landssamband kúabænda.

Póroddur Sveinsson  
verkefnisstjóri

## Ágrip

Þekkt er að vaxtargeta íslenskra nauta í kjötframleiðslu hefur ekki verið fullnýtt hjá flestum framleiðendum hér á landi sem leiðir til þess að tíminn sem það tekur nautin að ná sláturstærð er óvenju langur miðað við það sem þekkist í öðrum löndum. Þessi tilraun hafði það að markmiði að finna út hvað íslensk naut gætu vaxið hratt í sterku eldi og hvaða áhrif það hefði á eldistíma, kostnað, sláturgæði og kjötgæði. Alls voru 24 ógelt alíslensk naut í tilrauninni sem skipt var í tvo hópa; kornhóp (A) og heyhóp (B) sem viðmiðun. Helmingnum, jafnt úr hvorum hóp, var síðan slátrað við sem næst 500 kg lífþunga (250 kg fall) og hinum við um 600 kg lífþunga (300 kg fall). Helstu niðurstöður voru þessar:

- Naut sem fóðruð eru nánast eingöngu á orkuríku heyi (B) þurfa 28% meira fóður á þurrefnisgrunni en kornnaut sem fóðruð eru til helminga á byggi og orkuríku heyi (A) til að ná 250 kg fallþunga og 29% meira fóður en kornnaut til að ná 300 kg fallþunga.
- Naut sem fóðruð eru nánast eingöngu á orkuríku heyi geta náð 250 kg fallþunga á 19 mánuðum og 300 kg fallþunga á 23 mánuðum miðað við naut sem fóðruð eru á orkuminni heyjum sem þurfa 25 og 30 mánuði til að ná sama fallþunga.
- Naut sem fóðruð eru til helminga á byggi og orkuríku heyi geta náð 250 kg fallþunga á 16 mánuðum og 300 kg fallþunga á 19 mánuðum. Vaxtarhraði kornnauta (A) er 23% meiri en nauta sem fóðruð eru á orkuríkum heyjum eingöngu (B).
- Átgeta nauta sem fóðruð eru á orkuríkum heyjum (B) er jafnmikil og kornnauta (A) á þurrefnisgrunni og við sama lífþunga.
- Fóðurorkunýting nauta (nettóorka/kg vöxt) sem fóðruð eru á orkuríkum heyjum (B) er jafnmikil og kornnauta (A).
- Samkvæmt íslenska kjötmatinu flokkast öll naut í sama fituflokk (A) en 50% kornnauta og 0% heynauta við 250 kg fallþunga og 80% kornnauta og 67% heynauta við 300 kg fallþunga flokkast í Úrval sem er hæsta mögulega flokkun samkvæmt því kerfi.
- Samkvæmt EUROP kjötmati er ekki munur milli eldishópa (A og B) í holdum en 300 kg föll eru holdmeiri en 250 kg föll óháð eldishóp. Í fitumati eru kornnaut feitari en heynaut óháð fallþunga og 300 kg föll í báðum eldishópum eru feitari en 250 kg föll.
- Samkvæmt EUROP kjötmati skora íslensk nauti vel undir meðallagi í holdamati en eru í meðallagi í fitumati.
- 300 kg föll gefa 27% meiri vöðva og 25% meiri heildarafurðir en 250 kg föll að jafnaði.
- Fituinnihald hryggvöðva er meira í kornnautum en í heynautum en í staðinn er vatnsinnihaldið meira í hryggvöðva heynauta en kornnauta.
- Hryggvöðvi heynauta er rauðari en kornnauta og hryggvöðvi 300 kg falla er rauðari en 250 kg falla óháð eldishóp (A eða B).
- Hryggvöðvi kornnauta er meyrari en heynauta og 250 kg föll eru stífari en 300 kg föll óháð eldishóp (A eða B).
- Stytting eldistíma með sterkri kornfóðrun hefur mjög jákvæð og marktæk áhrif á framlegð nautaeldis í stíum miðað við núverandi verðlagningu á fóðri og ungnautakjöti. 300 kg föll skila meiri framlegð en 250 kg föll og mestri framlegð skila 300 kg föll sem hafa verið fóðruð á korni.

## Orðskýringar

AAT	Áætlað magn aminosýra í mjóginu úr ákveðnu fóðri.
Afurðahey	Hey með hátt fóðurgildi sem nýtist gripum til myndunar afurða s.s. mjólkur eða vaxtar.
Amínósýrur	Grunneiningar próteina.
Átgeta	Magn fóðurs sem skepna getur étið yfir ákveðið tímabil (oftast á dag).
Blendingur	Nautgripur sem er blanda af tveimur eða fleiri kúakynjum.
Broddur	Mjólk úr nýbornum kúm, nauðsynleg nýfæddum kálfum.
Einblendingur	Blendingur af fyrstu kynslóð, t.d. afkvæmi íslenskra kúa og holdanauta.
Eldi	Fóðrun og umhirða gripa sem (oftast) eru ætlaðir til kjötframleiðslu.
Fallþungi	Þyngd kjötskrokka með beinum.
Flatgryfja	Aðstaða til votheysverkunar. Steypt gólf og veggir (stundum þak yfir) en heyið undir plasti.
Forðakolvetni	Uppistaðan í forðavefjum plantna eins og fræjum (korni). Mest sterkja sem hefur háan orkustyrk.
Fóðrunarvirði	Fjöldi fóðureininga sem gripur étur á dag af tilteknu fóðri. Er í réttu hlutfalli við margfeldi þurrefnisáts og orkustyrks fóðurs.
Fóðureining	Gömul orkueining (FE) sem metur nýtanlega orku í fóðri. Enn algengasta einingin sem notuð er hér á landi.
Fóðurgildi	Magn nýtanlegrar orku og næringarefna í fóðri.
Fóðurnýting	Hlutfall fóðurs sem nýtist skepnu til viðhalds, vaxtar og myndunar afurða.
Fóðurstyrkur	Magn nýtanlegrar orku og næringarefna í fóðri sem gefið er gripum.
Geld kvíga	Kvíga sem ekki hefur verið haldið eða fest fang.
Geldstaða	Tímabil þegar kýr eru hættar að mjólka síðustu vikurnar fyrir næsta burð.
Geldstöðuhey	Hey með fóðurgildi sem fullnægir nánast eingöngu viðhaldsþörfum gripa.
Geldneyti	Ungir nautgripir í vexti (ekki fullvaxnir).
Gerjunarafurðir	Efnasambönd sem verða til við niðurbrot og gerjun næringarefna í vothei.
Gerjunarvirgni	Geta örvera til að brjóta niður næringarefni í vothei í loftfirrtu umhverfi.
Gróffóður	Stoðkolvetnaríkt og nauðsynlegt grunnfóður fyrir grasbíta þar sem fóðurgildið getur verið mjög breytilegt. Beitargrös, hey, hálmur og heilsæði er gróffóður.
Heilsæði	Votverkað korn, heilsaxað með blöðum, stönglum og öxum. Verkað í stæður eða flatgryfjur.
Heilfóður	Fóður þar sem öll fóðurefni (gróffóður, kjarnfóður og e.t.v. fleira) eru söxuð og blandað saman fyrir gjöf.
Holdakyn	Nautgripakyn sem hafa verið ræktuð sérstakleg til kjötframleiðslu t.d. <i>Angus</i> , <i>Galloway</i> og <i>Limósín</i> kynin.
Kjarnfóður	Tilbúnað blöndur af fóðurefnum með hátt fóðurgildi en undirstaðan er yfirleitt e.k. korn.

## Kjötflokkar nautgripa

### Gamla kerfið

AK	Alikálfur 3-12 mánaða gamall.
UK	Ungkálfur 0-3 mánaða gamall.
UN	Nautgripir af báðum kynjum á aldrinum 12-30 mánaða. Ungnaut.
UN úrval	Ungnaut með mjög góða (úrvals) holdfyllingu.
UN 1	Ungnaut með góða holdfyllingu.
UN 2	Ungnaut með sæmilega holdfyllingu.
UN M, A, B, C	Fituflokkar ungnauta; M= skrokkar með litla eða enga fituhulu, C = skrokkar með mjög mikla fituhulu.
K	Fullorðinn kvenkyns nautgripur (kýr) sem átt hefur kálf eða er eldri en 30 mánaða.
N	Kjötflokkur - fullvaxið naut eldra en 30 mánaða gamalt. Bolakjöt.

### Nýja kerfið

EUROP	Samræmt evrópskt kerfi fyrir sláturgripi sem flokkar línulega hold og fituhulu kjötskrokka; E = hámarks hold eða fituhula, P = lágmarks (lítill sem engin) hold eða fituhula.
-------	---

Kjötvelta	Magn kjöts sem er framleitt á tímaeiningu (oftast eitt ár).
Korn	Fræ af byggi (oftast hér á landi), maís eða hveiti, undirstaðan í kjaranfóðri.
Kyn (1)	Karl- eða kvenkyn.
Kyn (2)	Sérstakt ræktað búfjárkyn t.d. íslenska kúakynið eða <i>Angus, Galloway</i> og <i>Limósín</i> holdakynin.
Kvíga	Kvenkyns nautgripur fram að fyrsta burði. Þó einnig talað um 1. kálfs kvígur.
Líffungi	Þyngd gripa á fæti.
MJ	Megajoule (10 <sup>6</sup> joules), orkueining, hér fyrir fóður.
Mjólkurkyn	Kyn nautgripa sem hafa verið ræktað sérstaklega til mjólkurframleiðslu eins og t.d. íslenska kúakynið og <i>Jersey</i> kynið.
Orkustyrkur	Hlutfall nýtanlegrar orku í fóðri.
Rúlluhey	Votverkað hey í plasthjúpuðum rúllum.
Stoðkolvetni	Kolvetni frumveggja í plöntum, mest selluósi (frumveggjakolvetni)
Stæðuhey	Vothey sem er verkað undir plasti á opnu plani, steypu eða malar/sandbornu.
Uxi	Gelt naut.
Vaxtarhraði	Meðalþyngdaraukning, gripa, yfir ákveðið tímabil (oftast á dag).
Vothey	Óþurrkað eða hálfþurrkað hey sem er verkað í loftfirrtuumhverfi.
Þarfanaut	Naut til undaneldis.

## I. Inngangur

Eldistími ungnauta í kjötframleiðslu hér á landi er um 25 mánuðir og fallþunginn 220-230 kg að jafnaði borið saman við 16-17 mánaða eldistíma og 280 kg fallþunga í sambærilegum framleiðslukerfum (stíueldi) í Norður Evrópu (Þóroddur Sveinsson 2016). Þetta langa eldi takmarkar mjög það framleiðslumagn (kg kjöt) sem fæst árlega úr stíum og eykur fóðurþarfir miðað við styttri eldistíma og sterkari fóðrun. Afleiðingarnar af löngum eldistíma er oft ófullnægjandi framlegð sem mögulega skýrir takmarkaðan áhuga bænda á að fara út í þessa framleiðslu. Það veldur því að innflutningur er umtalsverður vegna þess að íslenskir bændur anna ekki eftirspurn á ungnautakjöti. Það hefur lengi legið fyrir að vaxtargeta íslenskra nauta er ekki fullnýtt hjá flestum bændum sem eru í nautaeldi (t.d. Þóroddur Sveinsson 2002, 2012).

Í skýrslu um stöðu nautakjötsframleiðslunnar á Íslandi (Þóroddur Sveinsson 2016) kemur fram mikill munur á milli framleiðenda ef skoðaður er meðal eldistími, fallþungi og vaxtarhraði nauta í kjötframleiðslu. Þannig eru þau 10 bú sem hafa stysta eldistímann að slátra nautum tæplega 20 mánaða gömlum að jafnaði en fallþunginn er einungis 205 kg. Þau 10 bú sem eru með lengsta eldistímann eru að slátra nautum 28 mánaða gömlum og meðalfallþunginn er 281 kg. Hjá báðum þessum hópum er þó meðalvaxtarhraði nauta svipaður eða ríflega 0,31 kg fall/dag. Á þeim 10 búum sem slátruðu þyngstu nautunum var eldistíminn tæplega 27 mánuðir, meðalfallþunginn 321 kg og vaxtarhraðinn tæplega 0,38 kg fall/dag. Meðalvaxtarhraði var ríflega 0,39 kg fall/dag á þeim 10 búum sem voru með hæsta vaxtarhraða nauta árið 2014 og þar var meðal eldistíminn 23 mánuðir.

Íslenska kúakynið er smávaxið og holdrýrt miðað við flest önnur kúakyn í heiminum. Það er fyrst og fremst ræktað fyrir mjólkurframleiðslu og því svipar að mörgu leyti til Jersey kúakynsins hvað varðar stærð og holdafar en er ólíkt íslenska kyninu í öðru eins og mjólkureiginleikum.

Samanburðarrannsóknir á holdasöfnum og vaxtargetu nauta af mörgum ólíkum kúakynjum í Evrópu sýna að Jersey naut skora lægst þegar kemur að vaxtargetu, holdasöfnun og fóðurnýtingu til vaxtar og ekki ósennilegt að alíslensk naut séu í sama flokki og Jersey naut.

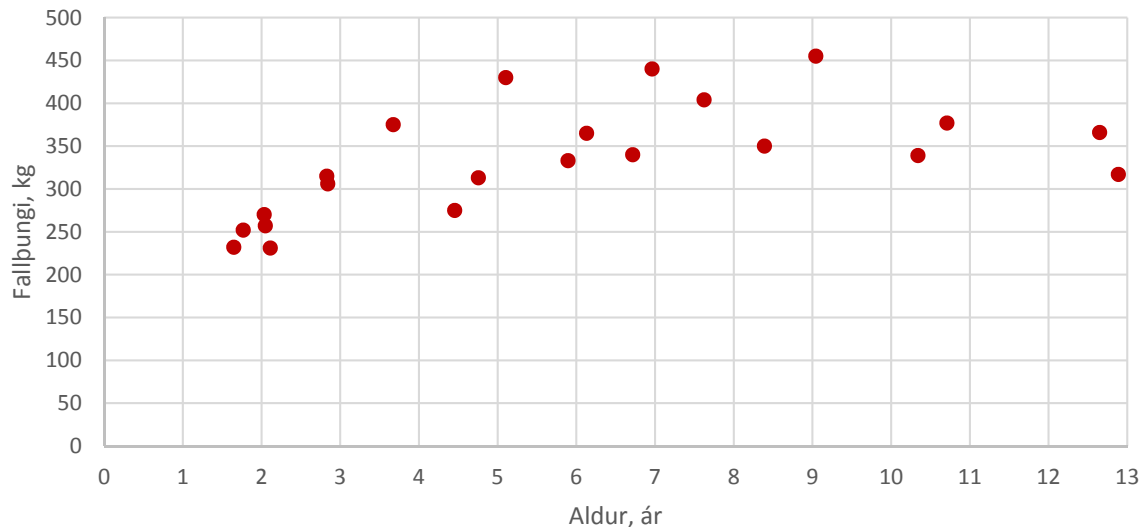
Meðalþyngd fullþroska íslenskra kúa (>4 ára) í mjólkurframleiðslu gæti verið um 450 kg á fæti (210 kg fallþungi) þegar þeim er slátrað. Þyngstu kýrnar geta þó orðið yfir 650 kg þungar. Það eru hins vegar til takmarkaðar upplýsingar um hvað íslensk fullþroska naut eru þung að jafnaði.

Þyngsta íslenska nautið sem hefur verið vigtað á fæti var Guttormur í Húsdýragarðinum sem vó mest 942 kg en hann var felldur 12 vetra gamall (án höfundar 2005). Guttormur var ekki mikið notaður til undaneldis og safnaði á sig mikilli fitu. Í slátrhúsagögnum sem Matvælastofnun (MAST) heldur utan um er gefinn upp fallþungi nauta, faðerni og aldur og þar má áætla að þyngstu nautin (N > 30 mánaða), sem örugglega eru alíslensk, hafi verið ríflega 800 kg á fæti þegar þeim var slátrað og aldur þeirra var oftast á bilinu 4-5 ár. Þyngsta alíslenska ungnautið (UN < 30 mánaða gamalt) sem var slátrað árið 2014 var með 360 kg fall og áætla má að það hafi verið um 720 kg á fæti. Það var 28 mánaða gamalt við slátrun og meðal vaxtarhraðinn hefur því verið um 0,4 kg fall/dag. Á fyrstu áratugum ræktunarstarfsins í nautgriparækt náðu efnilegustu þarfanautin háum aldri og fullum þroska en var ekki gert að safna holdum að ráði. Eitt þekktasta nautið í byrjun 20. aldar var Víkingur á Möðruvöllum í Hörgárdal sem reyndar var danskættaður að hluta. Víkingur var að sögn, mjög stór og bar af öðrum nautum. Víkingur vigtaði 650 kg þegar hann var þriggja og hálfis árs (Erlingur Davíðsson 1954).

Guðmundur Páll Steindórsson fyrrverandi ráðunautur tók saman fyrir þessa skýrslu tiltækar upplýsingar um fallþunga sæðingnauta á Nautastöð Búnaðarfélags Íslands (nú Bændasamtaka Íslands) á Hvanneyri á þeim tíma þegar þeim var ekki slátrað hálfvöxnum við ákveðinn aldur líkt og nú er gert (mynd 1). Myndin sýnir að þyngstu nautin voru á aldursbilinu 5-9 ára og það þyngsta vó 455 kg. Miðað við 50% fallhlutfall hefur það verið 910 kg á fæti en ekki er ósennilegt að það hafi einhvern



tímann verið enn þyngra. Nautið hét Fjölur (nr. 62012). Meðallífbungi sæðingana eldri en 4 ára við slátrun, má áætla um 730 kg, en hafa verður í huga að þau voru ekki alin í þeim tilgangi að safna holdum þó að þau hafi örugglega verið á góðu eldi alla ævina. Meðalvaxtarhraði þeirra sæðingana sem enn voru í vexti þegar þau voru felld (< 3 ára) var um 0,3 kg/dag (fallþungi) sem er nálægt meðalvaxtarhraða íslenskra ungnauta í dag.



**Mynd 1.** Fallþungi sæðingana á Nautastöðinni á Hvanneyri 1970-1972. Tekið saman úr skýrslum af Guðmundi Páli Steindórssyni.

Á 10. áratug síðustu aldar voru gerðar tvær viðamiklar eldistilraunir í þeim tilgangi að bera saman nautakjötsframleiðslu með alíslenskum ógeltum nautum við einblendinga þar sem móðirin var alíslensk en faðirinn af Galloway-, Angus- eða Limósín holdakyni. Í báðum tilraunum voru nautin einstaklingsfóðruð allan eldistímann eftir hefðbundið mjólkurskeið þess tíma.

Í fyrri tilrauninni voru nautin fóðruð á missterku fóðri; 0, 15 eða 30% kjarnfóður með þurrhegi (0,78  $FE_m/kg$  þ.e.) og þeim slátrað við fyrirfram ákveðinn lífbunga; 350, 400 eða 450 kg á fæti. Meðalaldur alíslensku nautanna við slátrun var 13-18 mánuðir, meðal fallþunginn var á bilinu 173-220 kg og meðal vaxtarhraðinn var 0,750-0,826 kg/dag (lífbungi). Meðalþurrefnisát á kg fall var 12-15 kg. Áhrif fóðurstyrks og aldurs á slátur- og kjöttgæði voru metin og reyndist aukinn fóðurstyrkur hafa jákvæð áhrif á safu, meyrni, bragð og fallhlutfall.

Í seinni tilrauninni var nautunum slátrað þegar þau höfðu náð 16, 20 eða 24 mánaða aldri en fóðrunin var eins, nánast eingöngu þurrhegi í slöku meðallagi (0,72  $FE_m/kg$  þ.e.). Meðal fallþungi alíslensku nautanna var 164-231 kg og meðal vaxtarhraðinn 0,613-0,631 kg/dag (lífbungi). Meðalþurrefnisát á kg fall var 14-18 kg.

Þrátt fyrir að þessar tilraunir staðfestu að einblendingar hafa mikla yfirburði þegar kemur að öllum þáttum nauteldis í samanburði við alíslensk naut að þá er hlutdeild þeirra í nautakjötsframleiðslunni einungis um 3% en alíslenskra nauta um 80%. Mismunurinn (17%) eru e.k. holdablendingar, mest úr hjarðeldi (Þóroddur Sveinsson 2016).

Frá því að þessar tvær tilraunir voru gerðar á Möðruvöllum hafa orðið ýmsar breytingar á eldi nautgripa hér landi. Aðbúnaður hefur batnað og meðal fallþungi hækkað en hins vegar hefur sláturaldur ekki lækkað og meðalvaxtarhraði nauta á Íslandi er enn einungis um 0,6 kg/dag (lífbungi). Í fyrri tilraunum voru nautin bundin á básum og einstaklingsfóðruð en ekki hópfóðruð í stíum eins og tíðkast hjá bændum. Þá voru nautin fóðruð á þurrhegi en ekki rúlluhegi eins og er ríkjandi verkunaraðferð í dag.

Nú er vitað að þessir þættir (verkunaraðferð heys, aðbúnaður, sláturaldur og fallþungi) hafa mismunandi áhrif á át, fódurnýtingu, vaxtarhraða, sláturgæði og kjötgæði. Þess vegna var ákveðið að gera nýja tilraun til að fá nákvæmari upplýsingar um fódurþarfir og fódurnýtingu íslenskra ungnauta í sterku eldi og við aðbúnað sem er algengur í dag á Íslandi.

Meginmarkmið verkefnisins var að ákvarða hámarks vaxtargetu íslenskra nauta í stíueldi en einnig að bera hámarks kornfóðrun saman við hámarks heyfóðrun m.t.t. fódurmagns, fódurnýtingar, eldistíma, sláturgæða, kjötgæða, framlegðar og kostnaðar við nautaeldi og kjötvinnslu. Einnig var gerður samanburður á áhrifum fallþunga (250 og 300 kg) á framlegð og gæði nautakjöts.



## II. Framkvæmd tilraunar

Undirbúningur hófst í byrjun árs 2014 með því að koma upp gjafabúnaði og aðstöðu í Möðruvallafjósinu sem síðan var prófuð á undanföllum áður en tilrauninni var hleypt af stokkunum. Árni Arnsteinsson í Grjótgarði, Hörgársveit, sá um uppsetningu á aðstöðunni og hann var einnig fjósameistari verkefnisins. Aðrir starfsmenn í fjósi voru bændurnir Halldór Arnar Árnason og Lilja Dögg Guðnadóttir sem eiga kúabúið Stóri Dunhagi ehf. og þeirra starfsfólk; Borghildur Freysdóttir, Otti Freyr Steinsson, Eva Margrét Árnadóttir, Kristinn Halldórsson og Sindri Júlíus Bjarnason auk Árna Arnsteinssonar. Stóri Dunhagi ehf. keypti og átti öll tilraunanaútin, kostaði allt fóður og hirti af þeim allar afurðatekjur.

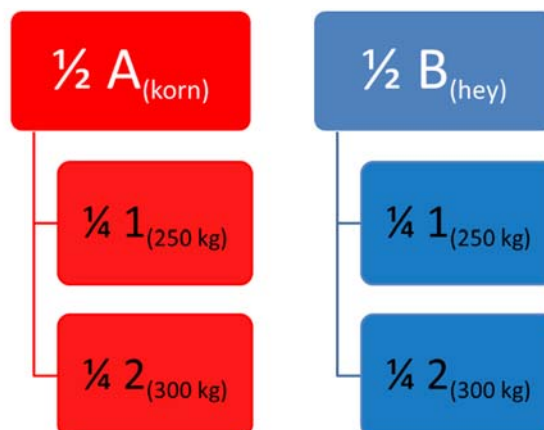
Þann 12. mars 2014 var fyrst auglýst eftir nautkálfum í Skagafirði og Eyjafirði. Lögð var áhersla á að fá kálfa á sem líkustum aldri og þeir þurftu að uppfylla eftirfarandi skilyrði:

- að hafa þekktan fæðingardag
- að hafa þekkt ætterni
- að vera af „eðlilegri“ stærð
- að hafa fengið brodd

Alls var keyptur 31 nautkálfur fyrir verkefnið, fæddir frá 7.-24. mars og fluttir í Möðruvallafjós frá 20.-28. mars. Kálfarnir voru í einni hálmstíu um 120 m<sup>2</sup> að stærð og fóður mælt í þá frá fyrsta degi. Fyrsti samstillti vigtunardagurinn var 4. apríl og eftir það voru nautin vigtuð nánast undantekningalaust með 14 daga millibili fram að sláturdegi.

Sama dag og auglýst var eftir tilraunkálfum var sett upp *Facebook* síða verkefnisins (<https://www.facebook.com/groups/681490291896882/>) þar sem áhugasamir gátu fylgst með framkvæmd, framvindu og hlaupandi niðurstöðum úr verkefninu frá fyrsta degi.

### Skipulag eldis – tilraunauppsetning í fjósi



**Mynd 2.** Skipurit tilraunar sem sýnir hvernig hópnum var skipt í eldis- (A, B) og sláturflokka (250, 300).

Eldinu var skipt upp í 4 megin skeið:

Á **mjólkurskeiðinu** var kálfahópurinn skorinn niður í 24 (tafla 7 í kafla VI. viðaukar) sem var hinn endanlegi tilraunahópur (úrval). Í úrvalinu voru nautkálfar með sem jöfnustu meðalþyngd og vaxtarhraða. Léttustu og þyngstu kálfarnir voru teknir út en meðalþyngd úrkastsins var eins og

meðalþyngd úrvalsins. Á mjólkurskeiðinu höfðu kálfarnir frjálsan aðgang að sýrðu mjólkurlíki, rúlluheyi, kálfaköggjum og vatni í sjálfvirkum bryningardöllum. Hey og kálfaköggjar var gefið aðskilið á fóðurgang. Mjólkurduft (Rustic og Bastant frá Nötfor) og Bústólpa kálfaköggjar var keypt í Bústólpa í Akureyri. Efnainnihald duftsins og kálfaköggjanna er í töflum 12 og 15 í kafla VI. Viðaukar.

Mjólkurlíkinu var blandað í 200 l tunnu með áfastri rafmagnshræru úr gömlum mjólkurtanki og hitaelementi (mynd 3). Hitinn á blöndunni var stilltur á 22-24°C. Úr tunnunni voru leiddar 3 slöngur í þrjár túttur sem festar voru á spjald á stúgrind sem allt að 31 kálfur hafði aðgang að allan sólarhringinn (mynd 3). Þegar mest var drukkið var blandað í u.þ.b. 380 l á sólarhring. Fram til 6. maí var 0,65 kg mjólkurduft blandað í hverja 10 l af sýrublönduðu vatni. Frá 6. maí til loka mjólkurskeiðsins var styrkurinn aukinn úr 0,65 í 0,80 kg í hverja 10 l af sýrublöndu. Mjólkurlíkið var sýrt með maurasýru. 85% maurasýra var fyrst þynnt um 1/10 með vatni (1 l sýra í 10 l af vatni) og 1 l af þessari blöndu var blandað í hverja 50 l af mjólkurlíkinu (eða 0,2 l/10 l). Viku fyrir lok mjólkurskeiðsins var mjólkurgjöfin helminguð úr 380 l í 190 l/sólarhring fyrir allan hópinn.



**Mynd 3.** Mjólkurtunnan þar sem sést í rafmagnshræruna, hitaelementið og hvernig túttarnar voru festar á spjald í stíunni.

**Kálfkögglaskeiðið** hófst sama dag og kálfarnir voru teknir af mjólk. Meðalaldur kálfanna var þá 69 dagar. Á þessu skeiði höfðu kálfarnir ótakmarkaðan aðgang að kálfaköggjum (þeim sömu og á mjólkurskeiðinu), rúlluheyi og vatni í sömu hálmstíu og mjólkurskeiðið var í. Kálfkögglaskeiðið stóð yfir í 40 daga.



**Mynd 4.** Kálfarnir á kálfkögglaskeiðinu.

**Aðlögunarskeiðið** tók við af kálfakögglaskeiðinu en þá var hálmstíunni og hópnum skipt í tvennt í annars vegar kornhóp (A) og hinsvegar heyhóp (B). Meðal vaxtarhraði kálfanna fram að því var eins í báðum hópunum. Fyrstu 14 dagar aðlögunarskeiðsins fóru í að trappa kálfakögglagjöfina niður í núll. Kornhópurinn (A) fékk í staðinn ótakmarkaðan aðgang að byggkögglum og rúlluheyi en heyhópurinn fékk bara hey að vild. Aðlögunarskeiðið stóð yfir í 42 daga.



**Mynd 5.** Heynautin (B) á aðlögunarskeiði.

**Stíueldiskeiðið** tók við af aðlögunarskeiðinu og var meðalaldur nautanna þá 151 dagar. Þá var hópum A og B skipt aftur í tvennt á samtals 4 stíur eða 6 naut í stíu. Hver stía var 14,5 m<sup>2</sup> að stærð eða 2,4 m<sup>2</sup> á naut. Gólfíð í stíunum voru steptir rimlabitar yfir haughúsi. Í hverri stíu voru brynningarventlar og vatnsrennsli þeirra mældist 1-6 l/mín. Í einni stíu höfðu nautin einnig aðgang að brynningarskál með annarri stíu sem ekki var hluti af tilrauninni. Allir hópar fengu eins rúlluhey að vild (*ad libitum*) en kornhópurinn fékk einnig bygg nánast að vild. Ákveðið var þó að gefa daglega að hámarki 5 kg (blautvigt) af byggi á naut. Byggið sem var gefið var þrenns konar; kögglað blandað melassa, kögglað blandað melassa og steinefnum (*Effect Midi*) hvort tveggja frá Bústólpa Akureyri og valsað sýrt bygg af tveimur kornökum á Möðruvöllum frá haustinu 2014. Möðruvallabyggið var sýrt með própíónsýru, 30-40 l/t af korni með 61% þurrefni og 15-17 l/t af korni með 80% þurrefni. Einnig höfðu hóparnir aðgang að hreinni steinefnablöndu, *Effect Midi Island* frá Bústólpa sem var gefin í trog.

Stíueldiskeiðið var tvískipt. **Eldisskeið I** náði fram að slátrun nauta við 500 kg líffunga. Helmingur nautanna úr hverri stíu var slátrað við þann þunga. **Eldisskeið II** er eldistíminn frá 500 kg líffunga til 600 kg líffunga eða þegar seinni helmingnum var slátrað. Á eldiskeiði II höfðu nautin tvöfalt meira rými en á eldiskeiði I (4,8 m<sup>2</sup> í stað 2,4 m<sup>2</sup> á naut).

Uppistaðan af heyunum sem notuð voru í tilrauninni komu af þremur túnum sem slegin voru 11. og 15. júní 2014 og hirt í rúllur tveimur dögum seinna. Tvö túnanna fengu bæði mykju og tilbúinn áburð en þriðja túnið eingöngu tilbúinn áburð. Ríkjandi grastegundir í þessum túnum var vallarsveifgras, háliðagras og vallarfoxgras ásamt smá vallarrýgresi. Fram að því (á mjólkur- og kálfakögglaskeiðinu) fengu nautin 1. sláttar rúlluhey frá 2013 mest af engjum þar sem ríkjandi grastegundir voru háliðagras, vallarsveifgras og snarrót.

## Vinnuferlar í fjósi

Allir kálfar voru vigtaðir við komu í Möðruvallafjósið og var meðalþyngd þeirra þá 38 kg og meðalaldur 10 dagar. Fyrsti samstillti vigtunardagurinn var 4. apríl og eftir það voru nautin vigtuð með 14 daga millibili fram að sláturdegi (með einni undantekningu). Eldinu var þannig skipt upp í 14 daga fóðrunartímabil sem lágu á milli vigtanna á nautunum. Nautin voru vigtuð á stafrænni plötuvigt, hámarksþyngd 1.000 kg (+/- 2,0 kg). Samtals voru nautavigtanirnar 1024.

Upphaf reglulegra mælinga á fóðuráti var 31. mars 2014 en þá var meðalaldur kálfanna 14 dagar og meðalþungi 43 kg. Mjólkurdufts-, kálfaköggla- og korngjöf var mæld og skráð alla daga. Steinefnablanda (*Effect Midi Island*) var vigtuð í fóðurtrog og bætt á öðru hvoru þegar þau tæmdust. Um tíma var einnig gefið fóðurkalk (malaður skeljasandur) með sama hætti. Alls voru hey vigtuð 2896 sinnum, korn 675 sinnum, kálfaköggla 26 sinnum og steinefni/kalk 128 sinnum.

Heyát var mælt 3 sólarhringa í hverri viku. Þá var heyið vigtað sér fyrir hverja stú að morgni og leifar vigtaðar áður en þeim var sópað frá sólarhring seinna fyrir næstu gjöf. Hina fjóra sólarhringana var heyið ekki vigtað en tryggt að nautin höfðu ótakmarkaðan aðgang að sambærilegu heyi og að þau leifðu a.m.k. 15% af heyinu. Fóðrið var vigtað á stafrænni plötuvigt, hámarksþyngd 60 kg (+/- 0,01 kg).

Í heyinu voru tekin gjafa- og leifasýni alla vigtunardaga fyrir þurrefnis-, meltanleika- og efnainnihalds mælingar. Gjafa- og leifasýni í byggi voru tekin vikulega. Hvert sýni var u.þ.b. 0,250 kg (+/- 0,090 kg) og vigtað á stafrænni plötuvog, hámarksþyngd 2 kg (+/- 0,00001 kg). Strax eftir vigtun voru sýnin sett í þurrskáp við 55-60°C í a.m.k. 48 tíma áður en þau voru vigtuð aftur.

Fyrir meltanleika- og efnainnihaldsmælingar var gert eitt samsýni fyrir hverja viku eða tvö samsýni fyrir hvert fóðrunartímabil. Sýnin voru möluð á rannsóknastofu Lbhí á Hvanneyri. Þurrefnismælingar við 103°C þurrkhita voru gerðar á rannsóknastofu Lbhí á Keldnaholti. Meltanleika- og efnainnihaldsmælingar framkvæmdi Efnagreiningar ehf. á Hvanneyri og rannsóknastofa Lbhí á Keldnaholti. Fóðurgildisútreikningar ásamt fóðurgildistöflum eru í viðaukum.

## Slátrun og vinnsla

Þegar nautin höfðu náð sem næst 500 kg meðal lífþunga (áætlað 250 kg fall) í A eða B stíunum var helmingur nautanna sendur í sláturhús Norðlenska á Akureyri sem er í u.þ.b. 14 km fjarlægð frá Möðruvöllum. Seinni helmingnum var slátrað sem næst við 600 kg lífþunga (300 kg fall). Nautin voru vigtuð kvöldið áður en þau voru sett á bíl að morgni og slátrað samdægurs. Sláturdagarnir voru þessir:

<u>Fallflokkur</u>	<u>Stíur A (korn)</u>	<u>Stíur B (hey)</u>
250 kg	13. ágúst 2015	29. október 2015
300 kg	29. október 2015	28. febrúar 2016

Þegar nautunum var slátrað var innanfita úr kviðarholi (nýrnamör) vigtuð sérstaklega en föllin síðan metin samkvæmt bæði íslenska matskerfinu og EUROP kerfi sem notað er í Evrópu. Bæði kerfin dæma fitu- og holdastig kjötskrokka (föll). Í íslenska kerfinu voru 3 holdaflokkar (Úrval, 1, 2) og 4 grunn fituflokkar (M, A, B, C) en í EUROP kerfinu sem hér var notað voru 15 fituflokkar og 15 holdaflokkar. Stefán Vilhjálmsson yfirkjötmatismaður Matvælastofnunar (MAST) sá um matið. Föllin voru vigtuð (blautvigt) áður en þau voru flutt í kæli og aftur þegar þau fóru úr kæli daginn eftir á leið í úrbeiningu (þurrvigt). Þá var einnig mælt sýrustig (pH) í vöðva.

Hefðbundin úrbeining og brytjun var daginn eftir slátrun í kjötvinnslu Norðlenska á Akureyri undir verkstjórn Ingólfs Þórssonar. Eftirfarandi afurðir voru vigtaðar af öllum skrokkum á stafrænum plötuvogum sem vigtuðu með gramms nákvæmni:

**Aðalafurðir:**

File með fiturönd  
Gúllasefni  
Innanlæri  
Lundir  
Rib Eye  
Rófubeinssteik  
Snitselefni

**Aukaafurðir:**

Afskurður, kg  
Hakkefni, N2  
Nautafita

Um 0,7 kílóa þversnið (sýni) var tekið úr hægri file m/fitu við næstaftasta rif úr öllum nautum fyrir kjötgæðamælingar. Sýnin voru geymd í frysti (u.þ.b. -18°C) þar til þau voru tekin til greiningar hjá Iceprotein ehf. á Sauðárkróki og Matís í Reykjavík.

### Kjötgæðamælingar

Hjá Iceprotein ehf. voru gerðar eftirfarandi NIR (*near infrared spectroscopy*) efnamælingar á file vöðva með fiturönd úr öllum nautunum:

Fita (%) í hreinum vöðva og með fiturönd  
Prótein (%) í hreinum vöðva og með fiturönd  
Salt (%) í vöðva með fiturönd  
Vatn (%) í hreinum vöðva og með fiturönd  
Kollagen eða bindivefur sem hlutfall af próteini (%)

Gerðar voru áferðar- og litamælingar á kjötinu hjá Matís. Kjötið var þítt í 10-12 klst. við stofuhita og sýni mæld við um 10°C kjöthita. Fyrir stífni (*toughness*) og meyrni (*firmness*) mælingar var notuð s.k. *Warner Bratzler shear force* aðferð. Kjötið var skorið niður í 10x10x20 mm teninga (2 cm<sup>3</sup>) fyrir þessar mælingar. Notaður var *Warner Bratzler* skurðarhnífur festur við tæki sem skar í gegnum kjötsýnin á 1,5 mm/sek hraða og skráði viðnám vöðvans í kílósekúndum. Því hærra sem talan er því stífari er vöðvinn. Tækið mælir einnig hámarksþunga (hér kg) sem þurfti til að skera í gegnum vöðvann. Því lægri sem talan er því meyrara er kjötið.

Þá var kjötið litagreint á þrennan hátt, **L** sem mælir hversu ljóst kjötið er, því hærra sem talan er því dekkra er kjötið, **a** er kvarði sem mælir kjötið frá grænu yfir í rautt, því hærra sem talan er því rauðara er kjötið og **b** er kvarði sem mælir kjötið frá bláu í gult, þ.e. því hærra sem tala er því gulara er kjötið.

Sýrustig (pH) í vöðva eftir frystingu var einnig mælt með hefðbundnum sýrustigsmæli.

### Uppgjör og útreikningar á niðurstöðum

Þungi nautanna sem fall af aldri féll best að línulegum aðhvarfsjöfnum:

$$y = a * x + b + skekkja$$

Át nautanna sem fall af aldri eða þunga féll best að lógaritmískum aðhvarfsjöfnum:

$$y = a * \ln(x) + b + skekkja$$

þar sem  $y$  = mælibreytan (þungi eða át),  $a$  = hallastuðull,  $\ln$  = náttúrulegur lógaritmi,  $x$  = stýribreytan (aldur eða þungi) og  $b$  = fasti. Skekkjan er sýndur sem aðhvarfstuðull ( $R^2$ ) þar sem  $1$  = engin skekkja.  $R^2$  er alltaf  $< 1 > 0$  og því lægri sem  $R^2$  er því stærri er skekkja (frávik) mælibreytunnar frá aðhvarfslínunni.

Fundnar voru sérstakar aðhvarfsjöfnur fyrir A og B naut á öllum eldisskeiðum sem og ein jafna sem spannar alla ævina fyrir kornnaut annars vegar og heynaut hinsvegar sem lýsa vexti nautanna allt æviskeiðið.

Fundnar voru aðhvarfsjöfnur fyrir daglegt át sem fall af þunga eða aldri A og B nauta.

Tilraunin var með tvær flokkabreytur; eldisflokka (korn (A), hey (B)) og sláturflokka (250 kg föll, 300 kg föll). Allar magntölur á áti nauta eftir eldis- og sláturflokkum byggja á fundnum aðhvarfsjöfnum. Fóðurmagnið miðast við 100% þurrefni (þurrkað við 103°C) sem er leiðrétt að 250 eða 300 kg falli.

Gerðar voru fervikagreiningar (ANOVA) á meðaltölum eldisflokka og sláturflokka þar sem við átti. Greiningarnar byggja á eftirfarandi línulegri jöfnu:

$$y = \text{eldisflokkur (2)} + \text{sláturflokkur (2)} + \text{eldisflokkur} * \text{sláturflokkur} + \text{skekkja}$$

Fundið var s.k. sennileikahlutfall (P-gildi) sem segir til um hvort það sé tölfræðilegur munur á meðaltölum milli flokka. Ef  $P < 0,05$  er munurinn á milli meðaltala tölfræðilega marktækur, annars ekki. Einnig eru gefin upp, þar sem við á, staðalfrávik meðaltala og frávikshlutfall (CV = *coefficient of variation*) sem segir til um dreifni mæligilda á bak við hvert meðaltal.

Meðal vaxtarhraði á dag var reiknaður þannig að dregin voru 32 kg frá lífþunga eða 15 kg frá fallþunga en það var áætlaður þungi nýfædds kálfs:

$$\text{Kg lífþungi/dag} = (\text{kg lífþungi} - 32) / \text{aldur í dögum}$$

$$\text{Kg fall/dag} = (\text{kg fallþungi} - 15) / \text{aldur í dögum}$$

Hlutfallslegt át á dag (%) var fundið þannig:

$$\text{Át (FE}_m \text{ eða kg. þurrefni) / lífþungi}^{0,75} \text{ sama dag} * 100$$

Allir útreikningar voru gerðir í tölfræðiforritinu JMP<sup>®</sup> en mynd- og töfluvinnsla fór fram í Excel.



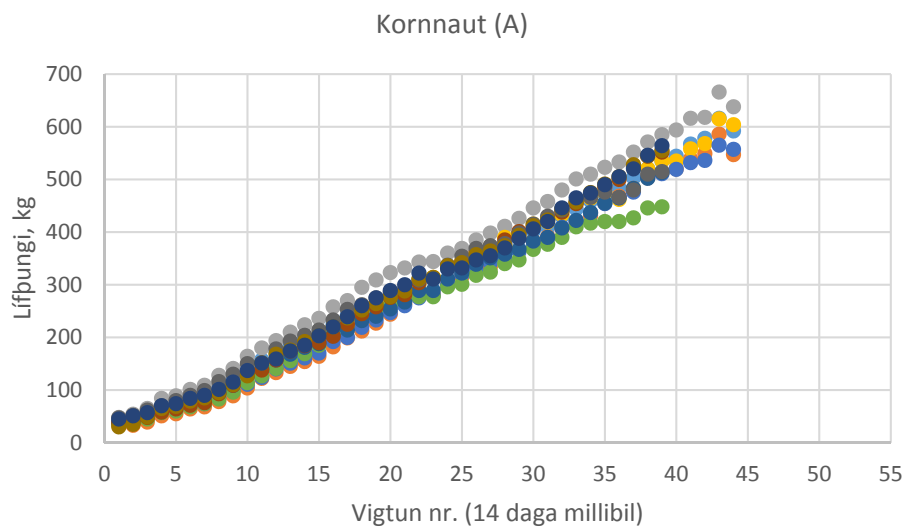


### III. Megin niðurstöður

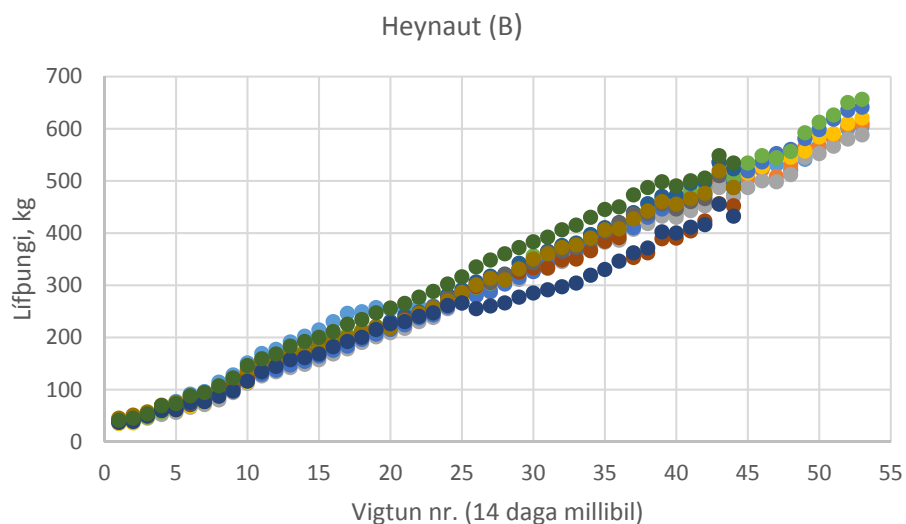
Hér verður fjallað um megin niðurstöður tilraunarinnar en ítarefni er að finna í viðaukum skýrslunnar.

#### Vöxtur og vaxtarhraði

Nautin voru vigtuð á 14 daga fresti frá 10 daga aldri til sláture dags. Á myndum 6 og 7 er sýndur vöxtur allra nautanna í tilrauninni. Þar kemur fram mikill einstaklingsmunur á vaxtargetu nauta í stúeldi. Þegar nautin í stíunum höfðu náð meðal sláturbungi, 500 eða 600 kg, munaði allt að 100 kg á léttustu og þyngstu nautunum. Þessi mikli einstaklingsmunur kemur þó ekki á óvart og er í samræmi við eldri tilraunir með naut.

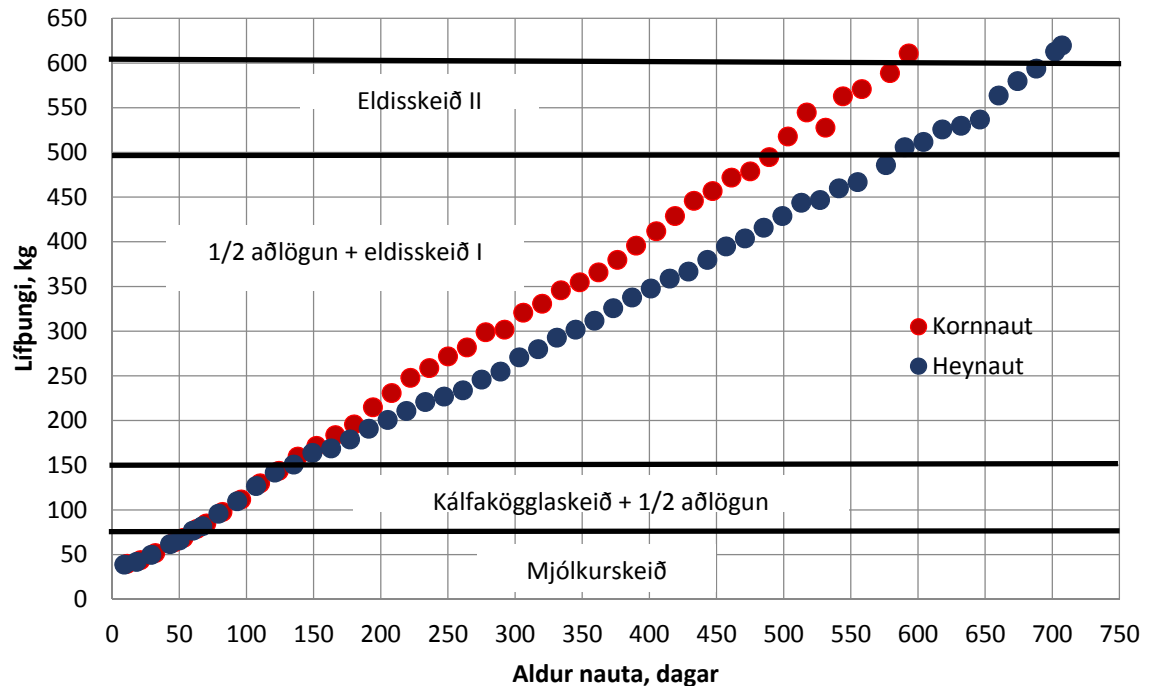


**Mynd 6.** Vöxtur allra kornnauta (A) í tilrauninni. Hvert naut hefur sinn lit.



**Mynd 7.** Vöxtur allra heynauta (B) í tilrauninni. Hvert naut hefur sinn lit.

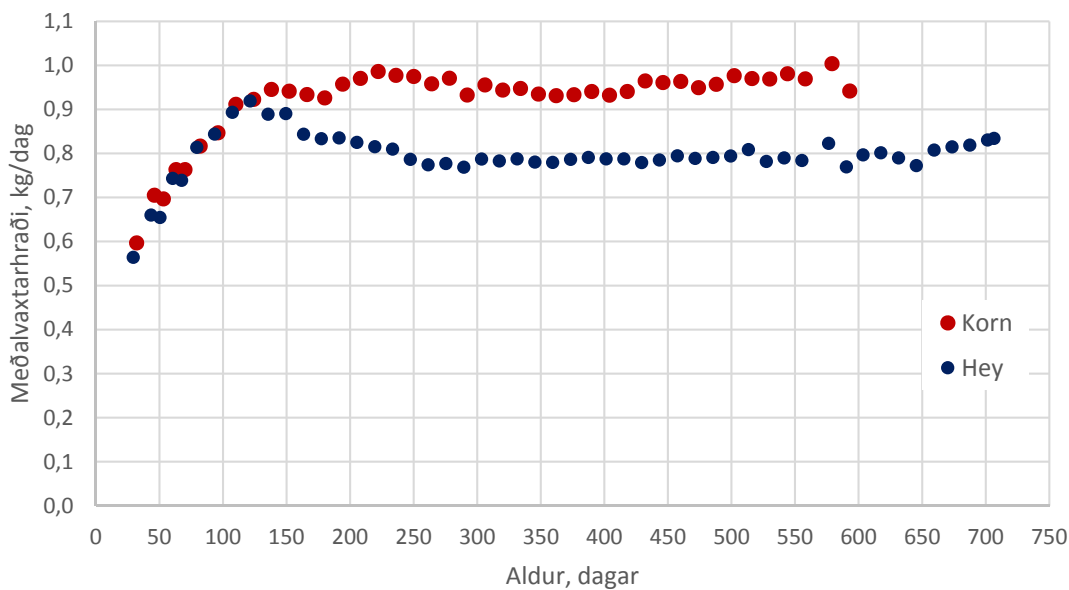
Meðalþyngd eldishópanna er sýnd á mynd 8. Myndin sýnir vel að vöxtur hópanna var nokkuð jafn og nánast línulegur út ævina. Smá brot kemur á línuna þegar nautin eru flutt í stúrnar og á endanlega eldisfóðrið. Það á þó sérstaklega við heynautin sem fara þá að dragast aftur úr kornnautunum jafnt og þétt enda á léttara (orkuminna) fóðri. Línulegar vaxtarjöfnur sem fall af aldri fyrir hvert eldisskeið eru að finna í VI. Viðaukar töflu 8.



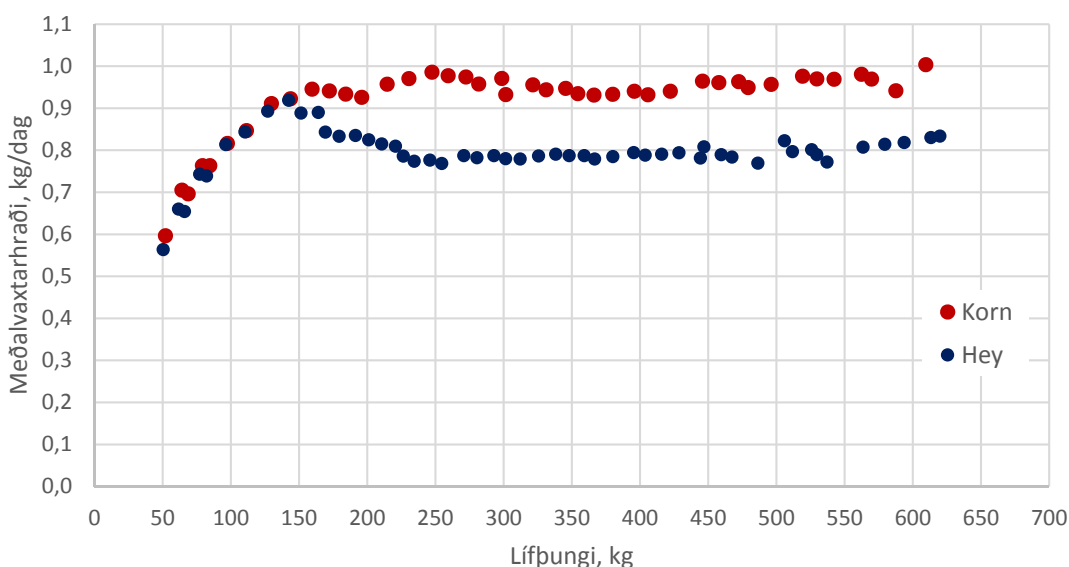
**Mynd 8.** Meðalvöxtur korn- og heynauta frá fæðingu til slátursdags skipt upp eftir eldisskeiðum. Ein aðhvarfsjafna fyrir allt æviskeiðið; kornnaut,  $\text{kg} = 0,9794 \cdot \text{aldur, dagar} + 21,148$  ( $R^2 = 0,99$ ), heynaut,  $\text{kg} = 0,8009 \cdot \text{aldur, dagar} + 31,269$  ( $R^2 = 0,99$ ).

Búist var við því að það myndi draga eitthvað úr vexti nautanna þegar þeir höfðu náð yfir 500 kg lífþunga, en það gerðist ekki og telja verður líklegt að þessi línulegi vöxtur geti haldið áfram í 700 kg lífþunga. Meðal daglegur vaxtarhraði nautahópanna sem fall af aldri annars vegar og lífþunga hins vegar er sýndur á myndum 9 og 10 það tekur nautin um 120 daga að ná fullum vaxtarhraða og eru þau þá um 150 kg á fæti. Ekki er ólíklegt að hægt sé að ná enn meiri vaxtarhraða á þessum tíma með því að framlengja kálfakögglaskeiðið. Á stúeldistímanum helst vaxtarhraðinn nokkuð jafn í kornnautunum en vaxtarhraði heynautanna lækkar hratt í byrjun en nær svo stöðugleika. Engu að síður kom á óvart hvað vöxtur heynautanna var mikill þar sem þau voru fóðruð á heyjum eingöngu.





**Mynd 9.** Meðal daglegur vaxtarhraði 14 daga tímabila sem fall af aldri.



**Mynd 10.** Meðal daglegur vaxtarhraði sem fall af lífþunga.

Í töflu 1 er sýndur meðalvaxtarhraði nautanna á öllum eldiskeiðum tilraunarinnar. Nautin ná mestum vaxtarhraða á kálfakögglaskeiðinu, yfir 1,1 kg/dag, þegar þau eru 70-110 daga gömul en strax á aðlögunarskeiðinu fer að draga í sundur milli korn- og heynauta. Á eldiskeiði I eru kornnautin að vaxa um 0,2 kg meira á dag en heynautin sem er um 20% munur. Athygli vakti að á eldiskeiði II þegar búið var að fækka nautum um helming í hverri stíu, jókst vaxtarhraði nautanna og þá sérstaklega hjá nautum sem voru eingöngu á heyi. Korn- og heynautin voru að vaxa jafnmikið þá og yfir 1 kg á dag. Það leiddi til þess að meðal vaxtarhraði nautanna sem slátrað var 600 kg var meiri en nauta sem slátrað var 500 kg á fæti. Ekki er ósennilegt að aukið stíurými á eldiskeiði II útskýri einna helst þennan vaxtarkipp þó ekki sé hægt að fullyrða það.

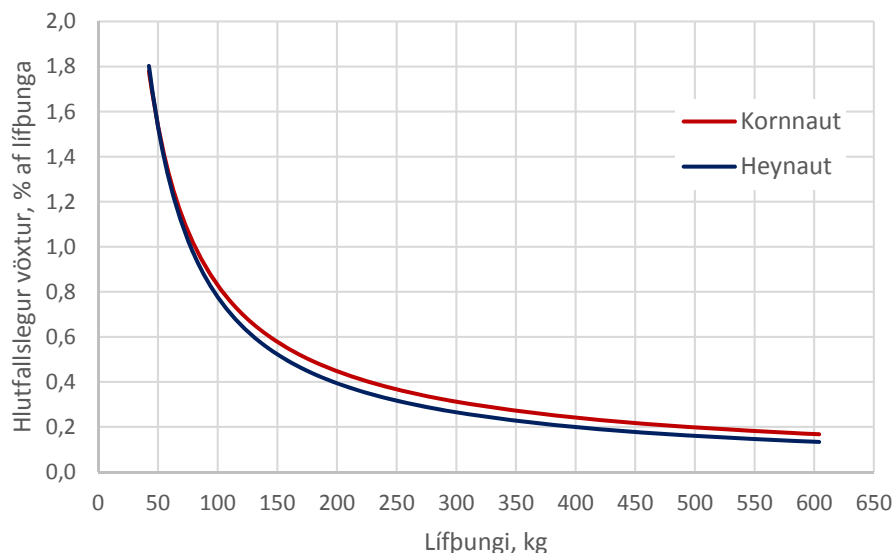
Ef þessi tilraun er borin saman við erlendar tilraunir með öðrum kúakynjum er ljóst að íslensku nautin eru ekki á ná miklum vaxtarhraða. Í stórri samanburðartilraun með 15 kúakynjum í Evrópu var

meðalvaxtarhraði nauta til kjötframleiðslu frá 0,81 til 1,40 kg á dag í stíueldi með 6-8 gripum í stíu. Eðlilega röðuðu sér mjólkurkynin lægst ásamt skoska *Highlander* holdakyninu sem reyndar var með lægsta vaxtarhraðann (0,81 kg). Jersey naut voru að vaxa 0,84 kg/dag (lífpungi). *Simmental* naut voru með mesta vaxtarhraðann (1,4 kg) og þau toppuðu önnur holdakyn eins og *Aberdeen Angus*, *Limousin* og *Charolais*, þó munurinn hafi ekki verið mikill. Mikilvægt er að benda á að í þeirri tilraun var ekki verið að finna hámarks vaxtarhraðagetu þessara kynja eins og hér.

**Tafla 1.** Meðal daglegur vaxtarhraði nauta eftir eldisskeiðum og fódurflokkum.

Skeið	Fóðurflokkur	
	A (korn)	B (hey)
	...kg/dag...	
Mjólkurskeið (69 dagar)	0,780	0,786
Kálfaköggglaskeið (40 dagar)	1,113	1,112
Aðlögunarskeið (42 dagar)	1,105	0,714
Eldisskeið I, að 250 kg falli	0,979	0,783
Eldisskeið II, 250 – 300 kg fall	1,026	1,041
<i>Meðalvaxtarhraði 250 kg falla</i>	<i>0,973</i>	<i>0,801</i>
<i>Meðal vaxtarhraði 300 kg falla</i>	<i>0,980</i>	<i>0,840</i>

Á mynd 11 er sýnt hvað nautin bæta við sig í þyngd á dag sem hlutfall af lífpunga. Nautin eru að bæta mest við sig hlutfallslega þegar þau eru yngst og léttust. En þetta hlutfall lækkar hratt til að byrja með. Kornnautin bæta þó heldur meira við sig en heynautin eins og búast mátti við.



**Mynd 11.** Hlutfallslegur vaxtarauki á dag (%) sem fall af lífpunga. Kornnaut =  $49,45 \cdot \text{lífpungi, kg}^{-0,888}$ , heynaut =  $70,181 \cdot \text{lífpungi, kg}^{-0,978}$ .

### Át og fódurgildi

Í töflu 2 er sýnt heildar þurrefnisát meðalnauta af öllum fódurgerðum. Fremstu dálkarnir sýna át meðalnauts fyrir hvert eldisskeið en öftustu dálkarnir heildarátt meðalnauts í hverjum fódur- og

sláturflokki. Taflan sýnir að heynaut þurfa að éta um 750 kg meira af þurrefni en kornnaut miðað við 250 kg fall en 990 kg meira miðað við 300 kg fall. Heynaut hafa étið um 2,4 sinnum meira hey en kornnaut miðað við sama fallþunga. Kornnaut með 300 kg fall hafa étið um 770 kg meira en kornnaut með 250 kg fall og heynaut með 300 kg fall hafa étið um 910 kg meira fóður en heynaut með 250 kg fall. Kornnaut þurfa 2,0-3,3 kg minna fóður á hvert kg fall en heynautin.

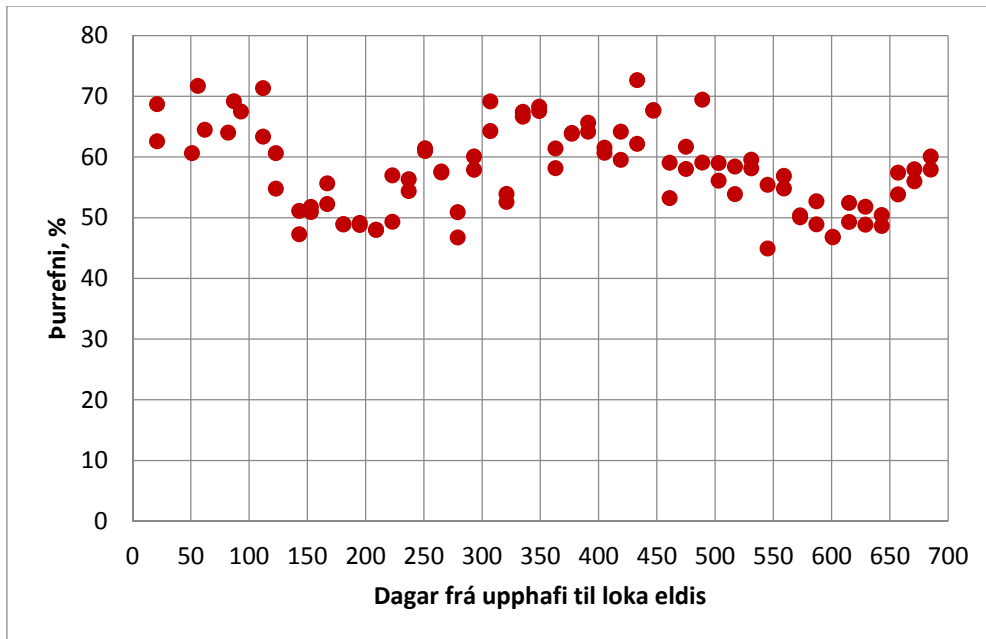
**Tafla 2.** Fóðurgerðir og magn (þurrefnis kg) deilt á skeið og aldur- og sláturflokka nautanna.

Fóðurgerð	Mjólkurskeið	Kálfakögglskeið	Eldisskeið I A 250	Eldisskeið I B 250	Eldisskeið II A 300	Eldisskeið II B 300	Alls A250	Alls B250	Alls A300	Alls B300
Mjólkurduft	49						49	49	49	49
Kálfakögglar	9	100	17	19	17	19	125	127	125	127
Bygg kögglar+melassi			127		127		127		127	
Bygg k.+melassi+steinefni			987		1.266		987		1.266	
Valsað sýrt bygg			51		51		51		51	
Rúlluhey	8	31	1.287	3.203	1.672	4.106	1.326	3.242	1.711	4.145
Effect Midi Island			14	7	14	7	14	7	16	7
Skeljasandur fínn			1		1		1		1	
<b>Samtals fóður, kg þurrefni (103°C)</b>	<b>65</b>	<b>131</b>	<b>2.484</b>	<b>3.230</b>	<b>3.147</b>	<b>4.132</b>	<b>2.680</b>	<b>3.426</b>	<b>3.344</b>	<b>4.328</b>
<b>Samtals fóður, kg/kg fall</b>							<b>10,7</b>	<b>13,7</b>	<b>11,2</b>	<b>14,5</b>

Í töflu 9 í kafla VI. Viðaukar er sýnt fóðurgildi heya skipt eftir eldisskeiðum. Fóðurgildi og innihald mjólkurdufts, kálfaköggla, bygggerða og steinefna er í kafla VI. Viðaukar töflum 10-15. Stærstur hluti byggsins var kögglað og blandað melassa og steinefnum. Um tíma fengu nautin einnig kögglað bygg án steinefna og sýrt valsað bygg (tafla 10).

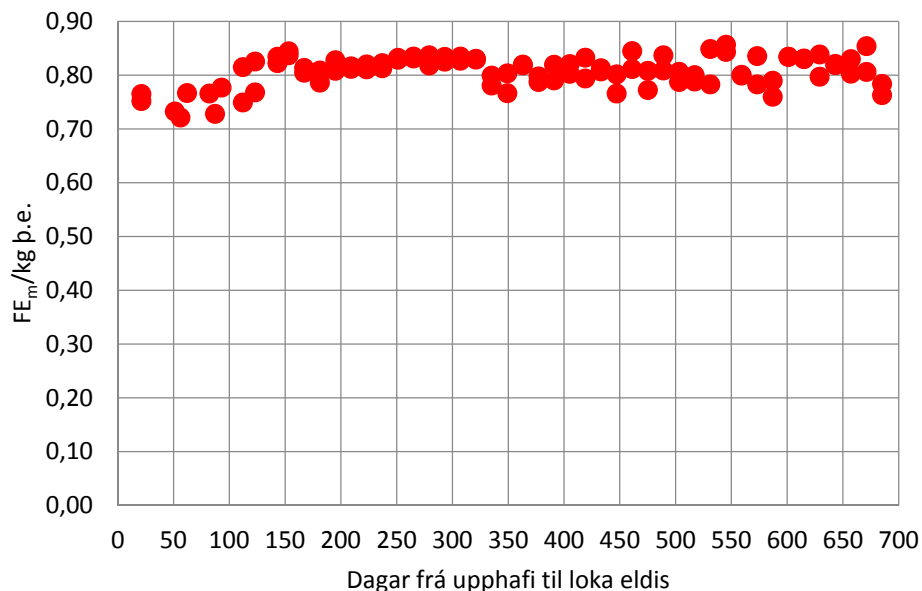
Þurrefnishlutfall rúlluheysins var á bilinu 45-73% en að jafnaði 57% (mynd 12). Þetta háa þurrefnishlutfall kemur í veg fyrir mikla gerjunarvirgni á verkunarskeiði heysins eftir að það hefur verið sett í plast. Gerjunarafurðir í heynu eru því mjög takmarkaðar sem þykir kostur m.t.t. fóðrunarvirðis heys fyrir nautgripi í vext. Þurrasta heyið var gefið á mjólkur- og kálfakögglskeiðinu en þurrkstigið sveiflast síðan eftir tímabilum frá 45-73%.



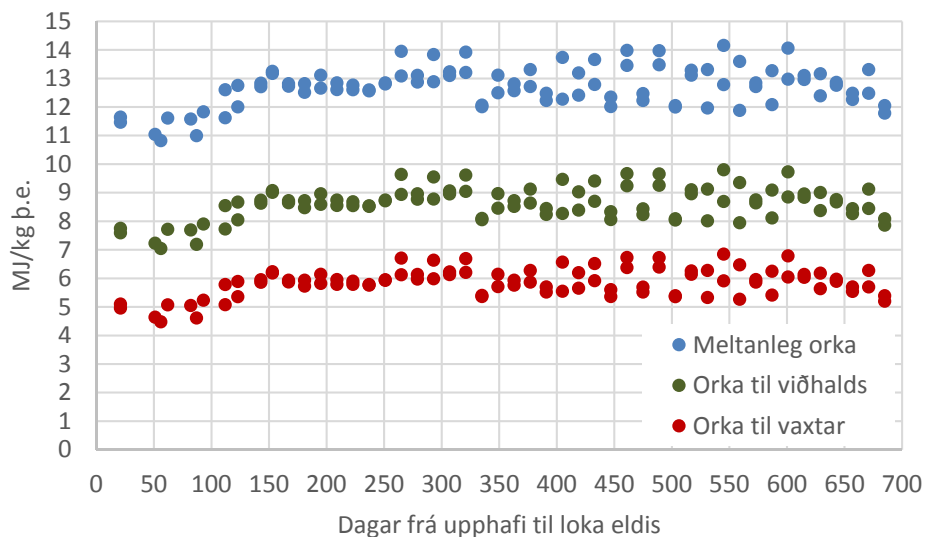


**Mynd 12.** Purrefnishlutfall (%) heyja í tilrauninni sem fall af eldistíma.

Á myndum 13 og 14 er orkustyrkur heyjanna dreginn fram, bæði í fóðureiningum og sem megajoul. Meltanleg orka í heyjunum var lægst á mjólkur- og kögglaskeiðinu en var hæst á aðlögunar- og eldisskeiðum. Í fóðureiningum var orkustyrkurinn á bilinu 0,72-0,86  $FE_m/kg$  þ.e. en að jafnaði 0,81  $FE_m/kg$  þ.e. Aldrei fyrr hafa naut í tilraunum hér á landi verðið fóðruð á heyjum með svona mikla meltanlega orku. Nettóorka til vaxtar var að jafnaði 5,9 MJ/kg þ.e. en hljóp á bilinu 4,5-6,8 eftir tímabilum sem er ríflega 50% munur.

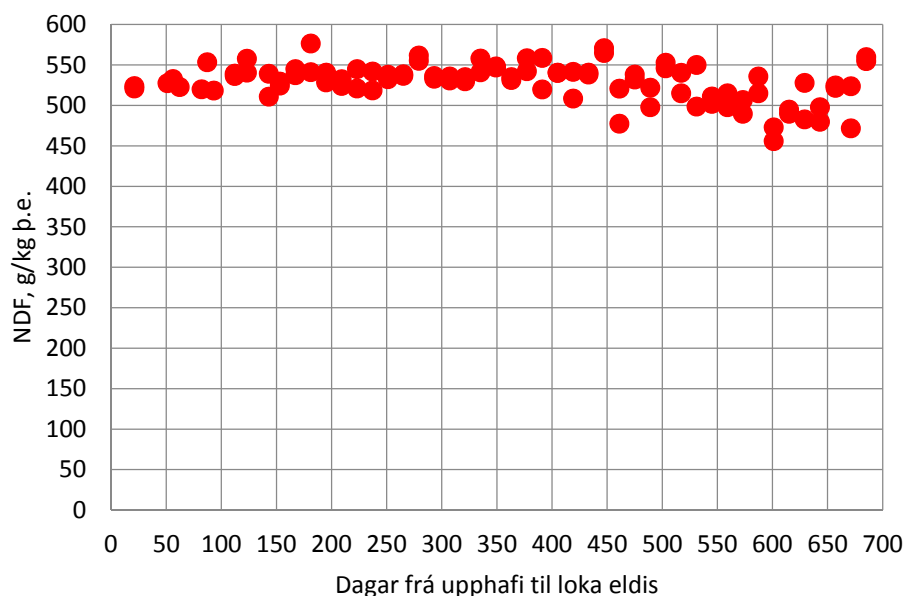


**Mynd 13.** Orkustyrkur heyja í tilrauninni sem fall af eldistíma. Hér í fóðureiningum ( $FE_m/kg$  þ.e.).



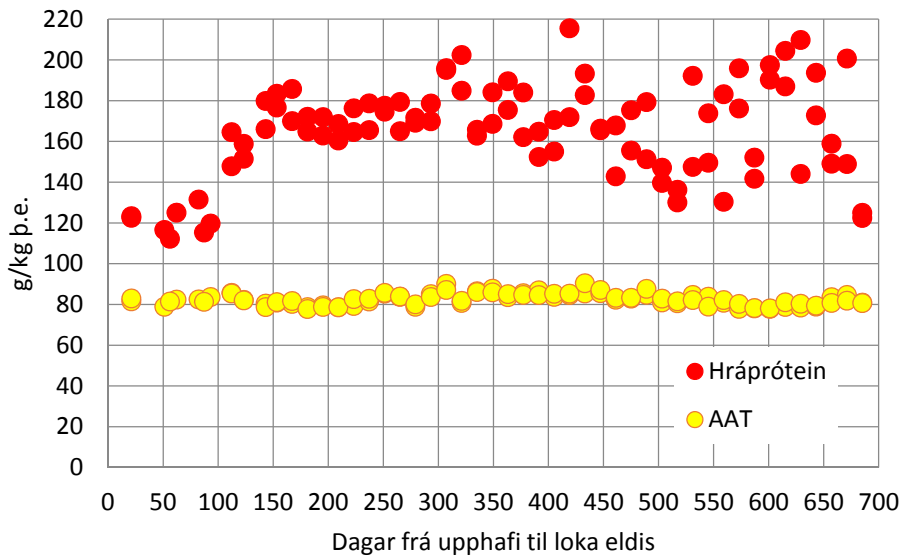
**Mynd 14.** Meltanleg orka ásamt nýtanlegri (nettó) orku til viðhalds eða vaxtar í heyjum sem fall af eldistíma. Hér sem megajoul (MJ)/kg þ.e.

Stærsti hluti heypurrefnis og kolvetna eru stoðkolvetni (NDF) sem voru í þessari tilraun á bilinu 456-578 g/kg þ.e. en að jafnaði 529 g/kg þ.e. (mynd 15). Hluttur NDF af heildarkolvetnum var að jafnaði 72% (59-79%) Meltanleiki NDF má áætla að hafi verið á bilinu 53-66% en 61% að jafnaði. Meltanleiki NDF í grösom getur verið á bilinu 25-75% og sem stjórnast fyrst og fremst af þroskastigi þeirra við slátt. Því þroskaðra sem grasið er við slátt því lægri meltanleiki NDF.



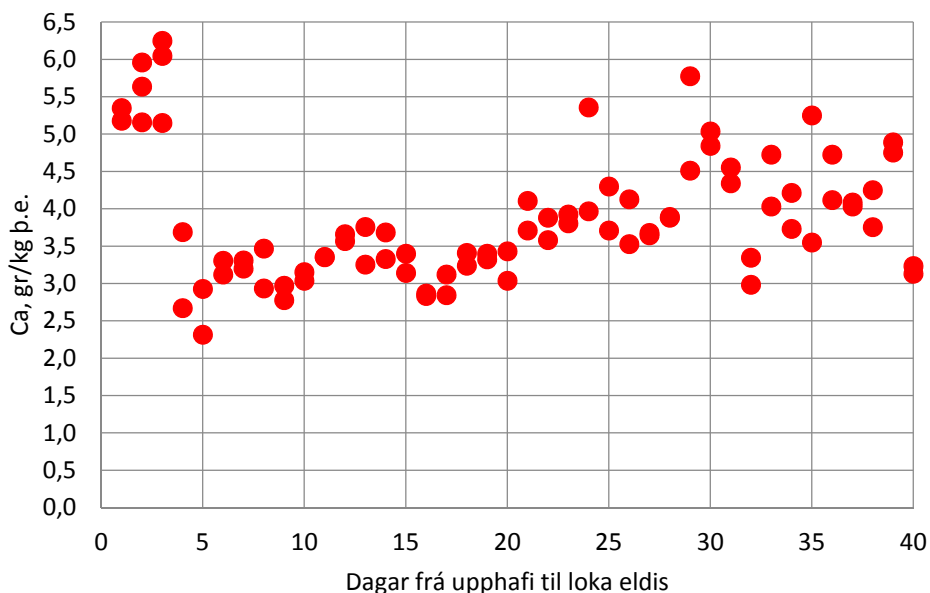
**Mynd 15.** Hluttur stoðkolvetna (g NDF í kg þurrefnis) í heyjum sem fall af eldistíma.

Hrápróteininnihald heyanna var talsvert breytilegt milli tímabila og skeiða eða frá 112-216 g í kg þurrefni og að jafnaði 168 g (mynd 16). Lægst var próteininnihaldið á mjólkur- og kálfaköggglaskeiðinu en þá er hlutur heys af heildarfóðri í lágmarki (tafla 9). Hins vegar eru áætlaðar amóníumsýrur (grunneiningar próteins) í mjógirni (AAT) í heynu mun jafnari allan eldistímann eða 83 g/kg þ.e. að jafnaði og á bilinu 78-90 g.



**Mynd 16.** Hlutur hrápróteins og AAT (g/kg þ.e.) í hejum sem fall af eldistíma.

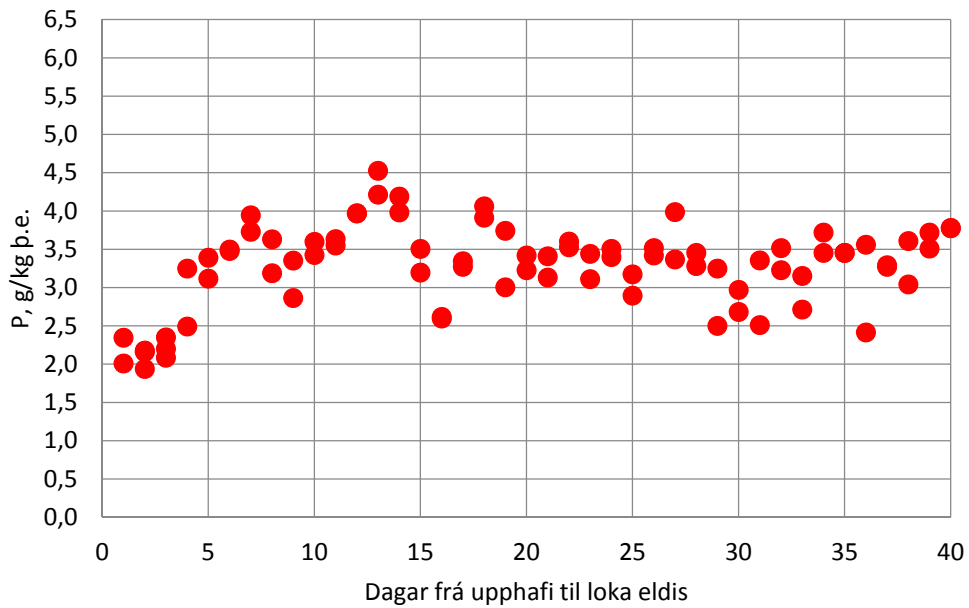
Talsverður breytileiki var á kalsíum innihaldi heyjanna eftir skeiðum og tímabilum (mynd 17). Meðal kalsíum innihald var 3,8 g/kg þ.e. og á bilinu 2,3-6,3 g, hæst á mjólkur- og kálfaköggglaskeiðunum.



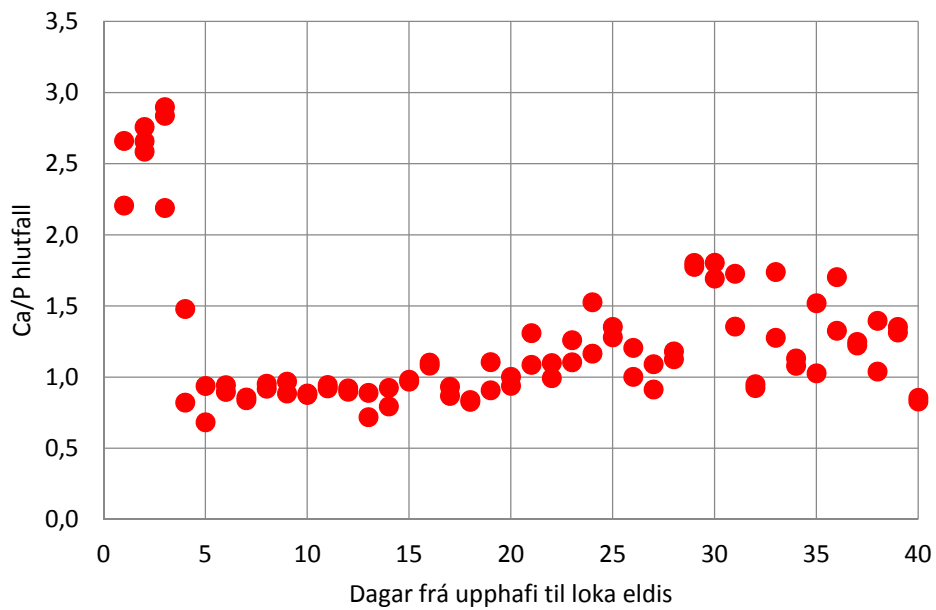
**Mynd 17.** Hlutur kalsíums (g/kg þ.e.) í hejum sem fall af eldistíma.



Fósfórinnihald heyjanna var einnig mjög breytilegt (mynd 18). Að jafnaði var fosfórinnihaldið 3,3 g/kg þ.e. og á bilinu 1,9-4,5. Ca/P hlutfallið var að jafnaði 1,2 en á bilinu 0,7-2,9 eftir skeiðum og tímabilum (mynd 18).

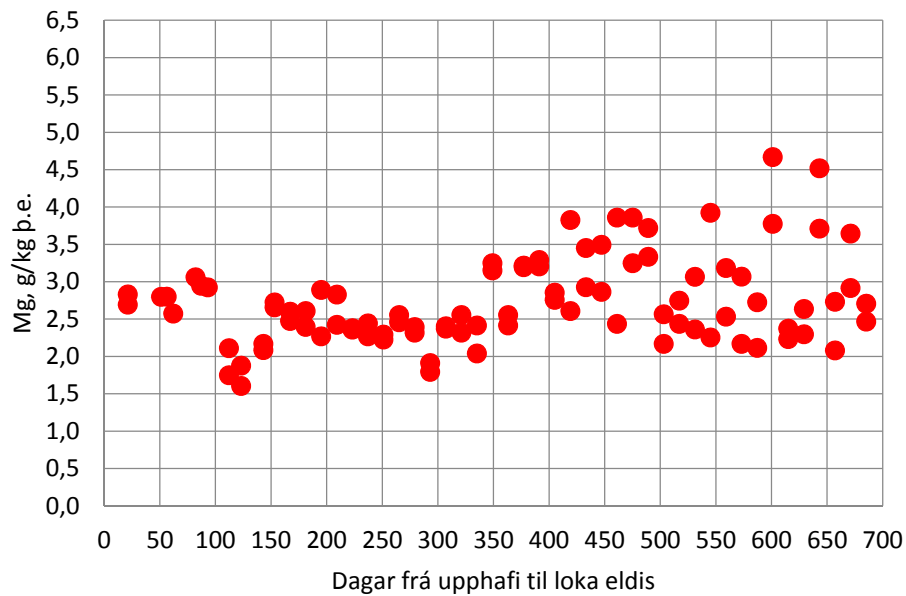


**Mynd 18.** Hluttur fosfórs (g/kg þ.e.) í heyjum sem fall af eldistíma.



**Mynd 19.** Kalsíum/fosfór hlutfall í heyjum sem fall af eldistíma.

Magnésíuminnihald heyanna var að jafnaði 2,7 g/kg þ.e. og bilinu 1,6- 4,7g (mynd 20).



**Mynd 20.** Hlutur magnésíums (g/kg þ.e.) í heyjum sem fall af eldistíma.

Allar steinefnaþælingar sem voru gerðar á heyjunum eru birtar í kafla VI. Viðaukum töflu 9. Niðurstöður steinefnaþælinganna sýna mikinn breytileika milli tímabila þrátt fyrir að nánast allt heyið sem var gefið kom af aðliggjandi túnum. Til að tryggja að naut í kjöteldi fái nægjanleg steinefni er mikilvægt að þau hafi aðgang að steinefnablöndum sem innihalda a.m.k. kalsíum, fosfór og selen.

### Át og vöxtur

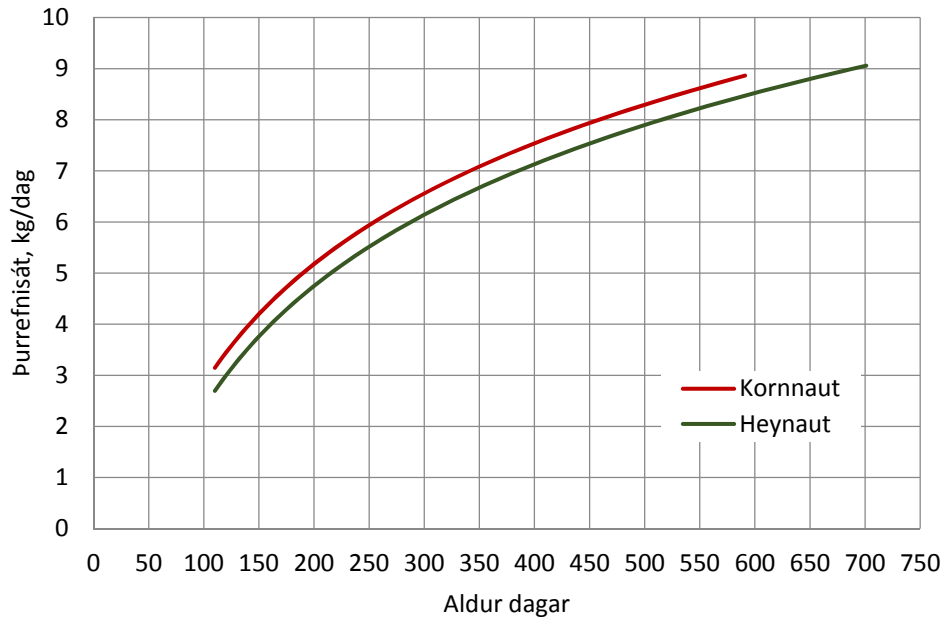
Í töflu 3 er dregið fram daglegt meðalát nautanna á miðtíma mismunandi skeiða. Efnainnihald heildarfóðursins á öllum skeiðum er fullnægjandi samkvæmt erlendum þarfatöflum fyrir naut í vexti þegar tekið er mið af vaxtarhraða og lífbunga á hverju skeiði. Eina mögulega undantekningin er kalsíum í fóðri kornnautanna (A) við lok aðlögunarskeiðs og í upphafi stúeldisins. Heildarprótein og AAT gildi fóðursins er vel yfir viðmiðunarmörkum og með töflunni má einnig finna út að fóðurorkan á stúeldiskeiðunum var sem svarar 0,82 FE<sub>m</sub>/kg þ.e. hjá heynautunum (B) og 0,95-0,97 FE<sub>m</sub>/kg þ.e. hjá kornnautunum (A). Kornnautin voru því með 16-19% meiri nettó fóðurorku í hverju þurrefniskíló til vaxtar miðað við heynautin. Þessi háí fóðurstyrkur skýrir góðan vaxtarhraða í báðum hópum miðað við niðurstöður úr eldri innlendum tilraunum með íslensk naut.

**Tafla 3.** Daglegt meðalát nauta á miðtíma mismunandi skeiða<sup>1)</sup>.

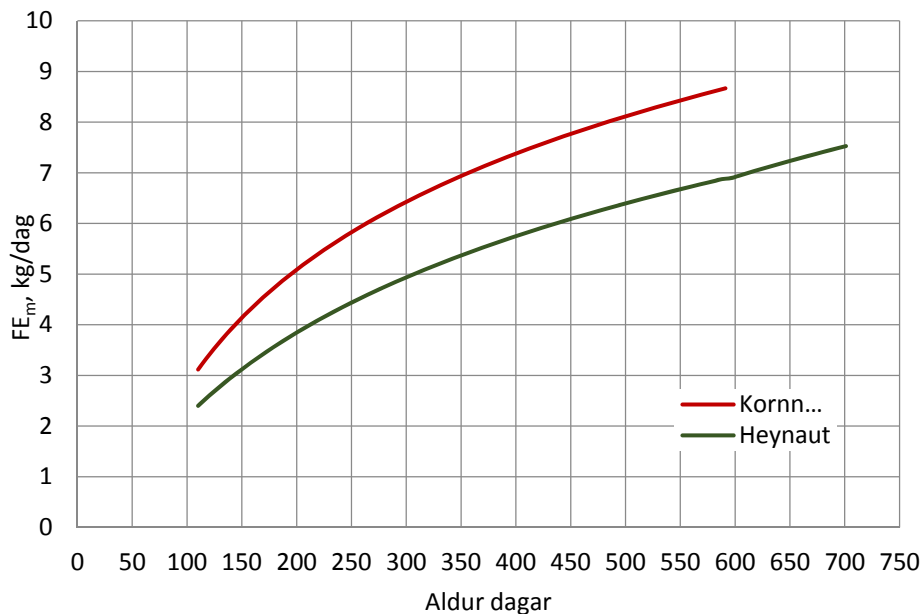
	Einingar	Mjólkurskeið	Kálfaköglaskreið	Eldisskeið I A250	Eldisskeið II A300	Eldisskeið I B250	Eldisskeið II B300
Eldistími	dagar	69	40	390	73	496	102
Miðaldur	dagar	35	90	304	536	357	657
Miðlíffungi	kg	56	107	319	551	315	561
Þurrefni (103°C)	kg/dag	0,9	3,2	6,4	8,4	6,5	9,0
Aska	g/dag	82	223	434	570	527	702
Hráfita	g/dag	132	122	144	191	163	226
Fóðureiningar	FE <sub>m</sub> /dag	1,3	3,3	6,2	8	5,3	7,4
Hráprótein	g/dag	198	572	906	1241	1116	1578
AAT	g/dag	23	344	598	765	540	725
NDF	g/dag	73	662	2185	2951	3415	4547
P	g/dag	6	19	29	36	23	30
Ca	g/dag	6	19	28	38	26	38
K	g/dag	3	32	93	117	140	172
Na	g/dag	5,4	16,5	11,3	17,7	5,1	13,6
Mg	g/dag	0,6	8,1	23,7	31,5	19,3	27,8
S	g/dag	0,6	8,2	12,8	17,9	16,5	23,8
Fe	mg/dag	180	946	2702	1341	4051	1013
Mn	mg/dag	39	177	765	876	654	677
Cu	mg/dag	9	31	87	104	70	78
Zn	mg/dag	78	168	465	638	197	281

<sup>1)</sup> Aðlögunarskeið er hér hluti af eldisskeiði I

Á myndum 21 og 22 er sýnt daglegt meðal þurrefnisát annars vegar og hins vegar meðal orkuát (FE<sub>m</sub>) nautanna sem fall af aldri. Eðlilega er átið meira hjá kornnautunum en heynautunum miðað við aldur enda eru þau þyngri. Kornnautin eru að éta 9-12% meira þurrefni en heynautin á sama aldri. Aftur á móti ef skoðað er át af nýtanlegri orku (FE<sub>m</sub>) er munurinn 20-30% milli hey- og kornnauta.



**Mynd 21.** Daglegt þurrefnisát sem fall af aldri. Kornnaut =  $3,4012 \cdot \ln(x) - 12,84$  ( $R^2 = 0,88$ ), heynaut =  $3,4345 \cdot \ln(x) - 13,446$  ( $R^2 = 0,84$ ).

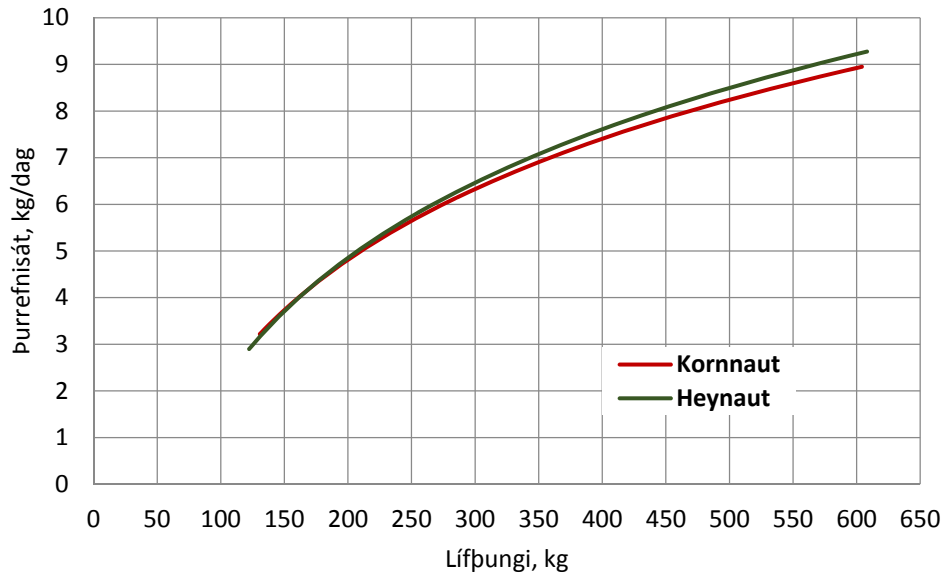


**Mynd 22.** Daglegt  $FE_m$  át sem fall af aldri. Kornnaut =  $3,3019 \cdot \ln(x) - 12,403$  ( $R^2 = 0,89$ ), heynaut =  $2,7598 \cdot \ln(x) - 10,733$  ( $R^2 = 0,84$ ).

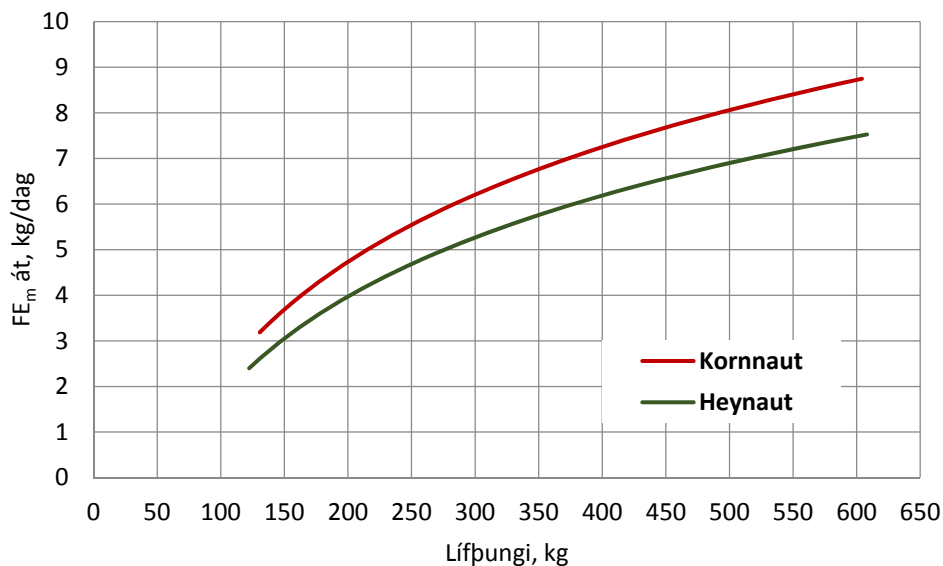
Á myndum 23 og 24 er sýnt daglegt meðal þurrefnisát annars vegar og hins vegar meðal orkuát ( $FE_m$ ) nautanna sem fall af lífþunga og þá birtist önnur mynd. Þar kemur í ljós að heynautin eru að éta jafn mikið þurrefni á dag og kornnautin við sama þunga. Í raun mætti nota sömu jöfnu fyrir báða eldisflokkana til að lýsa daglegu þurrefnisáti sem falli af lífþunga. Búast hefði mátt við því að kornnautin ætu meira þurrefni á dag en heynautin miðað við sama þunga. Sennileg skýring að svo er ekki í þessari tilraun getur verið annað hvort vegna mikilla heygæða (hátt fóðurgildi) eða að þessi mikla korngjöf

(47% að jafnaði af heildar þurrefnisáti) sé farin að draga úr átgetunni. Mögulega hefði verið hægt að ná enn meira þurrefnisáti með því að stilla korngjöfinni í hóf (30-40%) með svona góðum heyjum.

Það er hins vegar eðlilega skýr munur á daglegu orkuáti eldisflokka (mynd 23) enda orkustyrkur í kornfóðri mun hærri en í heyfóðri (hér 16-19% munur).



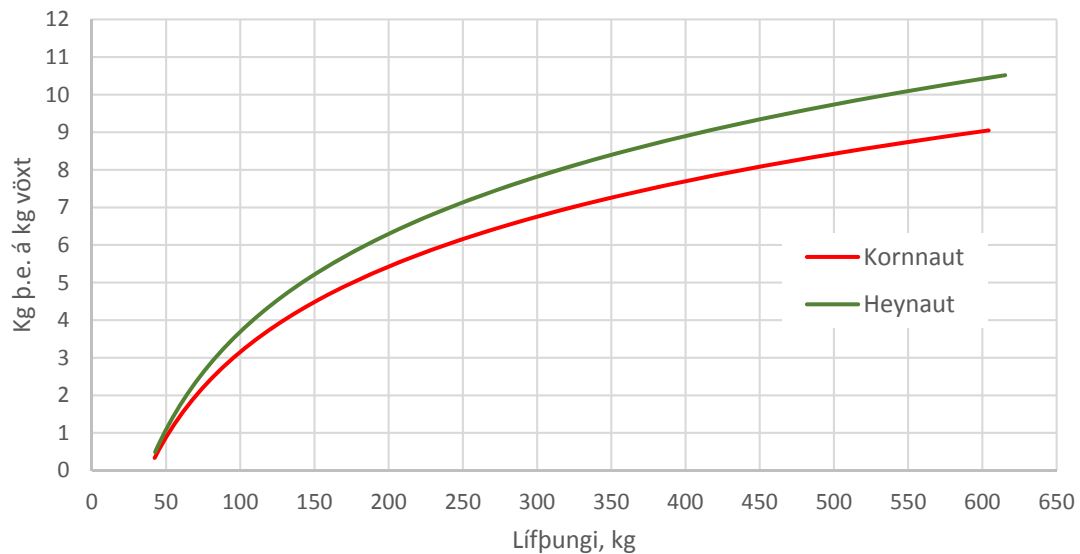
**Mynd 23.** Daglegt þurrefnisát sem fall af lífþunga. Kornnaut =  $3,7423 \cdot \ln(x) - 15,014$  ( $R^2 = 0,88$ ), heynaut =  $3,9761 \cdot \ln(x) - 16,21$  ( $R^2 = 0,86$ ).



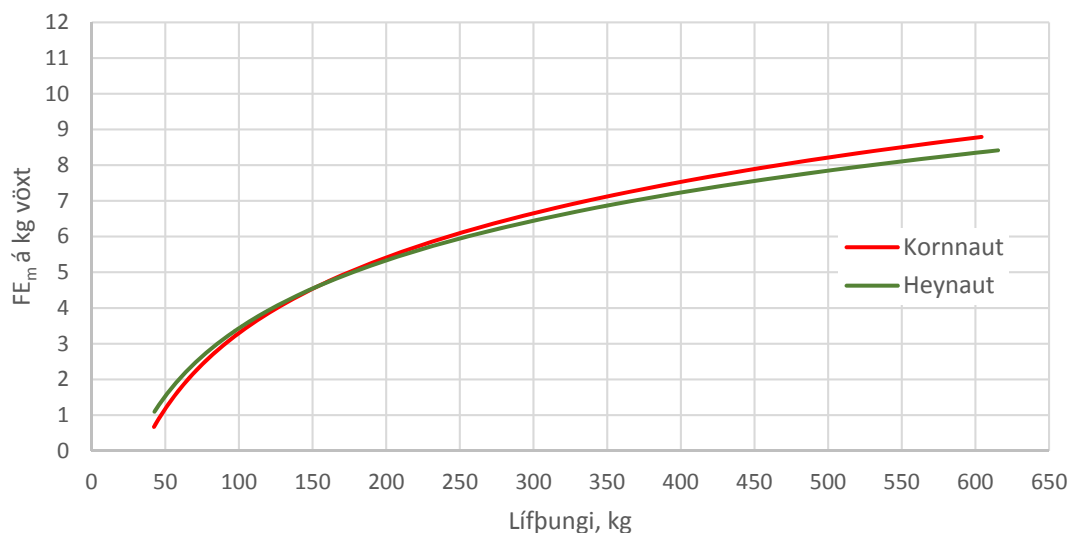
**Mynd 24.** Daglegt FE<sub>m</sub> át sem fall af lífþunga. Kornnaut =  $3,631 \cdot \ln(x) - 14,502$  ( $R^2 = 0,88$ ), heynaut =  $3,1964 \cdot \ln(x) - 12,961$  ( $R^2 = 0,86$ ).

Áhugavert er einnig að skoða hvað nautin þurfa mikið fóður og mikla orku fyrir kg vaxtarauka (myndir 25 og 26). Þar sést vel að eftir því sem að nautin þyngjast þarf meira fóður og meiri orku til að þyngjast um hvert kíló. Það er vegna þess að með auknum þunga fer stærri hluti fóðursins í viðhaldsþarfir sem eru í réttu hlutfalli við líkamsþyngd. Einnig verða breytingar á vefja- og beinahlutföllum í skrokknum

með aldri. Þannig eykst t.d. hlutfall fitu með aldri en það þarf um tvöfalt meiri orku að mynda fitu samanborið við vöðva og bein. Eðlilega þurfa heynautin fleiri þurrefniskíló af fóðri en kornnautin fyrir kg vaxtarauka (mynd 25). Hins vegar þarf jafn mikla eða svipaða nýtanlega orku í eldisflokkunum fyrir kg vaxtarauka (mynd 26).



**Mynd 25.** Át, kg þ.e. á hvert auka kíló í lífbunga sem fall af lífbunga. Kornnaut =  $3,2754 \cdot \ln(x) - 11,925$  ( $R^2 = 0,93$ ), heynaut =  $3,7553 \cdot \ln(x) - 13,598$  ( $R^2 = 0,88$ ).



**Mynd 26.** Át,  $FE_m$  á hvert auka kíló í lífbunga sem fall af lífbunga. Kornnaut =  $3,0534 \cdot \ln(x) - 10,759$  ( $R^2 = 0,91$ ), heynaut =  $2,7416 \cdot \ln(x) - 9,1903$  ( $R^2 = 0,84$ ).

### Sláturgæði

Niðurstöður mælinga í sláturhúsi eru birtar í töflu 4. Fallþungi allra nauta er leiðréttur að 250 eða 300 kg.

Daglegur fallvöxtur var um 23% meiri í kornnautunum en heynautunum en ekki var munur á milli fallflokkanum.

50% kornnautanna í léttari fallflokknunum (250 kg) fóru í úrval en ekkert heynautanna. Hins vegar fóru 67% heynautanna í þyngri fallflokknunum (300 kg) í úrval samanborið við 80% kornnautanna. Þessi flokkun er umtalsvert betri en almennt gerist og má nefna að einungis langt undir 10% íslenskra nauta flokkast í úrval á landsvísu (Þóroddur Sveinsson 2016).

EUROP flokkunarkerfið er talsvert nákvæmara en það íslenska og þar eru notaðir línulegir holda- og fituskalar og þess vegna hægt að gera tölfræðilegan samanburð á milli eldis- og fallflokka. Það var ekki marktækur munur á holdum milli eldisflokka sem þýðir að sterkt eldi breytir ekki holdastigun. Það kemur ekki á óvart því að holdasöfnum er mjög arfbundinn (eðlislægur) eiginleiki. Hins vegar voru nautin í þyngri fallflokknunum marktækt holdmeiri en léttari föllin á EUROP skalanum. Það vekur athygli hvað íslensku nautin skora lágt á EUROP holda skalanum (gefið er 15 hæst hér) en hátt á íslenska skalanum.

Á EUROP fituskalanum skora íslensku nautin hærra sem endurspeglar vel fóðurgæðin. Kornnautin eru marktækt feitari en heynautin og sömuleiðið eru þyngri föllin feitari en léttari föllin.

Með EUROP matinu er hægt að bera saman íslenska kynið við önnur kyn erlendis þar sem sama kerfi er notað. Í samanburðartilraun með naut af 15 kúakynjum var meðal holdaskorið 9,0 en lægst skorðu Jersey naut með 4,4 í einkunn sem er heldur lægra en íslensku nautin í þessari tilraun (4,9). Meðal fituskor þessara 15 kynja var 6,6 og þar voru Jersey nautin (reyndar bara þá með 190 kg fallþunga) með einkunnina 4,5. Meðalskor íslensku nautanna var hins vegar 7,5 í þessari tilraun.

**Tafla 4.** Flokkun og kjötafurðir falla í sláturhúsi skipt upp í eldis- og fallflokka.

	Kornnaut (A)		Heynaut (B)		Meðaltal	Sennileikahlutfall (P) <sup>1</sup>	
	Fallþungi, kg:	250	300	250		300	eldisflokkur
<i>Kg fall/dag</i>	0,473	0,498	0,385	0,403	<b>0,440</b>	<0,0001***	e.m.
<b>Íslensk flokkun</b>	50% úrv.	80% úrv.	0% úrv.	67% úrv.	<b>49% úrv.</b>	-	-
<b>EUROP flokkun, hold</b>	4,2	6,0	4,2	5,0	<b>4,9</b>	e.m.	0,013*
<b>EUROP flokkun, fita</b>	7,5	8,4	6,5	7,7	<b>7,5</b>	0,016*	0,005**
<b>Fall þurrvig, %</b>	49,4	52,9	50,2	48,5	<b>50,2</b>	0,0387*	e.m.
<b>Nýrnámör, kg</b>	12,9	17,0	6,6	12,4	<b>12,0</b>	0,0005**	0,0012*
<b>Sýrustig, pH</b>	5,4	5,4	5,6	5,6	<b>5,5</b>	<0,0001***	e.m.
<b>File, kg</b>	5,9	9,4	7,0	9,7	<b>8,0</b>	e.m.	<0,0001***
<b>Gúllasefni, kg</b>	9,0	12,1	10,3	13,4	<b>11,1</b>	0,0060*	<0,0001***
<b>Innanlæri, kg</b>	6,4	8,2	6,9	8,0	<b>7,3</b>	e.m.	0,0010**
<b>Lundir, kg</b>	2,9	3,5	2,9	3,1	<b>3,1</b>	e.m.	0,0004**
<b>Rib Eye, kg</b>	5,3	6,6	5,4	5,8	<b>5,7</b>	e.m.	0,0049**
<b>Rófubeinsteik, kg</b>	1,7	2,2	1,7	2,3	<b>2,0</b>	e.m.	<0,0001***
<b>Snitselefni, kg</b>	6,8	8,5	7,0	7,9	<b>7,5</b>	e.m.	0,0030**
<b>Vöðvar samtals, kg</b>	<b>37,9</b>	<b>50,5</b>	<b>41,2</b>	<b>50,1</b>	<b>44,7</b>	<b>e.m.</b>	<b>&lt;0,0001***</b>
<b>Hakkefni N2, kg</b>	133,8	158,6	129,9	160,8	<b>145,2</b>	e.m.	<0,0001***
<b>Fita, kg</b>	11,9	19,5	9,5	14,5	<b>13,6</b>	0,0109*	0,0001***
<b>Samtals afurðir, kg</b>	<b>183,6</b>	<b>228,7</b>	<b>180,6</b>	<b>225,5</b>	<b>203,5</b>	<b>e.m.</b>	<b>&lt;0,0001***</b>
<b>Vöðvahlutfall, %</b>	20,7	22,1	22,9	22,2	<b>22,0</b>	0,0252*	e.m.
<b>Kjöthlutfall, %</b>	73,4	76,2	72,3	75,2	<b>74,2</b>	e.m.	0,0077**
<b>Kjöthlutfall (-fita), %</b>	68,7	69,7	68,5	70,3	<b>69,3</b>	e.m.	e.m.

<sup>1</sup> Marktækni milli meginflokka, e.m. = ekki tölfræðilega marktækur munur milli meðaltala, \*, \*\*, \*\*\* = marktæknistig

Fallhlutfall kornnauta er heldur hærra en heynauta en ekki er munur á milli fallflokka. Ef skoðaðar eru erlendar tölur um fallhlutfall nauta hjá öðrum kúakynjum virðist sem það sé talsvert lægra í íslenskum nautum. Undantekningin eru Jersey naut sem eru með svipað fallhlutfall, eða 50,1%. Ekki er þó hægt að útiloka að aðferðir við vigtanir erlendis séu frábrugðnar þeim sem hér var notuð. Þar er mögulega leiðrétt fyrir vambarfylli og/eða miðað við blautvigt en ekki þurrvigt falla eins og hér.

Það er umtalsvert meiri nýrnamör í kornnautum samanborið við heynaut eða allt að 60% meiri og einnig er mikill munur á milli fallflokka. Þyngri föllin eru með um 50% meiri nýrnamör en léttari föllin. Nýrnamör er annars heilt yfir mjög mikill í íslenska kúakyninu samborið við erlend kyn. Meðalhlutfall nýrnamörs af fallþunga (ath. að nýrnamör er ekki hluti af fallþunga) í þessari tilraun var 4,4%. Í samanburðartilraun með 15 kúakynjum var meðaltalið 1,6% (meðalfallþungi 319 kg). Það erlenda kyn sem kemst næst því að vera með svipað hlutfall af nýrnamör eru Jersey naut með um 4,0% af fallþunga.

Það kom á óvart að sýrustig (pH) kornnautanna var marktækt lægra en heynautanna sólarhring eftir slátrun. Öll nautin voru þó undir viðmiðunarmörkum (pH < 6,0). Sýrustigið ræðst af mjólkursýrumyndun í vöðva eftir slátrun, því meiri lækun á sýrustigi því meiri mjólkursýra. Mjólkursýran verður til við niðurbrot á aðgengilegum kolvetnum sem er aðallega *glycogen* í kjöti.

Þegar kemur að vöðvum og afurðum er ekki mikill marktækur munur á magni milli eldisflokka þó að fituafskurður sé um 30% meiri í kornnautunum borið saman við heynautin. Þrátt fyrir að það muni einungis 20% á fallþyngd flokkanna gefa 300 kg föllin 27% meiri vöðva sem er dýrasti hluti skrokksins og 25% meiri heildarafurðir en 250 kg föllin.

### Kjötgæði

Niðurstöður mælinga á efnainnihaldi og áferð hryggvöðva við næstaftasta rif eru í töflu 5. Lítil munur er á efnainnihaldi vöðvans á milli eldis- og fallflokka fyrir utan vatn og fitu. Það er mjög sterkt samband milli vatns- og fituinnihalds í vöðva eins og kemur vel fram á mynd 27. Það er marktækt hærra fituinnihald í hryggvöðva með eða án fiturandar í kornnautunum borið saman við heynautin. Enginn munur er á sýrustigi, próteini, salti eða bindivef (*collagen*) milli eldis- eða fallflokka.





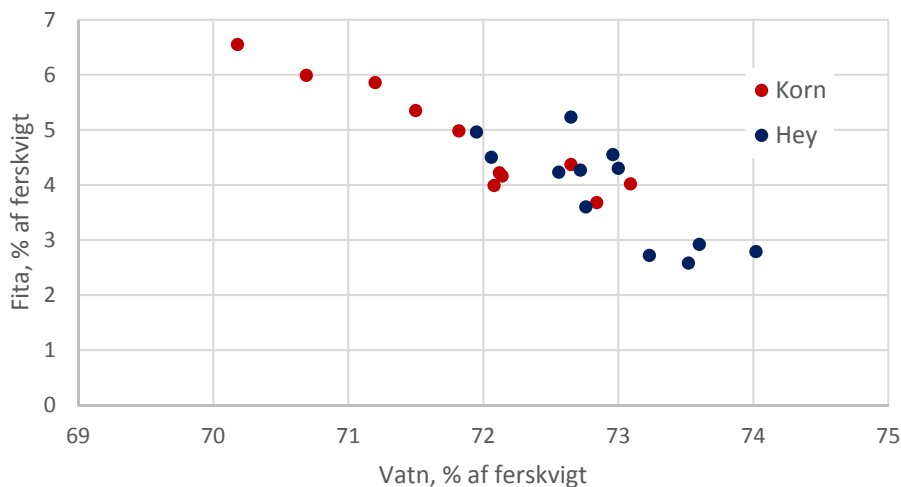
**Tafla 5.** Efnainnihald og áferðismælingar í hryggvöðva með og án fiturandar skipt upp í eldis- og fallflokka. Litaáferð og vöðvaviðnám mælt í hreinum vöðva eingöngu.

Fallþungi, kg:	Kornnaut (A)		Heynaut (B)		Meðaltal	Sennileikahlutfall (P) <sup>1</sup>	
	250	300	250	300		eldisflokkur	fallflokkur
Mælihiiti, °C	11,0	10,2	10,1	8,6	10,0	e.m.	e.m.
pH eftir frystingu	5,7	5,6	5,6	5,7	5,6	e.m.	e.m.
<u>Efnainnihald, %</u>							
Fita í vöðva	4,6	5,1	3,6	4,2	4,4	0,026*	e.m.
Fita m rönd	14,7	16,0	10,6	13,0	13,6	0,040*	e.m.
Prótein í vöðva	23,4	23,2	23,3	23,0	23,2	e.m.	e.m.
Prótein m rönd	20,5	20,9	21,5	21,3	21,0	e.m.	e.m.
Vatn í vöðva	72,0	72,0	73,0	72,6	72,4	0,040*	e.m.
Vatn með rönd	64,5	62,9	67,8	65,9	65,3	0,021*	e.m.
Salt m rönd	0,6	0,3	0,9	0,6	0,6	e.m.	e.m.
Collagen af próteini	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	e.m.	e.m.
<u>Litaáferð, stig</u>							
Ljóst í dökkt (L)	34,6	33,3	35,4	33,4	34,2	e.m.	e.m.
Grænt í rautt (a)	16,4	18,3	18,5	19,5	18,2	0,015*	0,025*
Blátt í gult (b)	4,3	4,7	5,0	4,6	4,6	e.m.	e.m.
<u>Vöðvaviðnám</u>							
Meyrni, kg.	4,1	3,6	5,1	4,3	4,3	0,032*	e.m.
Stífní, kílósek.	29,4	15,3	26,3	22,2	23,3	e.m.	0,006**

<sup>1</sup> Marktækni milli meginflokka, e.m. = ekki tölfraðilega marktækur munur milli meðaltala, \*, \*\*, \*\*\* = marktækni

Lítill litamunur er á eldis- og fallflokkum nema heynautin (B) og þyngri föllin (300 kg) eru með rauðara kjöt en kornnautin (A) og léttari föllin (250 kg).

Þegar kemur að viðnámi vöðva við skurði kemur nokkuð skýr munur. Kornnautin eru meyrari en heynautin og léttari föllin eru stífari, þ.e. ekki eins mjúk og þyngri föllin. Heildarniðurstaðan er að kornnautin og þyngri föllin eru með meiri kjötgæði (það sem snýr að neytandanum) en léttari föllin og föllin af heynautunum.



**Mynd 27.** Fitueinnihald sem fall af vatnsinnihaldi í hreinum hryggvöðva og eftir eldisflokkum. Fita, % = 1,0139\*vatn, % + 77,749 (R<sup>2</sup> = 0,80).

## IV. Umræður

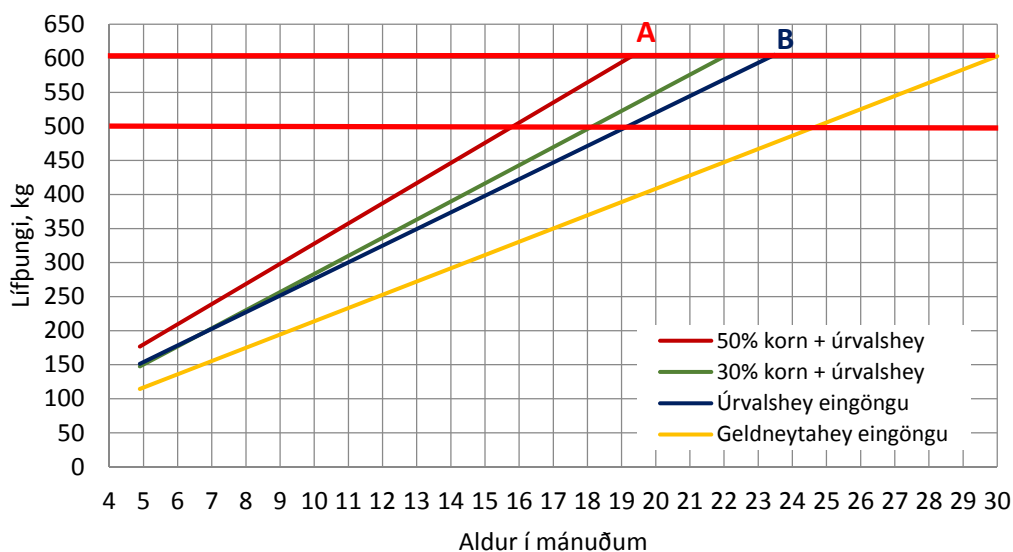
Segja má að framkvæmd tilraunarinnar hafi tekist vel og lítið var um óvænt skakkaföll. Engu að síður eru skráð nokkur tímabundin vandamál með einstaka naut vegna veikinda eða slysa og var brugðist við þeim jafn óðum og þeirra var vart. Það var einnig nauðsynlegt að taka eitt nautið úr tilraunauppgjörinu vegna vanþrifa af ókunnum ástæðum en talið líklegt að það hafi verið vegna óafturkræfra vefjaskemmda af völdum tímabundins kalsíums- og/eða D vítamínsskorts. Þetta var naut nr. 269 sem var í kornhópnum og var ansi efnilegt áður en það veiktist.

Í tilrauninni var notuð nýleg aðferð við mjólkurfóðrun sem gafst mjög vel. Engin vanþrif eða skituvandamál komu upp, þrátt fyrir að kálfarnir komu frá mörgum bæjum og settir saman í eina stúu í framandi fjós. Aðferðin felst í að leyfa kálfum að hafa ótakmarkaðan aðgang að mjólk- eða mjólkurlíki en þannig er hægt að ná upp góðum vaxtarhraða á stuttum tíma. Enn á þó eftir að þróa betur þessa aðferð, t.d. að finna út hvað mjólkurlíkið má vera sterkt blandað. Það er greinilegt að styrkur blöndunnar hefur áhrif á vaxtarhraða kálfa en hvenær hann fer að hafa neikvæð áhrif á þrif þeirra á eftir að finna út. Það virðist einnig vera lykilmátt að sýra mjólkina en hvað má sýra hana mikið er spurning sem enn er ósvarað.

Á mjólkur- og kálfakögglaskeiðinu höfðu nautin ótakmarkaðan aðgang að kálfaköggjum og heyi sem var gefið aðskilið. Kornnautin fengu nánast ótakmarkað bygg á eldiskeiðunum sem var gefið aðskilið frá heyjunum. Greinilegt er að þegar naut eru frá upphafi vanin á að hafa frjálstan aðgang að kornfóðri að þá kemur það í veg fyrir að þau éti yfir sig og veikist á of miklu kornáti. Á kálfakögglaskeiðinu voru kálfaköggjar 73% af heildarfóðrinu (á þurrefnisgrunni) og þá náðu þau mesta vaxtarhraðanum. Á stúutímanum var meðal kornhlutfallið af heildarfóðri 51%, minnst 41% og mest 62% eftir tímabilum. Að jafnaði leifðu nautin um 2% af korninu en á mörgum tímabilum var engu korni leift. Þetta háa kornhlutfall hafði þó mögulega einhver neikvæð áhrif á orkunýtingu til vaxtar eins og vísbending er um á mynd 28. Erlendis er nautum á lokaskeiði fyrir slátrun gefið allt upp í 90% kjaranfóður af heildarfóðri og þá sem heilfóður (Anderson o.fl. 2012).

Ekki er ólíklegt að með því að stytta mjólkurskeiðið og lengja kálfakögglaskeiðið í 150 – 200 daga megi bæta vöxt nauta enn frekar.

Þegar vöxtur nauta í þessari tilraun er borinn saman við eldri tilraunir kemur ýmislegt áhugavert í ljós (mynd 28). Ef naut eru alin upp nánast eingöngu á geldstöðuheyjum (0,72 FE<sub>m</sub>/kg. þ.e.) eru þau 25 mánuði að ná 250 kg falli og 30 mánuði að ná 300 kg falli (gula línan), naut sem eru fóðruð nánast eingöngu á afurðaheyi (>0,80 FE<sub>m</sub>/kg. þ.e.) eru 19 mánuði að ná 250 kg falli og 23 mánuði að ná 300 kg falli (bláa línan). Þarna munar 6-7 mánuðum á sláturaldri eftir því hvort verið sé að gefa afurðahey eða geldstöðuhey. Með því að gefa nautum hámarks korngjöf (50% af heildargjöf) má til viðbótar stytta eldistíma 250 kg falla um 3-9 mánuði og 300 kg falla um 4-11 mánuði, allt eftir heygæðum. Bláa línan sýnir vöxt nauta sem voru fóðruð á góðu heyi (≈0,78 FE<sub>m</sub>/kg. þ.e.) með kjaranfóðri sem var tæplega 30% af heildarfóðri. Telja verður líklegt að 30-40% korngjöf blandað góðum afurðaheyjum (>0,80 FE<sub>m</sub>/kg. þ.e.) geti skilað jafngóðum vexti og þessi tilraun með um 50% korngjöf.



**Mynd 28.** Áhrif fódurstyrks á vöxt íslenskra nauta. Byggt á þremur tilraunum á Möðruvöllum. Bláa línan eru heynautin (B) og rauða línan kornnautin (A) í þessari tilraun.

Eins og komið hefur fram er vaxtarhraði heynauta í þessari tilraun sá mesti sem mælst hefur í tilraunum hér á landi eða um 0,8 kg/dag (600 kg naut við slátrun). Erlendar rannsóknir þar sem naut voru fóðruð á votheyi eða rúlluheyi eingöngu sýna mjög mismunandi niðurstöður. Huuskonen (2009) tók saman niðurstöður úr 7 rannsóknum þar sem naut af mismunandi kynjum voru að vaxa frá 0,2 til 0,6 kg/dag af gróffóðri eingöngu (yfirleitt vothey). Minnsti vaxtarhraðinn (0,2 kg/dag) var í írskri tilraun það sem fóðrað var á mjög blautu og mikið gerjuðu votheyi með lágt fóðurgildi (Keane o.fl. 2006). Í rannsókn Bonesmo og Randby (2011) þar sem norsk naut (NRF) voru fóðruð á vallarfoxgras rúlluheyi eingöngu var vaxtarhraðinn allt annar eða frá 0,9 til 1,4 kg/dag. Vallarfoxgrasið var frumvöxtur sem var sleginn á þremur mismunandi þroskastigum, blaðstigi (7,1 MJ/kg þ.e.), rétt fyrir skrið (6,4 MJ/kg þ.e.) eða rétt fyrir mið skriðtíma (5,5 MJ/kg þ.e.) sem miðaðist við algengasta sláttutímamann í Noregi (reyndar einnig á Íslandi). Rúlluheyið var vel forþurrkað og blandað maurusýru til að lágmarka gerjun. Til samanburðar var meðal nettóorkugildi heyja í þessari tilraun 5,9 MJ/kg þ.e.

Það eru ekki bara fóðurgæðin sem ráða vexti og þrifum nauta. Vaxtarhraði er fall af heilsufari + aðbúnaði + fóðrun (gæði) og summa þessara þátta ræður endanlegri vaxtargetu gripa.

Í þessari tilraun var fyrst og fremst verið að finna út hámarks vaxtarhraða nauta miðað við hámarks fóðrun (100%) í aðstöðu sem er mjög algeng hér á landi. Aðstaðan stóðst allar kröfur samkvæmt reglugerð (nr. 1065/2014). Reglugerðin tryggir samt ekki að aðstaðan hafi engin áhrif á vöxt nautgripa. Á mjólkur- og kálfaköggglaskeiðinu voru nautin í mjög rúmgóðum hálmstíum þannig að á þeim tíma má ganga út frá því að aðbúnaður hafi verið 100% og heilsufarið mjög nálægt því einnig. Síðan voru nautin færð í stíur með steypum bitum og engu legusvæði. Á stíutímabilinu er líklegt að aðbúnaður hafi haft einhver áhrif á vöxt nautanna til lækkunar, sérstaklega þegar leið á eldistímamann og nautin farin að nálgast 500 kg lífbunga án þess að rýmið stækkaði með. Þegar nautunum var fækkað um helming við 500 kg lífbunga og vaxtarýmið í stíunum þar með tvöfaldað, tóku nautin sem eftir voru greinilegan vaxtarkipp.

## Íslensk naut í samanburði við naut af öðrum kynjum í kjöteldi

Íslenska kúakynið er ekki holdakyn og ræktunarstarfið sem hófst í byrjun 20. aldar hér á landi hefur frá upphafi miðast eingöngu við að hámarka mjólkurframleiðslu í stofninum. Hvaða áhrif ræktunarárangurinn hefur síðan óbeint haft á holdafar og fóðurnýtingu til vaxtar er ekki vitað. Í rannsókn sem gerð var í Evrópu (Albertí o.fl. 2008) var mældur vöxtur og sláturgæði nauta af 15 kúakynjum sem alin voru upp í stíum (7-8 naut í stíu) frá 9 mánaða aldri til sláturdags (15-16 mánaða). Hér verður gerð tilraun til að bera saman niðurstöður þeirrar rannsóknar við þessa tilraun þar sem að það er mögulegt (mynd 29). Á myndunum eru heynautin íslensku með bláar súlur og íslensku kornnautin með rauðar súlur á meðan önnur kyn eru með grænar súlur. Gert er ráð fyrir að vöxtur nautanna sé línulegur og sláturaldur er leiðréttur að 300 kg fallþunga fyrir öll kynin. Meltanleg orka fóðursins sem nautin fengu í Evrópurannsókninni var á bilinu 12,9 til 13,5 MJ/kg þ.e. Meltanleg orka fóðursins sem heynautin íslensku (B) fengu var hins vegar um 12,7 og sem kornnautin (A) fengu 14,7 MJ/kg þ.e.

Myndirnar sýna að útbreiddustu holdakynin skora hæst í flestum þáttum sem hér eru skoðaðir. Íslenska kynið er hins vegar í hópi með Jersey- og Hálandakyninu sem skorar yfirleitt lægst. Árgömul eru íslensk heynaut álíka þung og Jersey eða Hálandingar en kornnautin eru talsvert þyngri. Íslensk heynaut þurfa lengstan tíma allra til að ná 300 kg fallþunga en með kornfóðrun er hægt að stytta þann tíma verulega þó að enn sé langt í önnur kyn. Naut helstu holdakynja eru að ná 300 kg fallþunga rúmlega árgömul en naut af helsta hreina mjólkurkúakyninu, Holstein, þarf 14 mánuði. Íslensk heynaut eru með lægsta vaxtarhraðann en kornnautin eru lítið skárri og í flokki með Jersey- og Hálandanautum.

Þegar skoðuð er holdaflokkun nautanna sést að íslensk naut eru á pari við önnur mjólkurkyn sem skora lægst; Jersey, Holstein og Rauðar danskar. Holdakynin hafa hér mikla yfirburði en athygli vekur að það eru ekki útbreiddustu kynin sem skora hæst. Íslensk naut eru fyrir miðjum hópi þegar kemur að fituflokkuninni, eru talsvert feitari en Jersey nautin og eru á svipuðu róli og Hálanda- og Simmental naut. Aberdeen Angus nautin eru áberandi feitust.

Það eru þrjú kyn sem skera sig úr þegar kemur að innanfitu en það er Hálanda-, Jersey- og íslenska kynið. Innanfita er ekki hluti af fallinu og skilar því engum krónum til bóndans. Á Akureyri er þessi fita þó nýtt til lífdíselframleiðslu.

Það hefur verið áætlað að íslenska meðalnautið séu að innbyrða 17 þurrefniskíló fyrir hvert kg af falli sem er út af því hvað eldistíminn er langur eða 24-25 mánuðir og vaxtarhraðinn lítill (meðal fallþungi um 230 kg). Í Norður Evrópu er nautum af mjólkurkúakynjum (aðallega Holstein) slátrað 16 mánaða gömlum og meðalfallið eru 280 kg. Þessi naut eru að innbyrða um 10,7 þurrefniskíló fyrir hvert kg af falli þar sem meðal kjarnfóðurhlutfallið er um 33% (Þóroddur Sveinsson 2016). Með öðrum orðum, íslensku nautin í hefðbundnu eldi hér á landi þurfa 60% meira fóður til að framleiða sama magn af kjöti og naut í Norður Evrópu. Tilraunin hér sýnir þó að það er hægt að gera mun betur. Það má til dæmis áætla að íslensk kornnaut geti náð 280 kg falli um 18 mánaða gömul og sem hafa þá innbyrt um 11 þurrefniskíló á kg fall.



**Mynd 29.** Vöxtur og helstu sláturgæði nauta í kjötframleiðslu í 16 kúakynjum. Til aðgreiningar eru íslensku nautin lituð bláum (heynaut) eða rauðum (kornnaut) súlum. Byggt á þessari tilraun og Albertí o.fl. (2008).

### Eldiskostnaður - sviðsmyndir

Lang stærsti hluti breytilegs kostnaðar í nautaeldi er fóðurkostnaður en einnig má telja með verð á nautkálfum eða sæðingakostnað og flutningskostnað í sláturhús. Fastur og hálfastur kostnaður er vegna fjárfestinga og rekturs á aðstöðu. Hér verður áhersla lögð á að fjalla um breytilega kostnaðinn og framlegð nauteldis. Framlegð eldisins eru afurðatekjur að frádregnum breytilega kostnaðinum. Mismunurinn fer í greiða fastan kostnað og vinnulaun. Í töflu 6 er kostnaður og framlegð nautaeldis byggður á niðurstöðum þessarar tilraunar. Hér er heykostnaðurinn áætlaður 25 kr./kg þurrefni og er þá miðað við eigin heyöflun. Heykostnaður getur verið mjög breytilegur eftir framleiðendum og árferði en algengast liggur hann á bilinu 20-40 kr. Verðið á byggi er samkvæmt verðskrá frá Bústólpa sumarið 2017 og er kögglað í lausu. Í töflunni er sýnd framlegð annars vegar af hverju nauti (kr./fall) og hins vegar ársframlegð (veltu) úr húsi með föstu rými. Því lengri sem eldistíminn er því færri naut er hægt að ala í rýminu á ársgrundvelli sem hefur mikla þýðingu fyrir ársframlegðina. Eðlilegast er að meta

framlegð nautaeldis á ársgrundvelli nema þar sem er verið er að ala einstaka naut í rými með annarri framleiðslu eins og t.d. mjólkurframleiðslu.

**Tafla 6.** Áhrif eldis- og sláturflokka á breytilegan kostnað og framlegð. Byggt á átmælingum og flokkun falla í þessari tilraun og verðum frá birgjum sumarið 2017 nema heyverðið sem er áætlað meðalverð.

<b>Fóðurgerð</b>	<b>Kr/kg</b>	<b>A250</b>	<b>A300</b>	<b>B250</b>	<b>B300</b>
Mjólkurduft	300	14.676	14.676	14.676	14.676
Kálfaköggjar	80	10.000	10.000	10.160	10.160
Hey	25	33.150	42.775	81.050	103.625
Bygg	45	52.425	64.980	0	0
Steinefni	200	2.860	3.272	1.485	1.485
Annar breytilegur kostnaður <sup>a</sup>		5.000	5.000	5.000	5.000
<b>Samtals kr/naut</b>		<b>118.111</b>	<b>140.703</b>	<b>112.371</b>	<b>134.946</b>
<b>Fallþungi, kg</b>		<b>250</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>300</b>
Sláturaldur, dagar		499	572	605	707
Sláturaldur, mánuðir		16	19	20	23
Gripir úr húsi á ári (n)		25	22	21	18
Fallþungi úr húsi á ári (kg)		6.250	6.543	5.155	5.293
Afurðaverð kr/kg fall <sup>b</sup>		822	834	764	800
Kr/fall		205.500	250.200	191.000	240.000
Framlegð, kr/kg fall		350	365	315	350
Framlegð, kr/naut		<b>87.389</b>	<b>109.497</b>	<b>78.629</b>	<b>105.054</b>
Velta úr n gripa húsi, kr/ári <sup>c</sup>		<b>5.137.500</b>	<b>5.456.722</b>	<b>3.938.388</b>	<b>4.234.795</b>
<b>Framlegð úr fjósi</b>		<b>2.184.730</b>	<b>2.388.071</b>	<b>1.621.326</b>	<b>1.853.683</b>

<sup>a</sup> Kálfaverð + flutningur í sláturhús.

<sup>b</sup> Verð hjá Norðlenska 22. júní 2017.

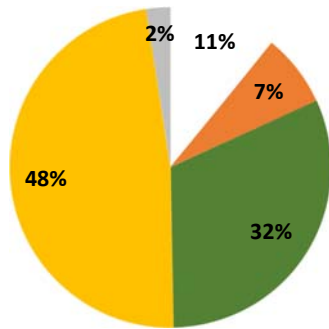
<sup>c</sup> Miðað við sama rými í húsi þar sem 18 -25 nautum (n) er slátrað á ári. Fjöldinn ræðst af aldri nauta við slátrun við 250 eða 300 kg fallþunga

Í þessari sviðsmynd eru A300 nautin að skila mestri framlegð á hvert kg fall þrátt fyrir umtalsvert meiri fóðurkostnað (20% meiri), en B300 nautin eru þar ekki langt undan. Skýringin er m.a. betri flokkun á 300 kg föllum í samanburði við 250 kg föllin sem skilar hærra afurðaverði til bóndans. B250 nautin eru að skila lægstri framlegð til bóndans. Ef hins vegar ársframlegð úr húsi með föstu rými er skoðuð breytist myndin talsvert. Þá skila A300 kg föllin mestri framlegð síðan A250 kg föllin en heynautin eru að skila talsvert minni framlegð til framleiðandans.

Kostnaðarhlutur einstakra fóðurgerða er sýndur á myndum 30 og 31. Í korneldi er byggið eðlilega með stærstu kostnaðarhlutdeildina (48%) en heyið í heyeldinu (80%).

### Kornnaut (A)

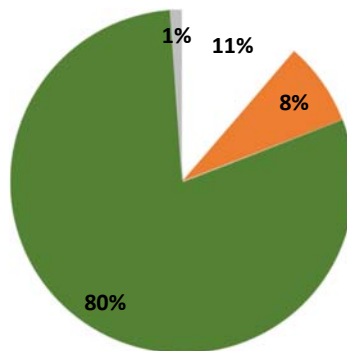
Mjólkurduft   ■ Kálfaköggjar   ■ Hey   ■ Bygg   ■ Steinefni



**Mynd 30.** Kostnaðarhlutdeild einstakra fóðurgerða fyrir kornnaut byggt á töflu 6.

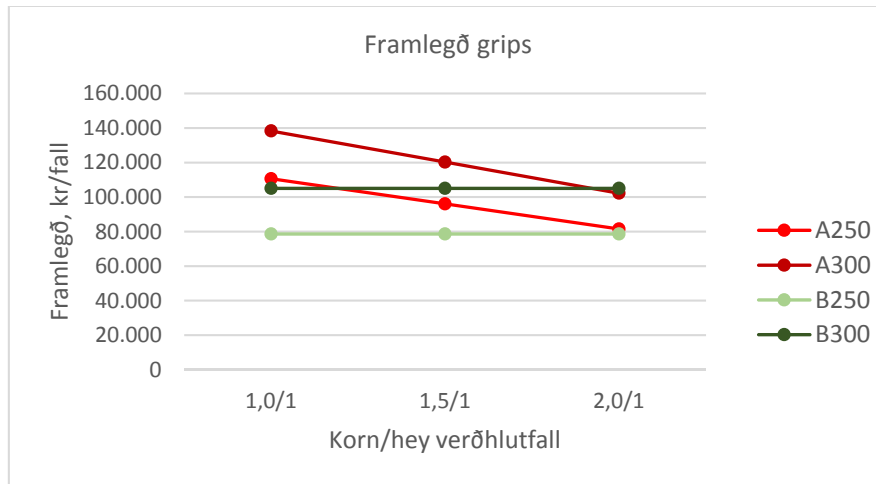
### Heynaut (B)

Mjólkurduft   ■ Kálfaköggjar   ■ Hey   ■ Steinefni

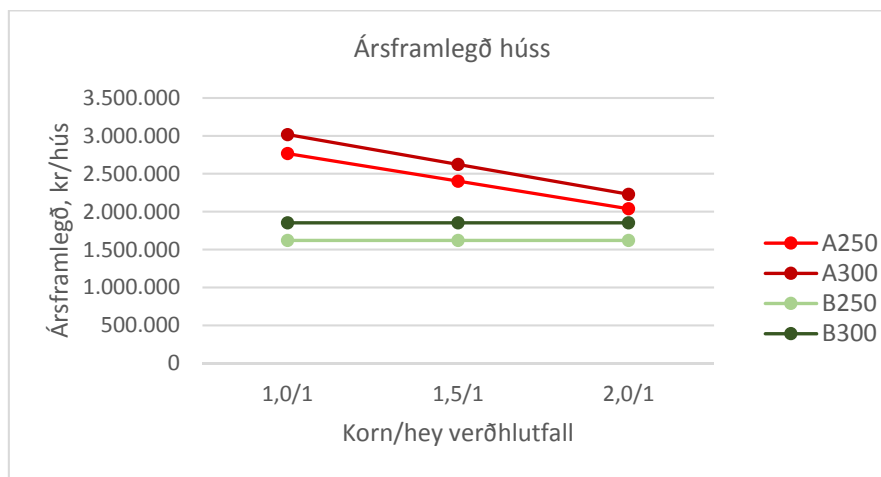


**Mynd 31.** Kostnaðarhlutdeild einstakra fóðurgerða fyrir heynaut byggt á töflu 6.

Hægt er að skoða hagkvæmni kornfóðrunar með margvíslegum hætti. Ein aðferðin er að skoða áhrif verðmismunar á heyi og korni á framlegð mismunandi eldis. Þetta er sýnt í myndum 32 og 33. Ef skoðuð framlegð af hverjum grip (mynd 32) sést að kornkílóíð má vera allt að helmingi dýrara en heykílóíð áður en heynautin fara að skila meiri framlegð en kornnautin og að stærri nautin (300 kg föll) skila alltaf meiri framlegð en minni nautin (250 kg föll). Ef hins vegar ársframlegð úr húsi með föstu rými er skoðuð er myndin önnur (mynd 33). Þá skila bæði stærri og minni kornnautin meiri framlegð en heynautin jafnvel þó að kornkílóíð sé helmingi dýrara en heykílóíð.



**Mynd 32.** Áhrif verðmismunar á korn og heyi framlegð (kr./kg fall). Heyverð = 25 kr./kg þurrefni. Byggt á kostnaðartölum í töflu 6.



**Mynd 33.** Áhrif verðmismunar á korn og heyi ársframlegð (kr./hús). Heyverð = 25 kr./kg þurrefni. Byggt á kostnaðartölum í töflu 6.

Þessar niðurstöður benda eindregið til þess að það borgi sig í flestum tilfellum fyrir bændur sem eru í nautaeldi að stefna á um 300 kílóa fallþunga og meiri kornfóðrun til að stytta eldistímann enn frekar en nú þekkist. Það, ekki bara eykur framlegð framleiðslunnar heldur svarar einnig óskum afurðastöðvanna um meiri fallþunga sem myndi auka hagkvæmni við sláturvinnslu og skapa söluvænni neysluvöru (stærri vöðva) sem er í samkeppni við innflutt ungnautakjöt.



## V. Heimildir

- Albertí P., B. Panea, C. Sañudo, J.L. Olleta, G. Ripoll, P. Ertbjerg, M. Christensen, S. Gigli, S. Failla, S. Concetti, J.F. Hocquette, R. Jailler, S. Rudel, G. Renand, G.R. Nute, R.I. Richardson, J.L. Williams, 2008. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science* 114, Issue 1 (2008), s19-30.
- Anderson Vern, Greg Lardy, Marc Bauer, Kendall Swansson og Steve Zwinger, 2012. Barley grain and forage for beef cattle. Bæklingur, North Dakota Experiment Station, 8s.
- Anna Lóa Sveinsdóttir, Þóroddur Sveinsson og Snorri Sigurðsson, 2010. Úttekt á aðbúnaði og vexti nautgripa í kjötframleiðslu fyrr og nú. Rit Fræðaping landbúnaðarins 2010, s 401-406.
- Án höfundar, 2005. Guttormur allur. Morgunblaðið 16.9.2005. Sótt 12.7.2017 á [http://www.mbl.is/frettir/innlent/2005/09/16/guttormur\\_allur/](http://www.mbl.is/frettir/innlent/2005/09/16/guttormur_allur/)
- Atvinnuvega- Nýsköpunarráðuneytið, 2013a. Nautakjötsframleiðsla og staða holdanautastofnsins á Íslandi. Skýrsla, 15 s.
- Atvinnuvega- Nýsköpunarráðuneytið, 2013b. Skýrsla starfshóps um eflingu nautakjötsframleiðslu á Íslandi. Skýrsla, 17 s.
- Bonesmo H. og Å. T. Randby, 2011. The effect of silage energy concentration and price on finishing decisions for young dairy bulls. *Grass and Forage Science*, Volume 66(1) s 78–87.
- Caplis J., M.G. Keane, A.P. Moloney og F.P. O'Mara, 2005. Effects of supplementary concentrate level with grass silage, and separate or total mixed ration feeding, on performance and carcass traits of finishing steers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 44: 27–43.
- Cozzi Giulio, Marta Brscic, Flaviana Gottardo, 2009. Main critical factors affecting the welfare of beef cattle and veal calves raised under intensive rearing systems in Italy: a review. *Italian Journal of Animal Science*, Supp 2, 67-80.
- Dansk Kvæg, 2005. Fodermiddeltabel 2005. Unnið af Jens Møller, Rudolf Thøgersen, Marianne E. Hellehøj, Martin R. Weisbjerg, Karen Sjøgaard og Torben Hvelplund. Rapport nr. 112, 65s.
- Erlingur Davíðsson, 1954. Víkingur á Möðruvöllum. Jólblað Dags 18. desember 1954, s 8-12.
- Gadberry Shane, 2014. Beef cattle nutrition series, part 3: Nutrient requirement tables. Bæklingur frá University of Arkansas, Division of Agriculture, 19s.
- Guðmundur Steindórsson, 1996. Mat á slátrunarhæfni ungneyta. Ritgerð. Bændaskólinn á Hvanneyri, 37 s.
- Gunnar Bjarnason, 1966. Búfjárfræði – nautgriparækt. Bókaförlag Odds Björnssonar.
- Gunnar Ríkhartsson, Guðjón Þorkelsson, Þóroddur Sveinsson og Ólafur Guðmundsson, 1996. Samanburður á íslenskum nautum og Galloway blendingum. Fjölrit RALA 186, 45 bls.
- Huuskonen Arto, Khalili Hannele og Joki-Tokola Erkki, 2007. Effects of replacing different proportions of barley grain by barley fibre on performance of dairy bulls. *Agricultural and Food Science*, vol. 16 (2007): 232-244.
- Huuskonen Arto, 2009. Concentrate feeding strategies for growing and finishing dairy bulls offered grass-silage based diets. Doctoral Dissertation, MTT Science, 101s.
- Jón Áki Leifsson, 1997. Uxar af íslensku kyni til kjötframleiðslu, II. Ráðunautafundur 1997, s 225-233.
- Keane M.G., M.J. Drennan og A.P. Moloney, 2006. Comparison of supplementary concentrate levels with grass silage, separate or total mixed ration feeding, and duration of finishing in beef steers. *Livestock Science* 103 (2006), s169-18.
- Neindre P. Le (ritstj.), 2001. The Welfare of Cattle kept for Beef Production. European Commission; Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, 149 s.

Óli Þór Hilmarsson, Þóroddur Sveinsson, Ásbjörn Jónsson, Elsa Dögg Gunnarsdóttir, Svava Liv Edgarsdóttir og Hannes Hafsteinsson, 2000. Samanburður á alíslenskum, Angus x íslenskum og Limósín x íslenskum nautgripum. II – Slátur- og kjötgæði. Ráðunautafundur 2000;196 – 205.

Óli Þór Hilmarsson og Stefán Vilhjálmsson, 2005. Samanburður matskerfa fyrir nautgripakjöt. Skýrsla til Landssambands kúabænda. Yfirkjötmát ríkisins, Matvælarannsóknir Keldnaholti, 10s.

Parish Jane, 2008. Mineral and vitamin nutrition for beef cattle. Bæklingur, Mississippi State University, Extension Service, 16s.

Sigríður Bjarnadóttir, 1997. Uxar af íslensku kyni til kjötframleiðslu, I. Ráðunautafundur 1997, s 211-224.

Sigríður Guðbjartsdóttir, 2013. Át geldneyta á Íslandi borið saman við áætlað át í NorFor. BS ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands, 49s.

Schmidt János, Eszter Zsédely, 2011. Nutrition of ruminants, chapter 4. Nutrient requirements of cattle. Sótt á: [http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0059\\_ruminants\\_nutrition/ch04.html#id487888](http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0059_ruminants_nutrition/ch04.html#id487888)

Zinn R. A., A. Barreras, F. N. Owens og A. Plascencia, 2008. Performance by feedlot steers and heifers: Daily gain, mature body weight, dry matter intake, and dietary energetics. Journal of Animal Science 2008, 86:2680-2689.

Þóroddur Sveinsson, 1998. Hver er framlegð nautakjötsframleiðslunnar? Freyr 94(14) 9-13.

Þóroddur Sveinsson, 2000. Kjörsláturstærð nautgripa frá sjónarhóli bóndans. Bændablaðið 17. tbl. 6. árg. s 17.

Þóroddur Sveinsson og Laufey Bjarnadóttir, 2000. Samanburður á alíslenskum, Angus x íslenskum og Limósín x íslenskum nautgripum I - Át, vöxtur og fóðurnýting. Ráðunautafundur, 2000, 179-195.

Þóroddur Sveinsson, 2002. Fóðurþarfir ungneyta til kjötframleiðslu. Freyr 98(9) 11-17.

Þóroddur Sveinsson, 2012. Aukum nautakjötsframleiðsluna – með sterkara eldi má ná fram meiri framlegð. Bændablaðið, 23. tölublað, 18. árg. (2012), s 28.

Þóroddur Sveinsson, 2012. Blendingrækt í nautakjötsframleiðslu. Freyja 1.-2. 28-32.

Þóroddur Sveinsson, 2012. Aukum nautakjötsframleiðsluna – með sterkara eldi má ná fram meiri framlegð. Bændablaðið, 23. tölublað, 18. árg. (2012), s 28.

Þóroddur Sveinsson, 2013. Íslensk nautakjötsframleiðsla. Fyrirlestur. Veffræðsla LK á; <http://www.naut.is/veffraedsla-lk/>

Þóroddur Sveinsson, 2014. Hver er vaxtargeta íslenskra nauta í kjötframleiðslu? - verkefnakynning. Bændablaðið 20. mars 2014 (6. tölublað) bls. 34.

Þóroddur Sveinsson, 2016. Staða nautakjötsframleiðslu á Íslandi og framtíðarmöguleikar. Rit LbhÍ nr. 70, 27.s.

## VI. Viðaukar

### Uppruni tilraunanauta

**Tafla 7.** Uppruni, fæðingar- og komudagur nautkálfa í tilrauninni.

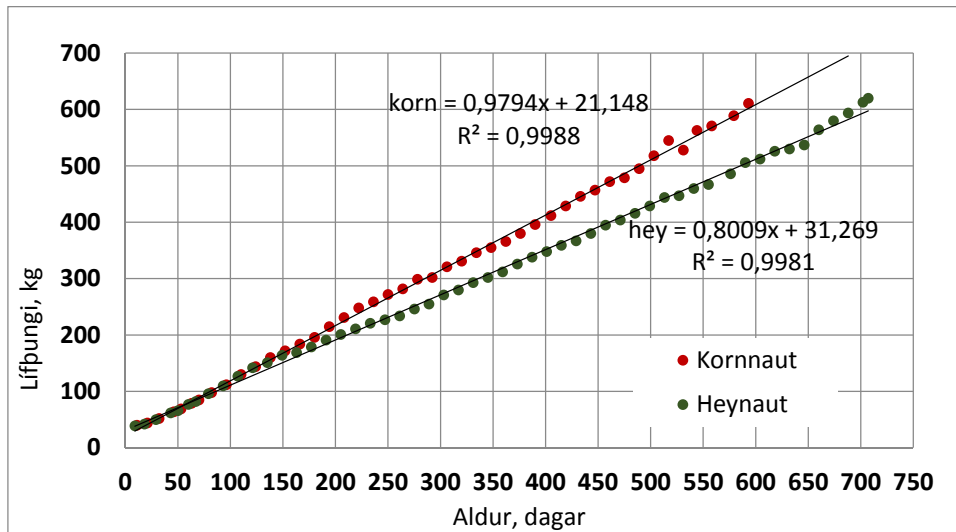
Nr.	Faðir nr.	Faðir nafn	Fæðingarstaður	Fæðingard.	Komud.
269	6029	Hjarði	Hóll, Sæmundarhlíð	18.3.2014	28.3.2014
270	6010	Baldi	Hóll, Sæmundarhlíð	19.3.2014	28.3.2014
769	6010	Baldi	Torfur, Eyjafjarðarsveit	8.3.2014	26.3.2014
844	5034	Frami	Fagriskógur, Hörgársveit	7.3.2014	25.3.2014
1862	11022	Vatnar	Grund, Eyjafjarðarsveit	6.3.2014	26.3.2014
2201	11022	Vatnar	Hrafnagil, Eyjafjarðarsveit	14.3.2014	26.3.2014
260	11008	Hattur	Búðarnes; Hörgársveit	14.3.2014	24.3.2014
271	6029	Hjarði	Hóll, Sæmundarhlíð	19.3.2014	28.3.2014
556	11011	Stólpi	Stóri Dunhagi, Hörgársveit	10.3.2014	20.3.2014
772	11023	Skalli	Torfur, Eyjafjarðarsveit	14.3.2014	26.3.2014
974	11021	Otur	Hvammur, Hörgársveit	22.3.2014	25.3.2014
1865	-	Óþekktur	Grund, Eyjafjarðarsveit	15.3.2014	20.3.2014
389	11054	Skellur	Tunguháls, Skagafirði	24.3.2014	28.3.2014
690	11068	Tandri	Skriða, Hörgársveit	7.3.2014	20.3.2014
770	11063	Sær	Torfur, Eyjafjarðarsveit	8.3.2014	26.3.2014
1326	640	Plommi	Hvammur, Eyjafjarðarsveit	22.3.2014	26.3.2014
1866	11002	Kunningi	Grund, Eyjafjarðarsveit	16.3.2014	20.3.2014
1872	-	Óþekktur	Grund, Eyjafjarðarsveit	21.3.2014	26.3.2014
574	6034	Víðkunnur	Marbæli, Skagafirði	11.3.2014	28.3.2014
774	6003	Koli	Torfur, Eyjafjarðarsveit	16.3.2014	26.3.2014
845	11004	Súgandi	Fagriskógur, Hörgársveit	24.3.2014	25.3.2014
1204	1109	Ásinn	Gautsstaðir, Svalbarðsströnd	8.3.2014	24.3.2014
1327	640	Plommi	Hvammur, Eyjafjarðarsveit	22.3.2014	26.3.2014
2204	11021	Otur	Hrafnagil, Eyjafjarðarsveit	20.3.2014	26.3.2014

### Vöxtur nauta, jöfnur

**Tafla 8.** Vöxtur nauta, þungi sem fall af aldri.

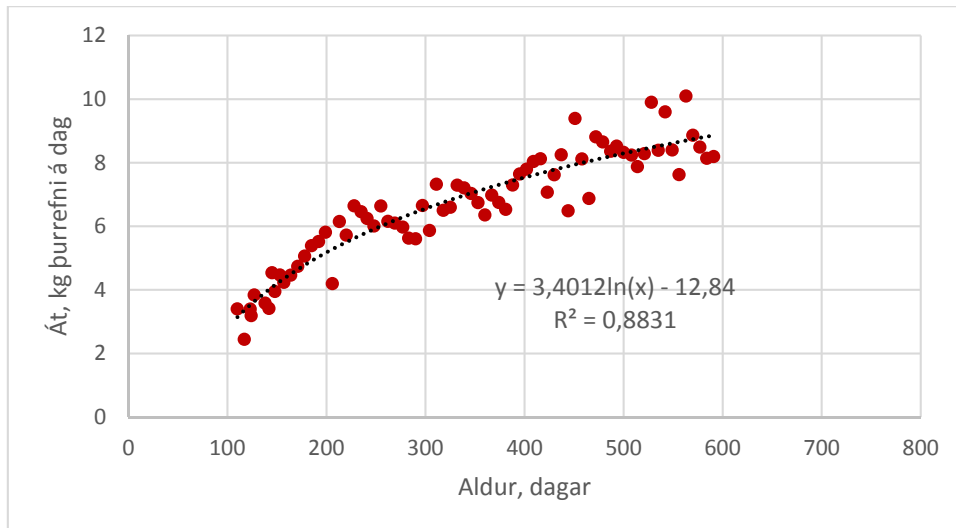
Aldursbil	Eldi	Skeið	Jafna	R <sup>2</sup>
7-67	korn	mjólkurskeið	0,7614*aldur, dagar + 29,319	0,99
7-67	hey	mjólkurskeið	0,7515*aldur, dagar + 29,823	0,98
68-110	korn	kálfakögglasskeið	1,1129*aldur, dagar + 6,6452	0,99
68-110	hey	kálfakögglasskeið	1,1118*aldur, dagar + 7,5801	0,99
111-149	korn	aðlögunarskeið	1,0000*aldur, dagar + 20,667	0,99
111-149	hey	aðlögunarskeið	0,7857*aldur, dagar + 46,262	0,99
150-500	korn	eldisskeið I	0,946*aldur, dagar + 30,932	0,99
150-575	hey	eldisskeið I	0,782*aldur, dagar + 35,848	0,99
501-600	korn	eldisskeið II	0,9747*aldur, dagar + 28,107	0,92
576-710	hey	eldisskeið II	1,0408*aldur, dagar - 122,65	0,97
7-600	korn	öll skeið	0,9794*aldur, dagar + 21,148	0,99
7-710	hey	öll skeið	0,8009*aldur, dagar + 31,269	0,99

Aðhvarfsjöfnurnar byggja á meðatölum mælinga á 11 kornnautum og 12 heynautum fram að lokum eldisskeiðs I og 5 kornnautum og 6 heynautum á eldisskeiði II. Vöxtur nautanna var mjög línulegur allt æviskeiðið eins og kemur fram í meðfylgjandi mynd 34.

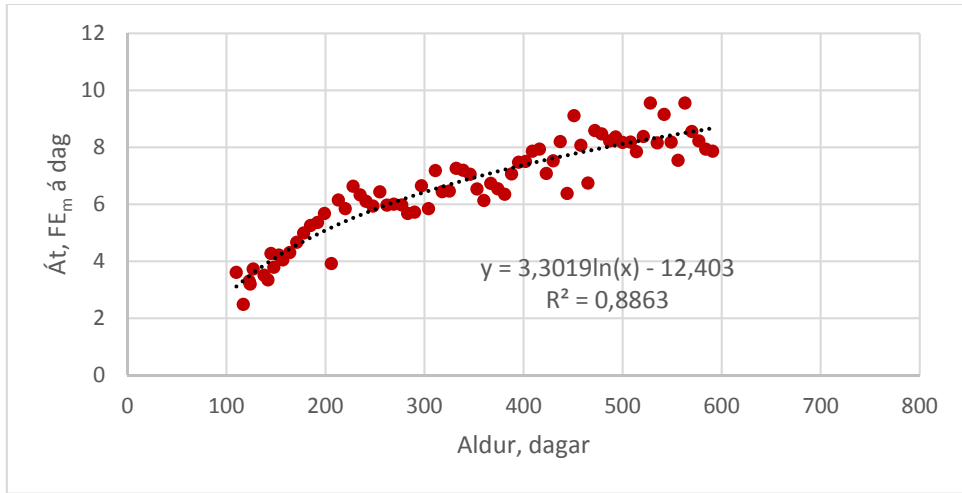


Mynd 34. Lífþungi sem fall af aldri.

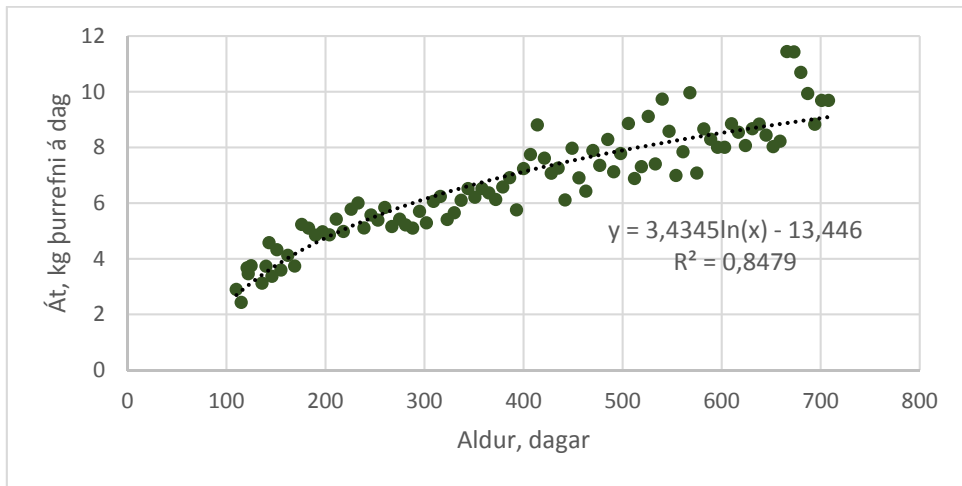
#### Át og vöxtur, myndir og jöfnur



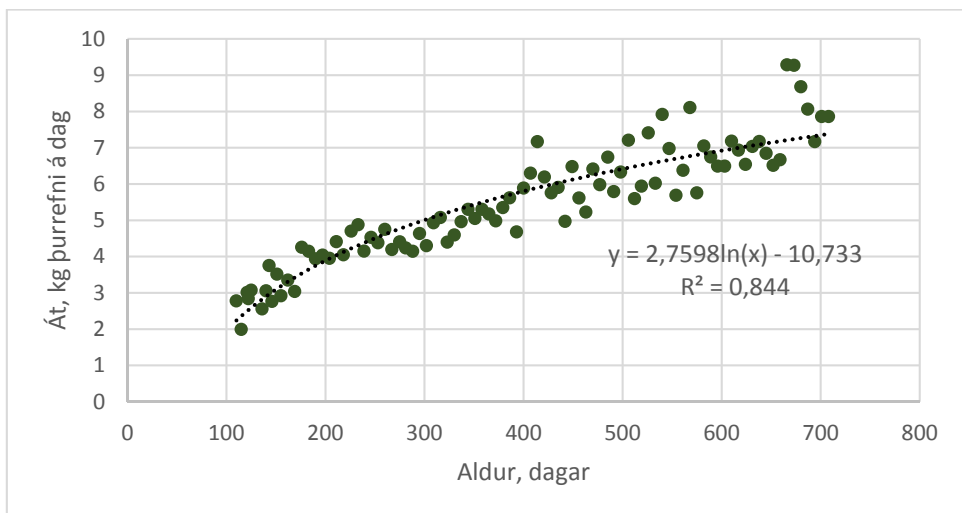
Mynd 35. Kornnaut, heildar þurrefnisát.



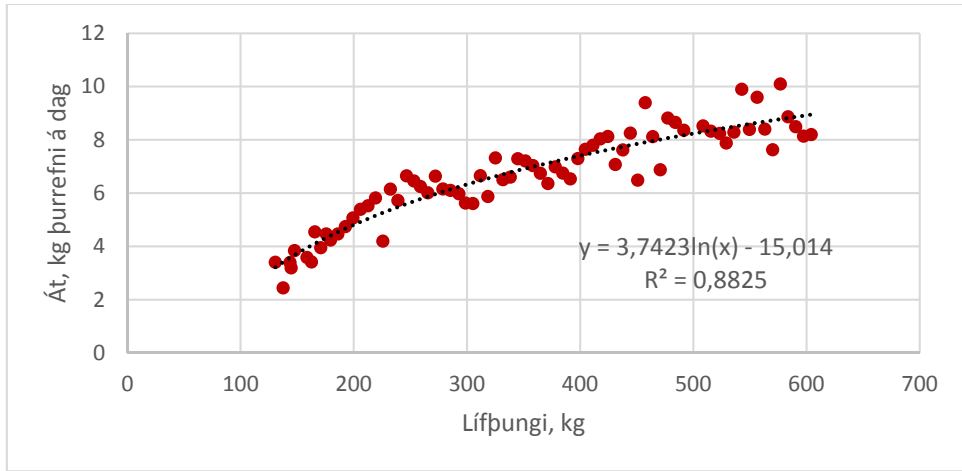
**Mynd 36.** Kornnaut, heildar FE<sub>m</sub> át.



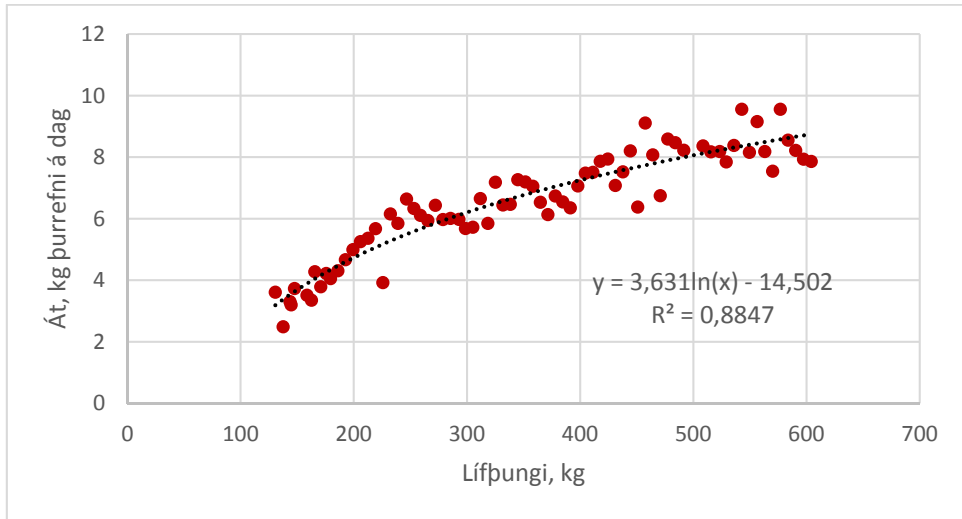
**Mynd 37.** Heynaut, heildar þurrefnisát.



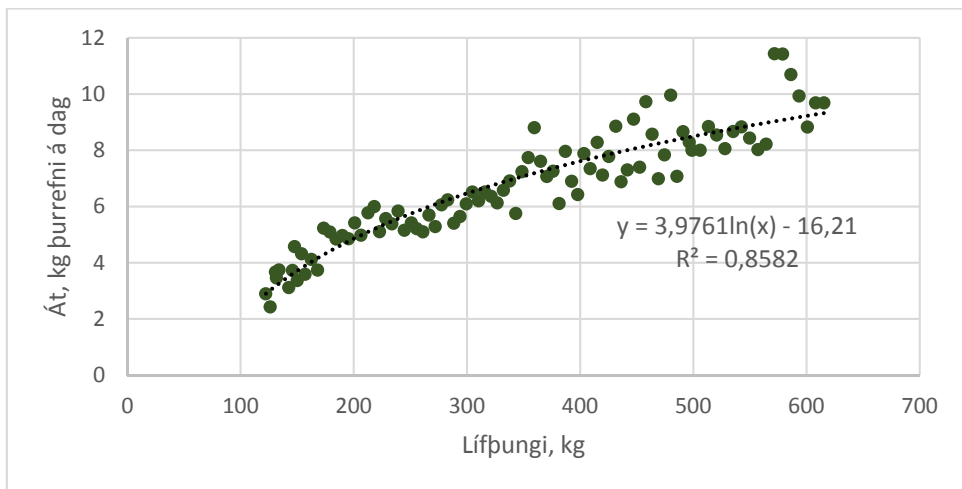
**Mynd 38.** Heynaut, heildar FE<sub>m</sub> át.



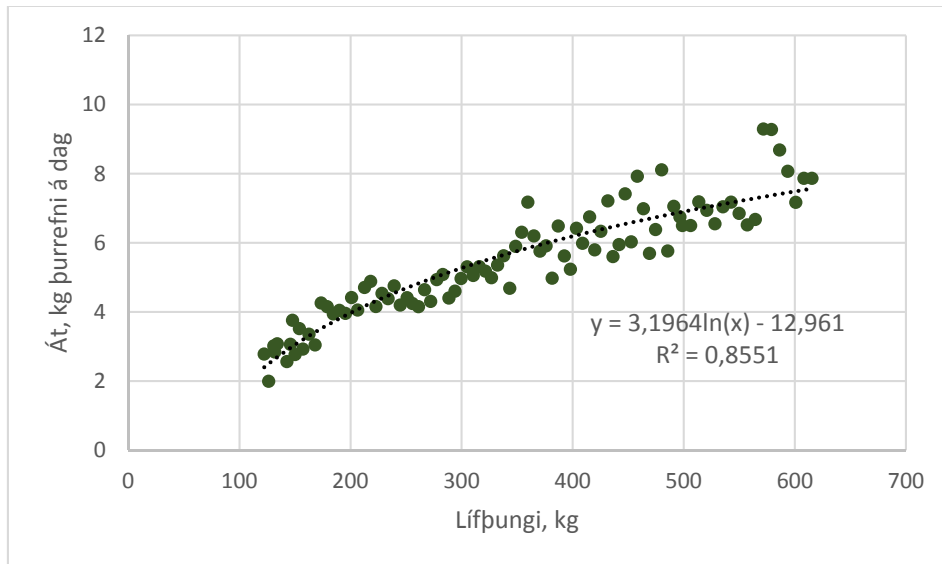
**Mynd 39.** Kornnaut, heildar þurrefnisát.



**Mynd 40.** Kornnaut, heildar FE<sub>m</sub> át.

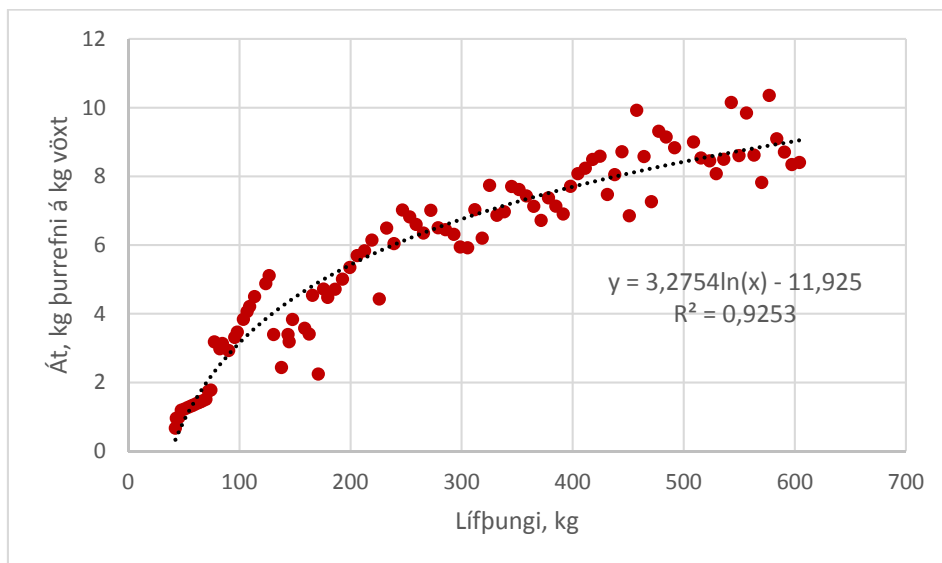


**Mynd 41.** Heynaut, heildar þurrefnisát.

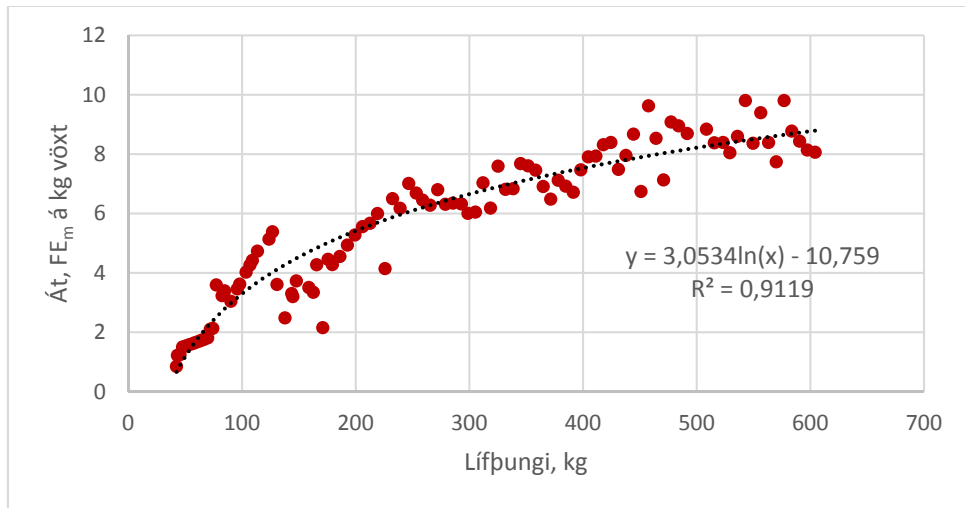


**Mynd 42.** Heynaut, heildar  $FE_m$  át.

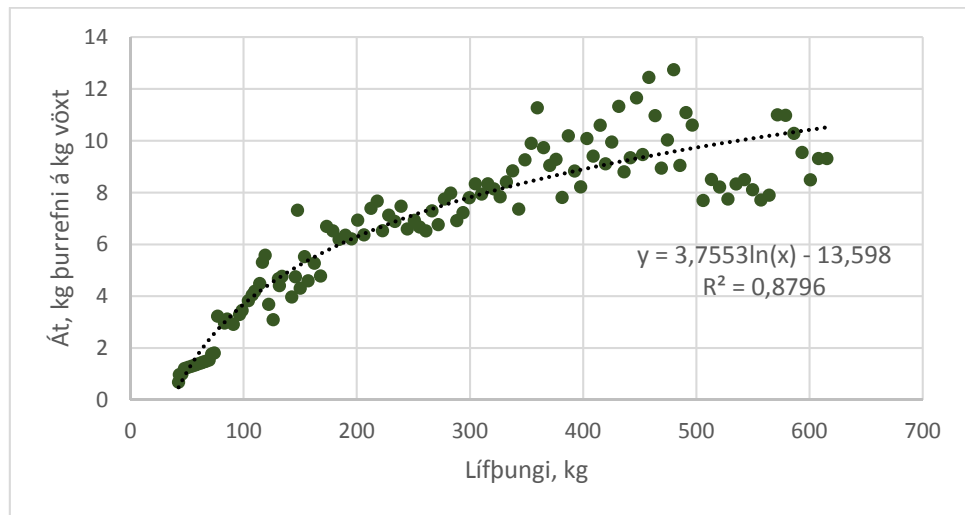
Át á kg vöxt, myndir og jöfnur



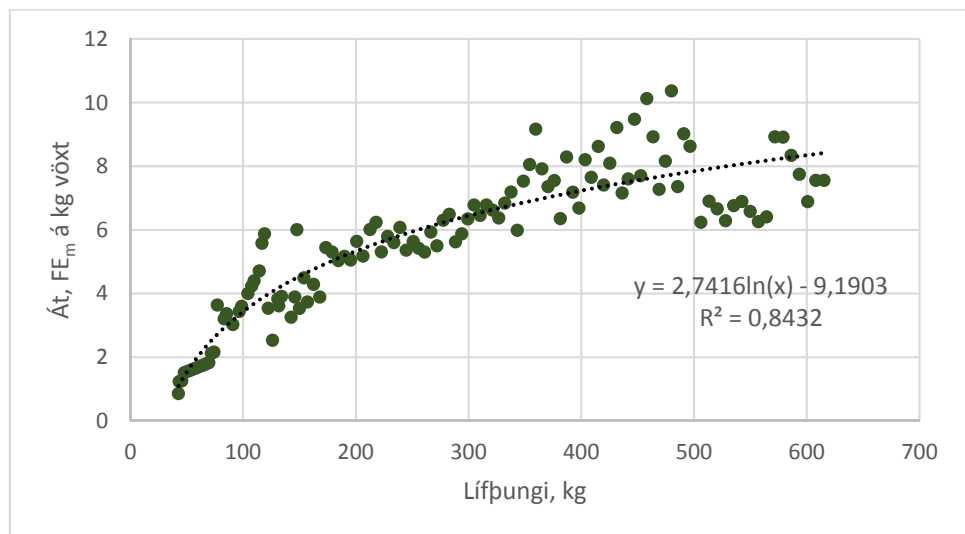
**Mynd 43.** Kornnaut, kg þurrefni á kg vöxt.



**Mynd 44.** Kornnaut,  $FE_m$  á kg vöxt.



**Mynd 45.** Heynaut, kg þurrefni á kg vöxt.



**Mynd 46.** Heynaut,  $FE_m$  á kg vöxt.



## Hlutfallslegt át, myndir og jöfnur

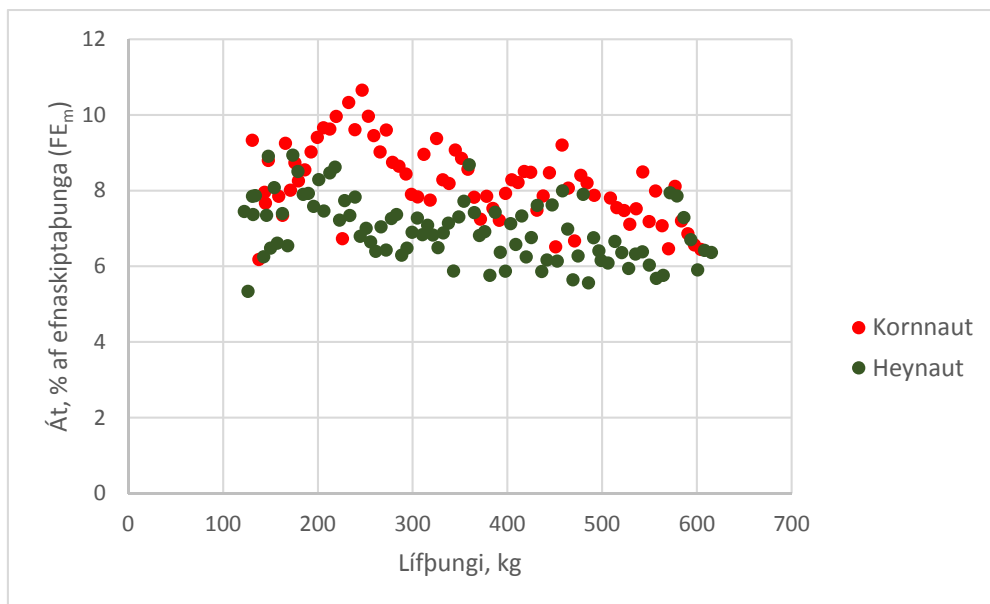
Hlutfallslegt át á dag ( $FE_m$  eða þ.e.) sem % af efnaskiptapunga (=lífpungi<sup>0,75</sup>)

Áhrif lífpunga á hlutfallslegt át á aðlögunar- og eldisskeiðum (frá 110 daga aldri að sláturdegi)

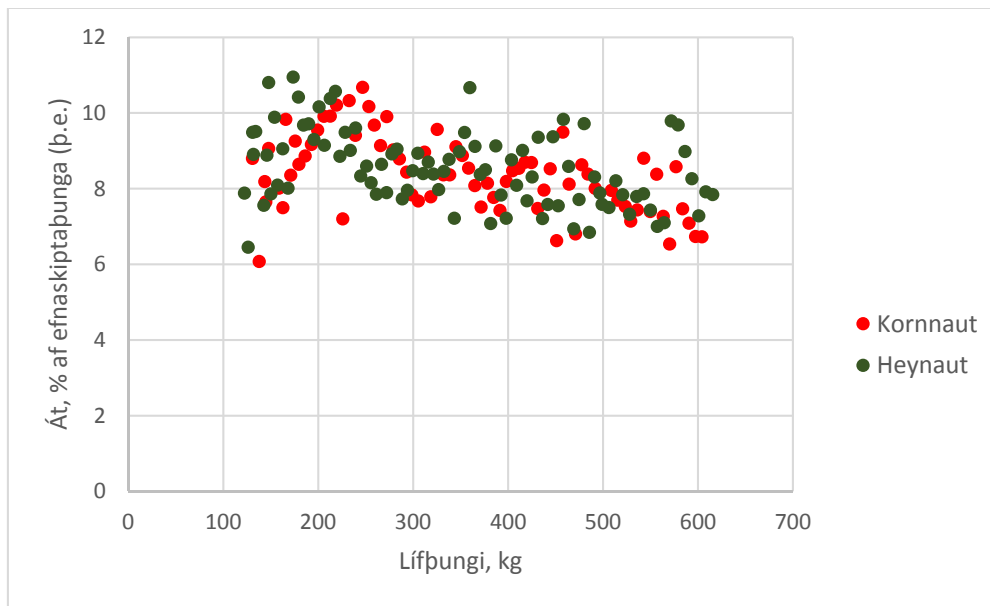
	Línuleg aðhvarfsjafna	Mt. %	St.sk.	R <sup>2</sup>	P - gildi
<u>Þurrefnisát kg/dag</u>					
Kornnaut =	9,5961242 - 0,0034466*Lífpungi, kg	8,37	0,88	0,23	<0,0001
Heynaut =	9,4877179 - 0,0027145*Lífpungi, kg	8,54	0,93	0,14	<0,0001
<u>FE<sub>m</sub> át/dag</u>					
Kornnaut =	9,5961242 - 0,0034466*Lífpungi, kg	8,21	0,86	0,25	<0,0001
Heynaut =	7,8504522 - 0,0025107*Lífpungi, kg	6,97	0,74	0,18	<0,0001

Áhrif lífpunga á hlutfallslegt át á aðlögunar- og eldisskeiðum (frá 200 kg lífpunga að sláturdegi)

<u>Þurrefnisát kg/dag</u>					
Kornnaut =	10,694037 - 0,0058646*Lífpungi, kg	8,36	0,74	0,47	<0,0001
Heynaut =	9,665169 - 0,003134*Lífpungi, kg	8,41	0,84	0,15	0,0004
<u>FE<sub>m</sub> át/dag</u>					
Kornnaut =	10,618075 - 0,0060589*Lífpungi, kg	8,21	0,73	0,50	<0,0001
Heynaut =	7,9007042 - 0,0026399*Lífpungi, kg	6,80	0,69	0,16	0,0003



Mynd 47. Hlutfallslegt át ( $FE_m$ ).



**Mynd 48.** Hlutfallslegt át (p.e.).

### Efnamælingar á fóðri

Tekin voru sýni með skipulögðum hætti allan tilraunatímann sem voru efnagreind hjá Efnarannsóknnum ehf. á Hvanneyri. Út frá þeim niðurstöðum voru meðfylgjandi fóðurgildisútreikningar gerðir:

#### Meltanlegt lífrænt efni, % í lífrænu efni

$$4,1 + 0,959 * \text{meltanlegt þurrefni (\%)}$$

#### Meltanleg prótein, g/kg p.e.

$$0,93 * \text{hráprótein} - 30$$

#### Meltanleg hráfita, g/kg p.e.

$$0,96 * \text{hráfita} - 10$$

#### Kolvetni, g/kg p.e.

$$1000 - \text{aska} - \text{hráfita} - \text{hráprótein}$$

#### Meltanleg kolvetni, g/kg p.e.

$$(1000 - \text{aska}) * \text{meltanlegt lífrænt efni} - \text{meltanleg prótein} - \text{meltanleg fita}$$

#### Meltanleg aska, g/kg p.e.

$$\text{meltanleiki þurrefnis} - \text{meltanleg kolvetni} - \text{meltanleg prótein} - \text{meltanleg fita}$$

#### Meltanleg orka, MJ/kg p.e.

$$(24,237 * \text{meltanl. hráprót. (kg/kg p.e.)} + 34,116 * \text{meltanl. fita (kg/kg p.e.)} + 17,3 * \text{meltanl. kolv. (kg/kg p.e.)}) / 1000$$

#### Nettóorka viðhald, MJ/kg p.e.

$$1,37 * \text{meltanleg orka} - 0,033 * \text{meltanleg orka}^2 + 0,0006 * \text{meltanleg orka}^3 - 4,68$$

#### Nettóorka vöxtur, MJ/kg p.e.

$$1,42 * \text{meltanleg orka} - 0,0416 * \text{meltanleg orka}^2 + 0,0007 * \text{meltanleg orka}^3 - 6,904$$

**Tafla 9.** Fóðurgildi heyja á æviskeiðum tilraunautanna.

	<b>Eining</b>	<b>Mjólkurskeið</b>	<b>Kögglaskeið</b>	<b>Aðlögunarskeið</b>	<b>Eldisskeið</b>
Fjöldi samsýna	n	5	5	3	80
Lengd skeiða	dagar	69	41	42	388-597
Purrefni (103°C)	%	65,6	66,5	56,4	56,7
Meltanlegt þurrefni	% í þ.e.	66,7	67,4	71,7	71,2
Meltanlegt lífrænt efni <sup>1)</sup>	% lífrænna efna	68,1	68,8	72,9	72,4
FE <sub>m</sub>	í kg þ.e.	0,75	0,76	0,82	0,81
Meltanleg orka <sup>1)</sup>	MJ/kg þ.e.	11,3	11,6	12,7	12,7
Nettóorka, viðhald	MJ/kg þe	7,5	7,7	8,6	8,6
Nettóorka, vöxtur	MJ/kg þe	4,8	5,1	5,8	5,8
Aska	g/kg þe	108	99	80	80
Meltanleg aska	g/kg þe	60	55	46	46
Kolvetni <sup>1,2)</sup>	g/kg þ.e.	747	742	732	725
Meltanleg kolvetni <sup>2)</sup>	g/kg þ.e.	512	511	535	524
Hráfita <sup>3)</sup>	g/kg þe	25	25	25	25
Meltanleg fita <sup>3)</sup>	g/kg þe	14	14	14	14
Hráprótein	g/kg þe	120	133	163	170
Meltanlegt prótein <sup>1)</sup>	g/kg þe	82	94	122	128
AAT	g/kg þe	82	83	83	83
PBV	g/kg þe	-21	-11	20	27
NDF	g/kg þe	526	538	539	528
Ca	g/kg þe	5,5	4,5	3,3	3,8
Mg	g/kg þe	2,7	2,5	2,1	2,8
K	g/kg þe	18,2	21,5	25,3	21,0
Na	g/kg þe	0,4	0,4	0,3	0,7
P	g/kg þe	2,1	2,7	3,0	3,4
S	g/kg þe	1,9	2,1	2,3	2,6
Fe	mg/kg þe	944,0	546,5	357,6	415,6
Mn	mg/kg þe	133,7	103,2	81,6	87,8
Cu	mg/kg þe	8,2	8,2	8,9	9,5
Zn	mg/kg þe	22,6	23,0	26,1	31,6
Co	mg/kg þe	-	-	-	0,2
Mo	mg/kg þe	-	-	-	0,7
Al	mg/kg þe	-	-	-	154,1
Se	µg/kg þe	-	-	-	59,1

<sup>1)</sup> Reiknuð gildi út frá niðurstöðum heyfnaagreininga í þessari tilraun

<sup>2)</sup> Kolvetni = sykrur + stoðkolvetni (mest sellulósi) + gerjunarafurðir (mjólkursýra, ediksýra, etanól)

<sup>3)</sup> Hráfitan var ekki mæld en gildið fundið í töflu á; <http://www.feedipedia.org/node/16886>

**Tafla 10.** Fóðurgildi byggs í tilrauninni (byggt á alls 25 samsýnum).

Eining	Kögglað		Valsað	Blanda	
	+melassi	+melassi og steinefni	m. próbíónsýru	kögglað/valsað	
Purrefni (103°C)	%	87,9	87,9	66,2	79,4
Meltanleiki	% af þe	95,2	93,3	94,7	93,8
Meltanleiki <sup>1)</sup>	% af lífrænu efni	95,4	93,6	94,9	94,1
FE <sub>m</sub>	í kg þe	1,16	1,13	1,16	1,14
Meltanleg orka <sup>1)</sup>	MJ/kg þe	16,6	16,1	16,7	16,3
Nettóorka, viðhald	MJ/kg þe	11,7	11,3	11,8	11,5
Nettóorka, vöxtur	MJ/kg þe	8,4	8,1	8,5	8,2
Aska	g/kg þe	27,6	47,1	29,5	40,3
Meltanleg aska	g/kg þe	24,4	41,3	25,9	35,4
Kolvetni <sup>1,2)</sup>	g/kg þe	861	823	830	826
Meltanleg kolvetni <sup>1)</sup>	g/kg þe	860	810	830	818
Hráfita	g/kg þe	19,2	19,6	24,2	21,4
Meltanleg fita <sup>1)</sup>	g/kg þe	8,5	8,8	13,2	10,5
Hráprótein	g/kg þe	95,6	110,3	115,9	112,5
Meltanlegt prótein <sup>1)</sup>	g/kg þe	58,9	72,6	77,7	74,6
AAT	g/kg þe	105,9	106,0	99,8	103,6
PBV	g/kg þe	-76,6	-60,7	-47,0	-55,4
NDF	g/kg þe	140,0	140,8	154,6	146,2
ADF	g/kg þe	45,7	47,0	52,5	49,2
Ca	g/kg	1,0	4,3	0,5	2,8
Mg	g/kg	1,2	3,8	1,3	2,8
K	g/kg	6,9	7,0	5,1	6,3
Na	g/kg	0,3	2,3	0,4	1,6
P	g/kg	3,5	5,0	3,3	4,3
S	g/kg	1,2	1,4	1,3	1,4
Fe	mg/kg	58,4	224,8	165,9	201,8
Mn	mg/kg	15,1	108,0	20,6	73,9
Cu	mg/kg	4,0	14,6	6,0	11,2
Zn	mg/kg	25,1	137,7	23,7	93,3
Co	mg/kg	-	1,0	0,1	0,7
Mo	mg/kg	-	0,8	0,2	0,5
Al	mg/kg	-	54,7	48,5	52,3
Se	µg/kg	-	998,5	28,6	620,2

<sup>1)</sup> Reiknuð gildi út frá niðurstöðum efnagreininga í þessari tilraun

<sup>2)</sup> Kolvetni = mest sterkja + stoðkolvetni + gerjunarafurðir (í valsaða bygginu)

**Tafla 11.** Hráefnið í kálfaköglum<sup>1</sup>.

Maís	24,3%
Hveiti	24,0%
Bygg	21,3%
Fiskimjöl	15,4%
Repjukökur	3,8%
Sykur	3,8%
Melassi	4,0%
Gras	1,9%
PRX Bustolpi KO	1,0%
Salt	0,5%

<sup>1</sup>samkvæmt upplýsingum frá Bústólpa**Tafla 12.** Fóðurgildi kálfakögla í tilrauninni.

	Eining	Gefið	Leift
Þurrefni (60°C)	%	86,8	85,0
Aska	g/kg þe	60,6	60,7
Hráprótein	g/kg þe	196,0	204,5
Fita	g/kg þe	42,2	38,9
FE <sub>m</sub>	í kg þe	1,13	1,13
AAT	g/kg þe	115,3	116,9
PBV	g/kg þe	13,9	20,3
NDF	g/kg þe	108,4	112,4
ADF	g/kg þe	37,4	37,2
Ca	g/kg þe	6,1	6,6
Mg	g/kg þe	2,4	2,7
K	g/kg þe	8,0	8,4
Na	g/kg þe	6,7	7,0
P	g/kg þe	7,2	7,5
S	g/kg þe	2,8	3,0
Fe	mg/kg þe	176,9	201,5
Mn	mg/kg þe	38,5	39,7
Cu	mg/kg þe	10,4	10,7
Zn	mg/kg þe	63,2	73,1

**Tafla 13.** Uppgefið efnainnihald steinefnablöndu í tilrauninni.

Effekt Sp Midi Island	Eining	Magn
Ca	g/kg	105
P	g/kg	75
Mg	g/kg	120
Na	g/kg	81,1
Vit. A (E672)	IE/kg þ.e.	400000
Vit. D3 (E671)	IE/kg þ.e.	100000
Vit. E (3a700)	mg/kg þ.e.	3000
Cu (E4[sulfat])	mg/kg þ.e.	400
Mn (E5[oxíð])	mg/kg þ.e.	4900
Se (E8[natriumselenit])	mg/kg þ.e.	30
Se (E3b8.11[selen?])	mg/kg þ.e.	10,05
? (E3[karbonat])	mg/kg þ.e.	40
Joð (E2[kalciumjodat])	mg/kg þ.e.	150

**Tafla 14.** Gróft áætlað Ca innihald skeljasands. Gefið mjög takmarkað í stuttan tíma.

<b>Skeljasandur, fínn<sup>1)</sup></b>	<b>Eining</b>	<b>Magn</b>
Ca	g/kg	200

**Tafla 15.** Uppgefin efnasamsetning og fóðurgildi mjókurdufts í tilraun.

	<b>Eining</b>	<b>Rustic fyrir ungválfa</b>	<b>Bastant fyrir eldri kálfa</b>
<b>Hráefni</b>			
Próteinukið mysuduft	%	x	63
Kókos/pálma og repjufita	%	x	17
Sojaprótein	%		8
Hveitiprótein	%	x	8
Undanrennuft	%		2
Kalsíukarbónat		x	
Magnesiumoxíð		x	
<b>Fóðurgildi</b>			
Þurrefni <sup>1)</sup>	%	95	95
Mjólkurfóðureiningar, FEm <sup>1)</sup>	FE <sub>m</sub> /kg þ.e.	1,5	1,5
Meltanleg orka <sup>1)</sup>	MJ/kg þ.e.	19,3	19,3
Hráprótein	g/kg	230	220
Lysin	g/kg		15,8
Metionin og cystin	g/kg		7,7
Tréni	g/kg	0	3
Hráfita	g/kg	180	170
Aska	g/kg	75	100
Ca	g/kg	8	6,4
Na	g/kg	5	7,9
P	g/kg	7	7,1
Vitamin A	IE/kg	25000	55000
Vitamin D <sub>3</sub>	IE/kg	6000	4500
Vitamin E	mg/kg	250	80
Járn	mg/kg	80	95
Kopar	mg/kg	10	9
Zink	mg/kg	50	140
Mangan	mg/kg	30	25
Selen	mg/kg	0,4	0,4
Joð	mg/kg	0,25	0,6
Kóbolt	mg/kg	0,2	

<sup>1)</sup> Töflugildi