

Mismunandi orkufóðrun mjólkurkúa í byrjun mjaltaskeiðs

Áhrif fóðrunar á blóðefni

Grétar Hrafn Harðarson

héraðsdýralæknir Hellu

Þorsteinn Ólafsson

Kynbótastöð Suðurlands

og

Gunnar Rikharðsson

Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Stóra Ármóti

INNGANGUR

Aukin tækni í efnagreiningu hefur gert okkur kleift að fylgjast með hinum ýmsu efnum í blóði mjólkurkúa. Það var á sjötta áratugnum að menn fóru að leita eftir tengslum milli styrks blóðefna annars vegar og framleiðslu og heilsufars mjólkurkúa hins vegar. Út úr þessum athugunum spratt hið svokallaða Comptom Metabolic Profile Test, efnaskiptapróf kennt við bæinn Compton í Englandi en þar er starfrækt merk rannsóknastöð fyrir dýrasjúkdóma (Payne o.fl. 1970). Prófið gefur upplýsingar um jafnvægið milli fóðrunar og framleiðslu. Þetta er þó ekki einfalt samband því líkaminn er vel búinn til að viðhalda innra jafnvægi (homeostasis). Engu að síður er prófið gagnlegt þegar kýrin er undir miklu álagi, þ.e. í lok meðgöngu og í byrjun mjaltaskeiðs. Þá hefur framleiðslan forgang og hætta er á röskun á eðlilegum efnaskiptum.

Þau efni sem einkum hafa verið notuð til að fylgjast með orkuefnaskiptum líkamans eru frjálssar fitusýrur (NEFA, þ.e. non esterified fatty acids), ketonefni þar á meðal BHB (þ.e. beta hydroxy butyrate) og blóðsykur.

Í hefðbundnu fóðri mjólkurkúa er lítið af fitu. Fita er aftur á móti mikilvæg bæði sem forðaorka og líka er umtalsverð fita í mjólkinni. Fituvefur og júgur sjá um framleiðsluna á fitusýrum og fitu (tríglyceríð) og nýta til þess ediksýru og ketonefni. Við niðurbrot fitu í fituvef myndast frjálssar fitusýrur (NEFA) sem streyma síðan inn í blóðrásina. Hormón stjórna öllum efnaskiptum líkamans og þær hormónabreytingar sem tengjast seinni hluta geldstöðu og burði auka niðurbrot fitu. Þannig er styrkur frjálssra fitusýra hæstur í kringum burð (Dale

o.fl. 1979, Athanasiou og Phillips 1973). Það er síðan háð því hversu vel tekst til með fóðrun fyrstu vikunnar eftir burð hversu fljótt styrkur NEFA lækkar í blóði.

Í blóði mjólkurkúa eru þrjú ketonefni: acetone, acetoacetate og betahydroxybutyrate (BHB). Í flestum efnaskiptaprófum er BHB valið vegna mikils stöðugleika í sýnum. Ketonefni myndast einkum í slímhúð vambar, í lifur og í júgri og helsti efniviðurinn eru smjörσύra, frjálsar fitusýrur, ketogenískar amínósýrur og ediksýra. Smjörσύru er að mestu leyti umbreytt í BHB við frásog úr vömb (Weigand o.fl. 1972). Í súrdoða hefst mikil framleiðsla á ketonefnum í lifur (Baird 1977) og einnig er nokkur framleiðsla í júgri (Kronfeld o.fl. 1968). Margir hafa fundið góða fylgni milli styrks ketonefna í blóði og orkuástands mjólkurkúa (Kelly 1977, Grétar Hrafn Harðarson 1980, Dale o.fl. 1978, Jónsson o.fl. 1972).

Nokkur efni í blóði hafa verið notuð til að fylgjast með próteinefnaskiptum líkamans. Þar á meðal eru albúmín og þvagefni (urea) en það er myndað í lifur við afeitrun ammóníaks. Ammóníak (NH_4) myndast í stórum stíl við niðurbrot próteins í vömb og einnig við efnaskipti amínósýra í lifur. Sýnt hefur verið fram á góða fylgni milli þvagefnis í blóði og próteinfóðrunar (Payne o.fl. 1970, Treacher o.fl. 1976). Ljóst er þó að torleyst prótein hefur ekki bein áhrif á ammóníakmagnið í líkamanum, þannig að þvagefni er e.t.v. betri mælikvarði á magn auðleysta próteina í fóðri heldur en á heildarpróteinfóðrun.

Albúmín er polýpeptíð (prótein) myndað í lifur og hefur það hlutverk m.a. að viðhalda osmótískum þrýstingi í plasma. Styrkur albúmíns í blóði er háður þrennu, þ.e. myndun, niðurbroti og dreifingu þess í líkamanum. Albúmín er stöðugt endurnýjað og talið er að helmingunartími þess í nautgripum sé um 30 dagar (Payne o.fl. 1972). Sýnt hefur verið fram á að ef um langvarandi undirfóðrun á próteini er að ræða lækkar styrkur albúmíns í blóði (Manston o.fl. 1975, Lee o.fl. 1978).

Helstu steinefni sem hafa verið skoðuð eru kalsíum (Ca), magnesíum (Mg) og fosfór (iP). Styrk Ca í blóði er stjórnað mjög nákvæmlega, enda er mikill forði í beinum. Flestir hafa því hætt að mæla Ca vegna lítills breytileika. Aftur á móti er góð fylgni milli styrks fosfórs (Morrow 1969) og magnesíum í blóði annars vegar og magns þessara efna í fóðri hins vegar.

EFNIVIÐUR

Í þessari skýrslu er fjallað um einn þátt rannsóknar á mismunandi orkufóðrun mjólkurkúa í byrjun mjaltaskeiðs, þ.e.a.s. áhrif fóðrunar á blóðefni. Rannsóknarfyrirkomulagi öðru en því sem við kemur blóðsýnum og greiningu þeirra hefur verið lýst í skýrslu Gunnars Ríkharðssonar hér á undan.

Blóðsýni voru tekin vikulega fyrstu 16 vikur mjaltaskeiðsins hjá hverri kú. Sýnin voru tekin á miðvikudögum milli klukkan 14:00-15:00 og tekin úr mjólkuræð. Sýni voru látin storkna við herbergishita í 2-3 klst., síðan var sermi skilið frá og það geymt í frysti við -20°C. Sýnin voru send í efnagreiningu við dýralæknadeild Edinborgarháskóla. Þar er notaður Technicon RA-XT efnagreininir með Technicon og Radox kittum. Mæld voru eftirfarandi blóðefni: betahydroxybutyrate (BHB), frjálsar fitusýrur (NEFA), albúmín, köfnunarefni þvagefnis (UREA-N), ólífrænn fosfór (iP) og magnesíum (Mg).

Fóðrun var þannig háttað að á morgnana kl. 9-10 fengu kýrnar vothey og um þriðjung af kjarnfóðurgjöf, strax eftir hádegi var þriðjungur kjarnfóðurs gefinn, nema á miðvikudögum þá var kjarnfóður gefið eftir blóðtöku. Þurrhey var gefið síðdegis og um kvöldmatarleytið var það sem eftir var af kjarnfóðurdagsgjöf gefið og fyrir háttatíma var síðan sópað að kúnum.

Líkanið sem notað var við tölfræðilega úrvinnslu innihélt þættina þar, meðferð, kýr innan meðferða, viku frá burði (1-16) og samspil meðferða og vikna frá burði. Uppgefin staðalskekkja á við meðaltöl meðferðarhópa.

NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

Hvorki fékkst marktækur munur milli meðferða á styrk frjálsra fitusýra (NEFA) né ketonefna (BHB) í blóði (1. tafla). Gildi fyrir NEFA voru lægri en búast mátti við. Hæstu gildi um 0,30 mmól/l voru fyrstu viku eftir burð en fóru lækkandi og náðu lágmarki 11 vikum eftir burð. Til samanburðar eru gildi allt að 0,70 mmól/l talin eðlileg í kúm í byrjun mjaltaskeiðs (DHHPS 1994). Hugsanlegt er að tímasetning blóðtöku spili hér inn í, því vitað er að styrkur NEFA lækkar eftir fóðrun (Coggins og Field 1976). Kýr í meðferð 825 lækkuðu fyrr en kýr í meðferð 550, sem bendir til betra orkuástands í meðferð 825 (1. mynd). Fylgni var milli NEFA og orkujafnvægis í meðferð 550 og eins þegar allar kýrnar voru skoðaðar í hóp (2. tafla).

1. tafla. Meðaltöl blóðefnamælinga (16 vikur).

	Kjarnfóður 550	Kjarnfóður 825	P-gildi	Meðaltal	Staðal- skekka
NEFA, mmól/l	0,212	0,194	0,15	0,202	0,008
BHB, mmól/l	2,24	1,93	0,40	2,08	0,25
UREA-N, mmól/l	2,73	2,14	0,00 ***	2,44	0,073
Albúmín, g/l	38,0	37,0	0,06	37,5	0,35
Magnesíum, mmól/l	0,98	1,01	0,17	1,00	0,016
Fosfór, mmól/l	1,90	2,10	0,003 **	2,00	0,038

Áberandi var hversu hár styrkur ketonefna greindist í blóði (2. mynd). Styrkur BHB jókst hratt eftir burð og í þriðju viku voru gildin 2,60 og 3,00 mmól/l. Til samanburðar er talið æskilegt að styrkur BHB fari ekki yfir 1,00 mmól/l í byrjun mjaltaskeiðs (DHHPS 1994). Hér er því um umtalsverða hækkun að ræða, sem er þó ekki óþekkt við íslenskar aðstæður (Grétar Hrafn Harðarson 1980 og 1994).

Tíðni súrdoða er mjög há á Íslandi, t.d. eru milli 12-17% kúa í Helluumdæmi meðhöndlaðar af dýralækni við klíniskum súrdoða árlega. Rannsókn á tíðni súrdoða, sem gerð var veturinn 1984-85 í Austur Skaftafellssýsluumdæmi, sýndi að tíðni klínisks súrdoða var 23% og tíðni dulins súrdoða 37% (Birnis Bjarnason 1985). Kýr fara að sýna einkenni súrdoða þegar blóðsykur lækkar og styrkur BHB hækkar í 3-5 mmól/l. Gildin í báðum hópunum sýna að stutt var í klíniskan súrdoða. Reyndar sýndu fjórar kýr í meðferð 550 og átta kýr í meðferð 825 einkenni lysterleysis á einhverjum tíma mjaltaskeiðsins. Fjórar kýr voru meðhöndlaðar af dýralækni við súrdoða, þar af þrjár í meðferð 550.

Marktæk fylgni var milli BHB og ýmissa þátta í fõðri (2. tafla). Þekkt er að margir þættir aðrir en orkuástand hafa nokkur áhrif á styrk BHB í blóði, t.d. hækkar BHB yfirleitt eftir fõðrun. Sérstaklega er þetta áberandi ef illa verkað vothey er gefið (Dale og Vik-Mo 1979). Einnig hefur verið sýnt fram á erfðafræðilegan breytileika (Henricsson o.fl. 1977).

2. tafla. Fylgni (r) milli blóðefna og ýmissa efna í fõðri.

	Meðferð	NEFA	BHB	UREA-N	Albúmin	Mg	Fosfór
FE át/FE þarfir	Kjf-550	-0,25 ***	-0,23 ***				
	Kjf-825	-0,08	-0,34 ***				
	Alls	-0,18 ***	-0,30 ***				
Hráprótein, %	Kjf-550			0,36 ***	-0,02		
	Kjf-825			0,06	0,06		
	Alls			0,47 ***	0,16 ***		
AAT, g/dag	Kjf-550			-0,08	0,18 ***		
	Kjf-825			0,05	0,13 *		
	Alls			-0,07	0,13 **		
PBV, g/d	Kjf-550			0,42 ***	0,01		
	Kjf-825			0,05	-0,01		
	Alls			0,52 ***	0,18 ***		
Nyt, kg/d	Kjf-550	0,03	-0,01	0,08	0,14 *		
	Kjf-825	0,02	0,41 ***	-0,09	0,29 ***		
	Alls	0,02	0,19 ***	-0,05	0,19 ***		
Fosfór, %	Kjf-550						0,54 ***
	Kjf-825						0,58 ***
	Alls						0,59 ***
Mg, %	Kjf-550					0,04	
	Kjf-825					0,17 *	
	Alls					0,12 *	

Styrkur hrápróteins í heildarfóðrinu var mun hærrí í byrjun tímabilsins í meðferð 550, eða um 17% samanborið við um 15% í meðferð 825. Þessi munur minnkaði þegar gróffóðurát í meðferð 825 jóskt. Einnig var um 5% munur á hrápróteinmagni í g/d fyrstu 12 vikurnar. Jafnframt kom í ljós að PBV gildin (protein balans í vommen) í meðferð 825 voru mun lægri en í meðferð 550. Þetta endurspeglast í styrk urea-N og albúmíns í blóði en marktækur munur var á urea-N milli hópanna (1. tafla). Þó voru báðir hópar með gildi ofar lágmarki, sem er 1,70 mmól/l (3. mynd; DHHPS 1994).

Góð fylgni fannst á milli urea-N í blóðinu og hráprótein % í fóðrinu og PBV í meðferð 550, þar sem PBV gildið var hærra (2. tafla). Hins vegar er ekkert samband á milli AAT g/dag og urea og bendir þetta á tengsl urea og leysanleika próteins í fóðri fremur en tengsl við heildarpróteinfóðrun. Munur á styrk albúmíns milli hópa nálgadist að vera marktækur (1. tafla; $P=0,06$) en í báðum hópum var styrkur albúmíns vel viðunandi og mun hærrí en lágmarksgildi sem er um 30,0 g/l (4. mynd; DHHPS1994). Marktæk fylgni var á milli albúmíns og AAT g/dag (próteinfóðrunar) í öllum hópum (2. tafla).

Styrkur magnesíum í blóðinu var viðunandi allt tímabilið (5. mynd; 1. tafla). Eðlileg gildi eru á bilinu 0,80-1,23 mmól/l (DHHPS 1994). Nokkur fylgni var milli magnesíums í fóðri og styrks þess í blóði (2. tafla). Styrkur fosfórs var einnig viðunandi allt tímabilið (6. mynd; 1. tafla). Eðlileg gildi eru á bilinu 1,39-2,50 mmól/l (DHHPS 1994). Góð fylgni var milli fosfórs í fóðri og styrks fosfórs í blóði (2. tafla).

ÁLYKTANIR

Það er athyglisvert hve styrkur ketonefna í blóði er hár og ljóst samkvæmt þeim mælingum að fóðrun var óviðunandi í báðum meðferðum enda þótt orkujafnvægisútreikningar styðji það ekki eindregið. Í byrjun mjaltaskeiðs náði hlutur kjarnfóðurs í heildarþurrefnisáti tæpum 45% í meðferð 825 og 34% í meðferð 550. Mun hærra hlutfall þarf til að ná hámarksátgetu og þar með viðunandi orkuástandi (Broster o.fl. 1979). Meira kjarnfóður í meðferð 825 jók orkuát og bætti útreiknað orkujafnvægi í byrjun mjaltaskeiðs en þrátt fyrir það varð ekki marktæk hækkun á hámarksdagsnyt. Hugsanlegt er að orkunýting í meðferð 825 hafi verið verri en útreikningar gefa til kynna, e.t.v. vegna þess hversu PBV gildi voru lág.

HEIMILDIR

Athanasíou, V.N. og Phillips, R.W. (1973). Hormonal and substrate alterations in pre- and postpartum cows. *Fed. Proc.*, 32, 905, (abst).

Baird, G.D. (1977). Aspects of ruminant intermediary metabolism in relation to ketosis. *Biochem. Rev.*, 5, 819-827.

Birnir Bjarnason (1985). Ketose hos malkeköer í Austur Skaftafellssýslu vinteren 1984-1985. Köbenhavn.

Broster, W.H., Sutton, J.D. og Bines, J.A. (1979). Concentrate : Forage ratios for high yielding dairy cows. In: Recent Advances in Animal Nutrition 1978. Studies in the Agricultural and Food Sciences. Butterworth.

Coggins, C.R.E. og Field, A.C. (1976). Diurnal variation in the chemical composition of plasma from lactating beef cows on three energy intakes. J. Agric. Sci. 86, 595-602.

Dale, H. og Vik-Mo, L. (1979). Surförkvalitet og ketose. Norsk Vet. Tidsskr. 91,(4), 219-226.

Dale, H., Halse, K. og Vik Mo, L. (1978). Ei feltgransing over ketose hjá mjolkekyr sett i hove til energidekninga i tidleg laktasjon. Norsk Veterinaer Tidsskr. 90, 3-10.

Dale, H., Vik-Mo, L. og Fjellheim, P. (1979). Afield survey of fat mobilization and liver function of dairy cows during early lactation. Nord vet. Med., 31, 97-105.

DHHPS (1994). Dairy Herd Health and Productivity Service. The Univerisity of Edinburgh. Persónulegt samband.

Grétar Hrafn Harðarson (1980). An investigation into bovine ketosis in Iceland and its relationship to feeding practices. Thesis submitted for MPhil. Edinburgh University.

Grétar Hrafn Harðarson (1994). Athugun á fódrun, nyt og blóðefnum í byrjun mjaltaskeiðs. Helluvað, Rangárvallasýslu. Óbirt.

Henricsson, B., Jönsson, G. og Pherson, B. (1997). Lipid pattern, glucose concentration and ketone body level in the blood of cattle, variation with age, stage of lactation, and between groups of half sisters. Zbl. Vet. Med. A. 24, 89-102.

Jönsson, G. og Pehrson, B. (1972). Some blood parameters in dairy cows at different feeding intensities. VII international meeting on diseases of cattle. London, 250-257.

Kelly, J.M. (1977). Changes in serum betahydroxybutyrate concentrations in dairy cows kept under commercial farm conditions. Vet. Rec. 101, 499-502.

Kronfeld, D.S., Raggi, F. og Ramberg, C.F. (1968). Mammary blood flow and ketone body metabolism in normal, fasted and ketotic cows. Am. J. Physiol., 215, 218-227.

Lee, A.J., Twardock, A.R., Bubar, R.H., Hall, J.e. og Davis, C.L. (1978). Blood metabolic profiles: Their use and relation to nutritional status of dairy cows. J. Dairy Sci. 61, 1652-1670.

Manston, R., Russell, A.M., Dew, S.M. og Payne, J.M. (1975). The influence of dietary protein upon blood composition in the dairy cows. VEt. Rec. 96, 497-502.

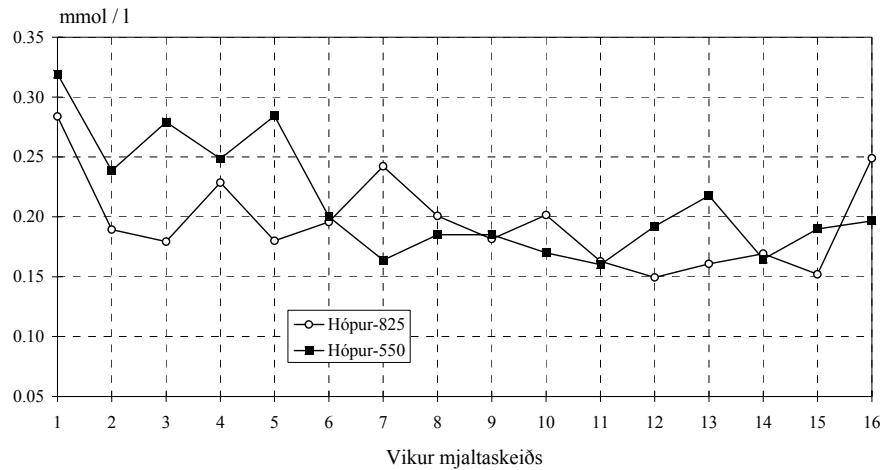
Morrow, D.A. (1969). Phosphorus deficiency and infertility in dairy heifers. J. Am. Vet. med. Ass. 154, 761-768.

Payne, J.M., Dew, S.M., Manston, R. og Faulks, M. (1970). The use of a metabolic profile test in dairy herds. Vet. Rec. 87, 150-158.

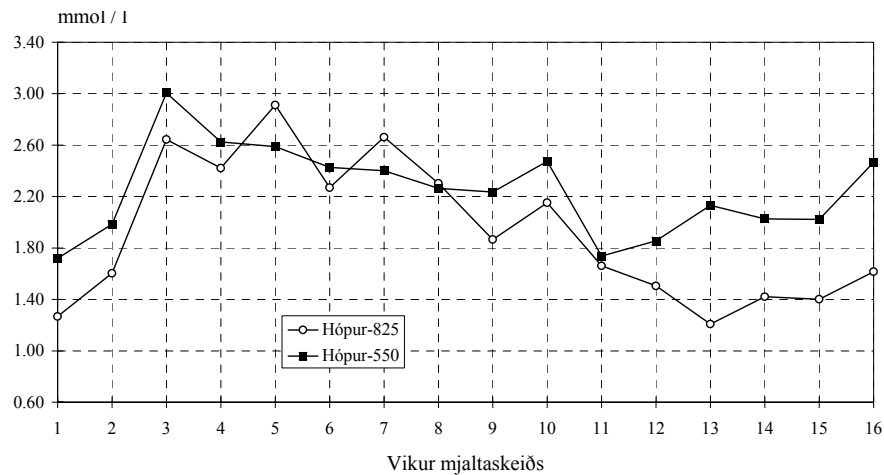
Payne, J.M., Manston, R. og Dew, S. (1972). The interpretation of metabolic profiles in relation to energy and protein intake. National conference for feed manufacturers: 6. Ed. Swan, H. og Lewis, D., Univ. of Nottingham.

Treacher, R.J., Stark, A.J., Collis, K.A. og Stark, A.J. (1976). The influence of dietary protein intake on milk production and blood composition of high yielding dairy cows. J. Dairy Res. 43, 357-369.

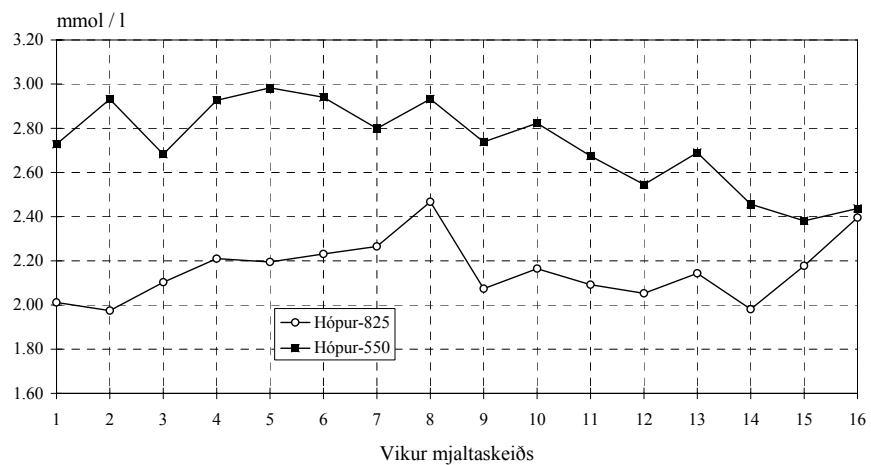
Weigand, E., Young, J.W. og McGillard, A.D. (1972). Extent of butyrate metabolism by bovine rumenoreticulum. J. Dairy Sci. 55, 589-597.



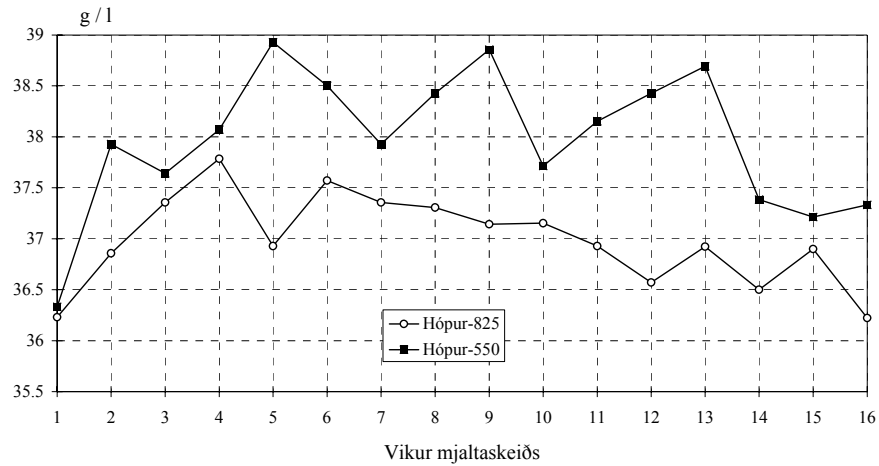
1. mynd. Áhrif kjarnföðurgjafar á styrk (mmól/l) frjálsra fitusýra (NEFA) í blóðsermi. Meðaltöl 16 vikna: Hópur-825=0,194; hópur-550=0,212; P=0,15; Staðalskekka=0,008.



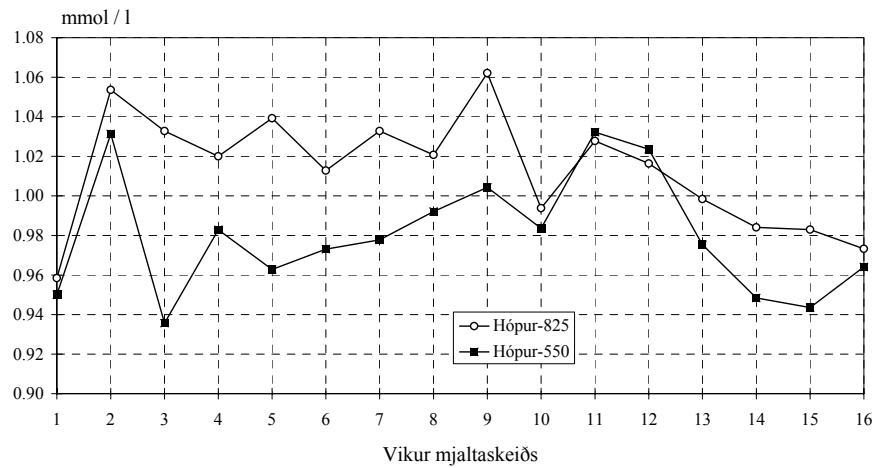
2. mynd. Áhrif kjarnföðurgjafar á styrk (mmól/l) ketonefna (BHB) í blóðsermi. Meðaltöl 16 vikna: Hópur-825=1,93; hópur-550=2,24; P=0,40; Staðalskekka=0,25.



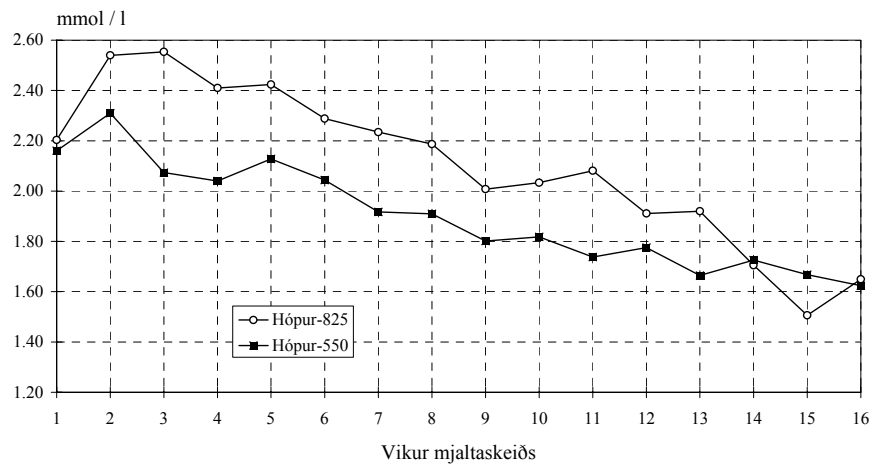
3. mynd. Áhrif kjarnföðurgjafar á styrk (mmól/l) Urea-N í blóðsermi. Meðaltöl 16 vikna: Hópur-825=2,14; hópur-550=2,73; P=0,00; Staðalskekka=0,073.



4. mynd. Áhrif kjarnfóðurgjafar á styrk (g/l) albúmíns í blóðsermi.
 Meðaltöl 16 vikna: Hópur-825=37,0; hópur-550=38,0; P=0,06; Staðalskekkja=0,35.



5. mynd. Áhrif kjarnfóðurgjafar á styrk (mmól/l) Mg í blóðsermi.
 Meðaltöl 16 vikna: Hópur-825=1,01; hópur-550=0,98; P=0,17; Staðalskekkja=0,016.



6. mynd. Áhrif kjarnfóðurgjafar á styrk (mmól/l) ólífræns fosfór (P) í blóðsermi.
 Meðaltöl 16 vikna: Hópur-825=2,10; hópur-550=1,90; P=0,003; Staðalskekkja=0,038.