

BS – ritgerð

Maí 2018

Áhrif kjarnfóðurs í stað mjólkur á vöxt og þroska smákálfa

Haukur Marteinnsson



Auðlinda- og umhverfiseild

BS – ritgerð

Maí 2018

Áhrif kjarnfóðurs í stað mjólkur á vöxt og þroska smákálfa

Haukur Marteinnsson

Leiðbeinandi: Þóroddur Sveinsson

Landbúnaðarháskóli Íslands
Búvísindabraut

Yfirlýsing

Hér með lýsi ég því yfir að verkefni þetta er byggt á mínum eigin athugunum, er samið af mér og að það hefur hvorki að hluta né í heild verið lagt fram áður til hærri prófgráðu.

Haukur Marteinnsson

Ágrip

Markmið þessa verkefnis var að skoða áhrif kjarnfóðurs í stað mjólkur á vöxt og þroska smákálfa. Í verkefninu voru 32 kálfar sem skipt var upp í 8 meðferðahópa og voru 4 kálfar í hverjum hóp. Þrjár tímalengdir mjólkurskeiðs voru prófaðar og tveir mismunandi mjólkurduftsstyrkir (155g/L, 200g/L). Tímalengdir duftmjólkurhópanna voru 54, 38 og 25 dagar eða 2, 1,5 og 1 mánuður á frjálsum aðgangi mjólkur auk 3 daga broddgjafar. Til viðmiðunar voru tveir hópar sem fengu ferskmjólk í 52 daga ásamt sömu broddmeðferð og dufthóparnir. Frjáls aðgangur var að kjarnfóðri, heyi og vatni allan tilraunatímamann sem voru 4 mánuðir (120 dagar). Allir hópar höfðu frjálsan aðgang að sinni mjólkurgerð í mismunandi tíma eftir því hvaða meðferðarhópi þeir lentu í en fráfærutíminn var jafn langur hjá öllum hópum eða 2x2 L mjólk á dag í 10 daga.

Megin niðurstöður tilraunarinnar eru skýrar:

- Hægt er að stytta mjólkurskeið kálfa niður í 1,5 mánuð. Þeir skila sambærilegum vexti og 2 mánaða kálfar.
- Ekki skiptir máli upp á vöxt og vaxtarhraða hvort gefin er duftmjólk með 155 eða 200 g/L ef frjáls aðgangur er að mjólkinni.
- Kálfar á 200g/L mjólkinni áttu marktækt minna kjarnfóður en 155g/L kálfarnir.
- Duftmjólkurkálfnir stóðu sig allir betur en ferskmjólkurkálfnir svo spyrja má sig um ágæti þess að gefa kálfum ómeðhöndlaða ferskmjólk af misjöfnum gæðum.
- Ferskmjólkur kálfarnir skiluðu dýrasta eldinu.

Þessar niðurstöður eru byggðar á þeim forsendum að kálfarnir hafi frjálsan aðgang að mjólk allan mjólkurskeiðstímamann og kjarnfóðri, heyi og vatni frá fæðingu.

Þakkir

Ég vil þakka leiðbeinanda mínum Þóroddi Sveinssyni fyrir aðstoð við undirbúning, ráðleggingar og hjálp við úrvinnslu þessa verkefnis.

Lífland – Landbúnaður þakka ég fyrir mjólkurduftið og kjarnfóðrið sem notað var í þessari tilraun. Þróunarsjóði landbúnaðarins og Félagi þingeyskra kúabænda þakka ég fyrir fjárstyrki.

Hvanneyrarfjósinu og starfsmönnum þess þakka ég sérstaklega fyrir alla hjálpinu við gerð verkefnisins eins og aðstoð við vigtanir, umhirðu og gjafir hjá kálfunum. Einnig þakka ég þeim fyrir lánið á aðstöðu fjósins, heysins sem búið lagði til bæði til gjafar og undirburðar og síðast en ekki síst kálfunum sem fæddust og voru notaðir í tilrauninni.

Einnig vil ég þakka kúabúunum Refsstöðum og Skálpastöðum fyrir að treysta mér fyrir kálfunum sínum sem ég fékk lánaða í þessa tilraun.

Að lokum vil ég þakka kærustunni minni Kristlaugu Þórsdóttir fyrir mikla þolinmæði og stuðning við gerð þessa verkefnis.

Efnisyfirlit

Myndir	vi
Töflur	vi
1. Inngangur	1
1.1 Rannsóknir hérlendis	1
1.2 Erlendar rannsóknir	4
1.3 Markmið þessa verkefnis	6
2. Efni og aðferðir (vinnuferill, gögn og aðferðir)	7
2.1. Mælingar	8
2.2. Meðferðarhóparnir	9
2.3 Duftmjólkín	11
2.4 Fráfærutímabil	11
2.5 Útreikningar og tölfræðileg úrvinnsla	12
3. Niðurstöður	13
3.1 Vaxtarhraði hópa	14
3.2 Kjarnfóðurát	17
4. Umræður	19
4.1 Niðurstöður í samanburði við eldri rannsóknir	19
4.2 Kostnaðarsviðsmyndir mismunandi mjólkurskeiða	21
4.3 Fyrri rannsóknir með sýrða mjólkurgjöf og frjálsan aðgang	22
4.4 Sjúkraskýrsla	23
5. Samantekt	24
Heimildaskrá	25
Viðaukar	27

Myndir

Mynd 1 Yfirlit yfir tímalengdir fóðurskeiða og mjólkurgerðir sem gefnar voru.	10
Mynd 2 Vöxtur allra kálfa í tilrauninni.....	13
Mynd 3 Kjarnfóðurát hópa.....	18
Mynd 4 Vöxtur kálfa sem voru á 28 daga mjólkurskeiðinu með 155g/L duftblöndu.....	20

Töflur

Tafla 1 Yfirlit um íslenskar rannsóknir frá 1971 til 2017 um eldi smákálfa.	2
Tafla 2 Yfirlit yfir tilraunahópa í hvorri lotu.....	10
Tafla 3 Fæðingarþungi kálfa eftir kyni.....	13
Tafla 4 Fæðingarþungi kálfa eftir hópum.....	14
Tafla 5 Meðal meðalvaxtarhraði kálfa eftir hópum við 75 daga aldur.....	14
Tafla 6 Megináhrif duftstyrks við 75 daga aldur á vöxt og vaxtarhraða.....	15
Tafla 7 Vöxtur (kg) og vaxtarhraði (kg/dag) hópa á mismunandi aldri samkvæmt aðhvarfsjöfnum fyrir vöxt.....	16
Tafla 8 Megináhrif duftstyrks á át í 120 daga, kg.	17
Tafla 9 Megináhrif tímalengdar mjólkurskeiðs á át í 120 daga, kg.....	18
Tafla 10 Kostnaður kálfaeldis eftir tímalengd mjólkurskeiða við 120 daga aldur.....	21
Tafla 11 Kostnaður kálfaeldis eftir duftstyrkjum við 120 daga aldur.....	22
Tafla 12 Innihaldslýsing Alikálfaköggla samkvæmt upplýsingum frá framleiðanda.....	27
Tafla 13 Innihaldslýsing Sprayfo Royal mjólkurduftsins samkvæmt upplýsingum frá framleiðanda....	28
Tafla 14 Meðaltal tanksýna árið 2017 hjá Hvanneyrarbúinu (n=52).....	28
Tafla 15 Meðalinnihald heysýna (n = 4).....	29
Tafla 16 Aðhvarfsjöfnur.....	30
Tafla 17 Aðhvarfsstuðlar (R2) og staðalskekkjur fasta (a) og hallastuðla (b, c) í 2. stigs aðhvarfsjöfnum sem sýna vöxt (kg) hópa sem fall af aldri (dögum).....	30

1. Inngangur

Frjáls aðgangur kálfa að sýrðri mjólk hefur fest sig æ betur í sessi sem viðurkennd aðferð við fóðrun smákálfa. Vangaveltur um styttingu mjólkurskeiðsins jafnt og áhrif aukins duftstyrks á vöxt og þroska kálfa hafa sömuleiðis aukist þó tilraunir og athuganir á því viðfangsefni séu af skornum skammti á íslenskum kálfum og aðstæðum. Því var lagt af stað með þessa tilraun sem hafði þau tvö megin viðfangsefni að í fyrsta lagi svara spurningunni hvort hægt sé að stytta mjólkurskeið kálfa og í öðru lagi hvort borgi sig að auka duftstyrk mjólkurinnar sem gefin er.

Rannsóknir hafa verið gerðar á eldi kálfa og mismunandi aðferðum við það, bæði hérlendis og erlendis og því úr miklu að byggja á. Rannsóknir á Möðruvöllum, Stóra-Ármóti, Rangárvöllum og Hvanneyri ásamt fleiri stöðum hafa varpað ljósi á þetta efni en þó er margt um fóðrun smákálfa enn á huldu. Ekki einungis er langt því frá einfalt og jafnvel ómögulegt að svara spurningunni um hvernig hið fullkomna kálfaeldi lítur út þar sem svo gríðarmargir þættir og sjónarmið hafa áhrif heldur eru einnig áherslur bænda og kröfur um eldið ætíð að breytast. Þar er kostnaðarliðurinn stór þáttur þar sem t.d. verð afurðastöðvar á mjólk getur skipt sköpum um hve mikla mjólk kálfarnir fá og hve lengi. Verð á kjarnfóðri er síðan þáttur sem stækkar í sífellu þar sem bændur eru almennt farnir að gefa kálfum sínum og gripum öllum meira kjarnfóður heldur en tíðkaðist á árum áður. Mikilvægi kjarnfóðurnotkunar er ekki nýtt rannsóknarefni en þó virðast bændur ekki sannfærðir um ágæti þess að gefa kálfunum sínum ótakmarkað kjarnfóður. Það er þó að breytast og sérstaklega má nefna aukið faglegt nautaeldi íslenskra bænda síðustu árin. Margar eldisrannsóknir eru til víðsvegar úr heiminum og áhrif kjarnfóðurs á vöxt og þroska smákálfa hefur verið rannsakað þó nokkuð.

Þó mjög hafi færst í aukana að bændur hafi kálfana á frjálsum aðgangi að mjólk bæði sýrðri og ósýrðri er þekking á þessari fóðrunaraðferð takmörkuð hér á landi. Kveikjan að þessu verkefni var því bæði sú að skortur var á þekkingu á þessu efni hér á landi og eins hafði undirritaður nemandi þessa verkefnis mikinn áhuga á hagkvæmni við fóðrun nautgripa.

1.1 Rannsóknir hérlendis

Fyrstu tilraunir hér á landi með að stytta mjólkurskeið kálfa og gefa ótakmarkað mjólkurlíki voru kynntar á Ráðunautafundi árið 1972 (Bragi Línal Ólafsson, 1972). Í tilrauninni var kálfunum skipt í 4 kvíguhópa og 4 nautahópa sem höfðu frjálsan aðgang að heyi og annaðhvort frjálsan eða takmarkaðan aðgang að tólgarmjöli, nýmjólk og undanrennu. Tilraunin sýndi að með ótakmarkaðri mjólkurlíkisgjöf (tólgarmjöli) var hægt að ná mun meiri vaxtarhraða en með öðrum aðferðum á mjólkurskeiði og að það var hægt að stytta mjólkurskeiðið úr 12 vikum, sem þá var algengast, í 6-8 vikur með frjálsri kjarnfóðurgjöf. Þetta var tímamótaverkefni sem féll þó í gleyskunnar dá (sjá töflu 1).

Tafla 1 Yfirlit um íslenskar rannsóknir frá 1971 til 2017 um eldi smákálfa.

Höfundar	Aldur dagar	Kyn og fjöldi	Þyngd kg	Vaxtarhraði kg/dag	Gjafaaðferð
Bragi Líndal 1972	100*	8 naut	139	1,066	Bráðaeldi með ótakmörkuði tólgarmjöli í 89 daga
Bragi Líndal 1972	100*	4 kvígur	115	0,864	Bráðaeldi með ótakmörkuði tólgarmjöli í 89 daga
Bragi Líndal 1972	100*	8 naut	105	0,73	Eldi með takmarkaðri tólgargjöf í 89 daga
Bragi Líndal 1972	100*	4 kvígur	93	0,64	Eldi með takmarkaðri tólgargjöf í 89 daga
Bragi Líndal 1972	100*	8 naut	103	0,708	Eldi með takmarkaðri undanrennugjöf í 89 daga
Bragi Líndal 1972	100*	4 kvígur	90	0,609	Eldi með takmarkaðri undanrennugjöf í 89 daga
Bragi Líndal 1972	100*	8 naut	105	0,73	Bráðaeldi með kjarnfóðri (42 dagar á mjólk+ takm. tólg)
Bragi Líndal 1972	100*	4 kvígur	89	0,595	Bráðaeldi með kjarnfóðri (42 dagar á mjólk+ takm. tólg)
Gunnar Ríkhartsson o.fl. 1996	78	36 naut	79	0,615	Takmörkuð ferskmjólkurgjöf (Ísl. og Galloway bl.)
Sigríður Bjarnadóttir 1997	84	36 naut	84	0,615	Takmörkuð ferskmjólkurgjöf
Póroddur Sveinsson og Laufey Bjarnadóttir 2000	89	6 naut	80	0,556	Takmörkuð ferskmjólkurgjöf
Póroddur Sveinsson og Laufey Bjarnadóttir 2000	88	6 kvígur	77	0,534	Takmörkuð ferskmjólkurgjöf
Póroddur Sveinsson og Jóhannes Sveinbjörnsson 2003	84	12 naut	92	0,702	Takmörkuð mjólkurgjöf duft/ferskmjólk
Grétar Hrafn Harðarson o.fl. 2007	84	25 kvígur	76	0,525	Takmörkuð ferskmjólkurgjöf
Jóhannes Kristjánsson 2014	56	3/8 naut/kvígur	71	0,688	Ótakmörkuð sýrð mjólk
Sara Björk Þorsteinssdóttir 2015	84	4/14 naut/kvígur	90	0,695	Tíðni og magn takmarkaðrar mjólkurgjafar
Póroddur Sveinsson 2017	69	24 naut	83	0,739	Ótakmörkuð sýrð mjólk
Póroddur Sveinsson 2017	109	24 naut	128	0,881	Ótakmörkuð sýrð mjólk+40 dagar ótakmarkaðir kögglar

*Í heimildinni er ekki gefinn upp lokaaldur og fæðingarpungi kálfanna þannig að aldur og vaxtarhraði er áætlaður.

Á Möðruvöllum voru gerðar rannsóknir á árunum 1991 til 1993 þar sem vaxtarhraði íslenskra nautkálfa og Galloway blendinga var skoðaður (tafla 1). Íslensku kálfarnir voru vandir 11 vikna gamlir af takmarkaðri mjólk og var þá meðalvaxtarhraði þeirra 615 g/dag. Eftir mjólkurskeiðið fram að 120 daga aldri uxu kálfarnir hinsvegar að meðaltali 721 g/dag og átu 850 g/dag af kjarnfóðri (Gunnar Ríkhartsson o.fl., 1996). Þarna er dæmi um hve vel heilbrigðir kálfar geta vaxið á ótakmörkuðum aðgangi að kjarnfóðri strax eftir mjólkurskeiðið. Póroddur Sveinsson og Laufey Bjarnadóttir (2000) birtu niðurstöður tilraunar um samanburð á íslenskum nautkálfum og hálfblendingum (Angus- eða Limósín-). Kálfarnir fengu takmarkaða ferskmjólkurgjöf en frjáls aðgangur að heyi og kjarnfóðri. Þar uxu alíslensku kvígukálfarnir 534 g/dag og nautkálfarnir 556 g/dag.

Í tilraun með mjólkurduft fyrir smákálfa (Þóroddur Sveinsson & Jóhannes Sveinbjörnsson, 2003) voru tvær mismunandi tegundir mjólkurdufts skoðaðar og bornar saman við ferskmjólk á 84 daga mjólkurskeiði (tafla 1). Dufttegundirnar voru mismunandi, önnur innihélt undanrennuduft blandað mjólkurfitu og hitt undanrennuduft blandað jurtafitu. Frjáls aðgangur að heyi og kjarnfóðri var allan tímann en aðgangur að mjólk var takmarkaður. Engin marktækur munur mældist á meðalvaxtarhraða milli dufttegundanna sem var að meðaltali 702 g/dag.

Tilraun Grétars Hrafns Harðarsonar o.fl (2007) hafði það markmið að finna leið til að fullnýta vaxtargetu kvígna á fyrstu 12 vikum ævi þeirra (tafla 1). Kvígurnar fengu takmarkaða ferskmjólkurgjöf í 8 vikur. Frjáls aðgangur var gefin að kjarnfóðri með mismiklu trénisinnihaldi en heygjöfin var takmörkuð. Meðalvaxtarhraði kvígnanna í þessari tilraun var 525 g/dag og má velta því fyrir sér hvort frjáls aðgangur kvíganna að kjarnfóðri hafi ekki verið nóg til að vega upp á móti lítilli mjólkurgjöf.

Jóhannes Kristjánsson (2014) skoðaði áhrif þess að fóðra smákálfa í 8 vikur á ótakmörkuðum aðgangi að sýrðri ferskmjólk miðað við að gefa kálfum hámarks mjólkurskammt upp á 6 L/dag af ósýrðri duftmjólk með 140 g/L (tafla 1). Frjáls aðgangur var að bæði kjarnfóðri og heyi allan meðferðartímann. Kálfarnir á frjálsa aðganginum uxu umtalsvert betur en kálfarnir á takmörkuðu gjöfinni eða 688 g/dag á móti 463 g/dag við 56 daga aldurinn. Má af þessari tilraun draga þá ályktun að sýring mjólkurinnar borgi sig þar sem þeir kálfar fengu engin skitutilfelli á meðan nokkuð var um það hjá kálfunum á takmarkaða aðgangnum og að auki uxu kálfarnir á sýrðu mjólkinni umtalsvert meira. Vert er þó að benda á að sýringin sjálf var ekki ein að verki varðandi það að kálfarnir uxu betur heldur nýttu þeir sér tækifæri frjálsa aðgangsins vel og drukku að meðaltali 2,25 L meira af mjólk á dag heldur en kálfarnir á takmarkaða aðgangnum sem skilaði sér í meiri vaxtarhraða.

Eftir tilraun Jóhannesar með sýrðu mjólkina vöknudu margar spurningar, meðal annars hvaða aðferð myndi henta best við að venja kálfa af mjólkurdrykkju og yfir á kjarnfóður svo það hafi sem minnst neikvæð áhrif á vaxtarhraða og heilsufar kálfsins. Eins komu fram vangaveltur um möguleikann á því að venja kálfana við yngri aldur af mjólkinni þar sem þeir höfðu náð mun meiri líffunga og þroska en jafngamlir kálfar á takmörkuðum aðgangi. Jóhannes vandi kálfana í sinni tilraun af mjólk með því að gefa þeim fastan skammt upp á 4 L á dag í 14 daga sem er tæplega helmingsmagn af því sem kálfarnir drukku á frjálsa aðganginum (Jóhannes Kristjánsson, 2014).

Sara Björk Þorsteinsdóttir (2015) skoðaði hvernig best væri að fara að því að venja kálfa af mjólk (tafla 1). Þrjú meðferðarhópar tóku þátt í þeirri tilraun. Tímalengd fráfærunnar var 7 dagar en munurinn lá í hve mikla mjólk og hve oft hún var gefin á þessum 7 dögum. Hóparnir fengu í fyrsta lagi 2 L einu sinni á dag, í öðru lagi 2 L tvisvar á dag og síðast 3 L einu sinni á dag í 7 daga. Frjáls aðgangur var að heyi, kjarnfóðri og vatni á meðan fráfærinni stóð en kjarnfóður var ekki gefið á mjólkurskeiðinu svo það

gæti hafa haft tefjandi áhrif á að kálfarnir lærðu kjarnfóðurátið þegar mjólkinn var minnkuð við þá. Ekki var marktækur munur á vaxtarhraða hópanna sem var 695 g/dag.

Póroddur Sveinsson (2017) birti niðurstöður tilraunar sem hafði það að markmiði að finna hámarks vaxtargetu íslenskra nauta (tafla 1). Í þeirri tilraun höfðu kálfarnir frjálsan aðgang að sýrðri duftmjólk, kjarnfóðri og heyi að 62 daga aldri (+ 7 daga fráfæruaðlögun) áður en þeir héldu áfram á ótakmörkuðum aðgangi að kálfaköggjum á svokölluðu kálfaköggglaskeiði í 40 daga. Á mjólkurskeiðinu uxu nautin að jafnaði 783 g/dag og á kálfaköggglaskeiðinu uxu þeir enn meira eða 1,1 kg/dag. Við 109 daga aldurinn eða þegar kálfaköggglaskeiðinu lauk voru kálfarnir 128 kg þungir að meðaltali með vaxtarhraða upp á 881 g/dag. Kálfarnir höfðu eins og áður kom fram ótakmarkaðan aðgang að mjólk en styrkur hennar var tvískiptur. Fyrsta hluta mjólkurskeiðsins fengu kálfarnir sýrða duftmjólk með 65 g/L af mjólkurdufti áður en styrkurinn var aukin í 80 g/L sem hann var í út mjólkurtímabilið. Þetta er mun þynnri duftmjólk heldur en framleiðandi duftsins segir að blanda skuli þegar takmörkuð mjólkurgjöf er á kálfunum en þessi duftstyrkur var valin því að mjólkurgjöfin var ótakmörkuð og því gert ráð fyrir að kálfarnir drykkju mun meira heldur en á hefðbundinni takmarkaðri mjólkurgjöf og mögulega til að koma í veg fyrir meltingatruflanir.

Ályktun skýrsluhöfundar var að mögulega mætti stytta mjólkurskeiðið og lengja kálfaköggglaskeiðið og eins væri duftstyrkur mjólkurinn órannsakað efni þegar gefinn er frjáls aðgangur að mjólkinni.

1.2 Erlendar rannsóknir

Van Amburgh, Soberon, Karszes og Everett (2014) tóku saman niðurstöður 11 rannsókna um fóðrun kvígukálfa. Kvígur sem eru á sterku eldi fyrstu mánuði ævinnar skila undantekningarlaust meiri afurðum (mjólk) heldur en kvígur aldar á veiku eða hefðbundnu eldi. Þá sést einnig á þessum tilraunum að kostnaður við að ala kvígur á sterkara eldi er umtalsvert hærri heldur en á hefðbundnu eldi. Niðurstöður samantektarinnar sýndu að sterkara eldi kostaði að jafnaði 41% meira á hvern kálf en veikara eldi. Niðurstöðurnar sýna hinsvegar að þessi aukni kostnaður skilar sér allur til baka og vel það seinna á æviskeiði kvígunnar. Kvígurnar báru að meðaltali 22,2 mánaða gamlar eða 2,3 mánuðum yngri en kvígur aldnar á hefðbundnu eldi auk þess sem að þær bæði mjólkuðu meira og entust fleiri mjaltaskeið (Van Amburgh o.fl., 2014).

Dýrt er að ala upp kvígur og því mikil sóknarfæri í því að stytta tímenn að fyrsta burði þar sem það skilar sér í auknum afurðum og í framhaldi af því, tekjum (Froidmont o.fl., 2013). Fjöldi erlendra rannsókna hafa verið gerðar á fóðrun smákálfa hvað varðar tímalengdir mjólkurskeiða, hvernig mjólk er gefin og í hvaða magni og styrkleikum og hvaða áhrif allar þessar breytur hafa á vöxt og þroska dýrsins. Þá er

hægt að hafa bein áhrif á vambarþroska kálfa með styttingu mjólkurskeiðsins (Anderson, Nagaraja, & Morrill, 1987).

Árið 2005 var stór tilraun gerð á samtals 438 Holstein kálfum þar sem munurinn á gerilsneyddri ferskmjólkurgjöf og mjólkurduftsgjöf var skoðaður út frá hagfræðilegu sjónarmiði (Godden o.fl., 2005). Takmörkuð mjólkurgjöf var á kálfunum en frjáls aðgangur að kjarnfóðri. Ferskmjólkin var hin týpíska frumuháa mjólk sem alltaf fellur til og duftið var með hefðbundið efnainnihald upp á 20% fitu og 20% prótein. Í ljós kom að gerilsneyðing mjólkur er álitlegur kostur fyrir frumuháa mjólk sem alla jafna yrði ekki seld til manneldis en kálfar á gerilsneyddri ferskmjólk uxu hraðar og voru almennt heilbrigðari en kálfar á duftmjólk. Þó er tekið fram að gerilsneyðing mjólkurinnar er svo kostnaðarsöm að minnst 23 kálfar þufa að vera á mjólkurfóðrun til að sú aðferð borgi sig umfram kaup á mjólkurdufti (Godden o.fl., 2005).

Árið 2009 kom út skýrsla tilraunar sem einnig átti að varpa ljósi á mun ferskmjólkur og duftmjólkur en nú með ógerilsneyddri ferskmjólk. Þrjár tilraunahópar voru sem fengu einungis duftmjólk, ferskmjólk blandaða mjólkurdufti eða einungis ferskmjólk. Mjólkurduftið sem var notað innihélt hefðbundið magn af fitu og próteini eða 20% af hvoru. Einnig voru áhrifin skoðuð af því að gefa kálfunum mjólkurduft með mismiklu fituinnihaldi en sama próteininnihaldi. Þar innihéldu bæði duftin 27% hráprótein en annað 31% og hitt 17% fitu. Takmörkuð mjólkurgjöf var á kálfunum en frjáls aðgangur að kjarnfóðri allan tímann. Niðurstöðurnar voru þær að kálfarnir á hreinni duftmjólk uxu betur og sýndu betri fóðurnýtingu en kálfar jafnt á mjólkurdufti + ferskmjólk og eintómri ferskmjólk (Hill o.fl., 2009). Útskýrðu þessir vísindamenn þennan mun sem í ljós kom á þann veg að í ferskmjólkinni var mikill breytileiki í gæðum mjólkurinnar milli gjafa og smitálagið var meira sem hafði greinileg neikvæð áhrif á vöxt ferskmjólkurkálfa. Niðurstöðurnar um notkun mismunandi dufts voru á þann veg að kálfar sem gefið var duftið með lægra fituinnihaldi uxu betur en kálfarnir á fituhærra duftinu (Hill o.fl., 2009).

Tilraun með 60 Holstein x Gyr kvígum sem fengu takmarkaða mjólkurgjöf, 6 L/dag og frjálsan aðgang að kjarnfóðri og vatni var framkvæmd árið 2016. Tilraunin hafði það markmið að rannsaka áhrif mismunandi duftstyrk mjólkur á vöxt og þroska. Prófaðir voru fjórir styrkleikar af mjólkurdufti frá 125 g/L og upp í 200 g/L. Niðurstöðurnar sýndu að kvígurnar sem fengu hæsta duftstyrkinn, 200 g/L, voru með meiri vaxtarhraða og líkamlegan þroska almennt en kvígur sem fengu þynnri blöndur (Azevedo o.fl., 2016).

Í tilraun með 56 Holstein kálfum sem fengu 6, 8, 10 eða 12 L/dag af gerilsneyddri ferskmjólk og ótakmarkaðan aðgang að kjarnfóðri að 55 daga aldri við lok fráfæra sýndi að því minni sem mjólkurgjöfin var því meira var kjarnfóðurátið (Rosenberger o.fl. 2017). Hins vegar var vaxtarhraðinn

mestur í kálfum sem fengu mesta mjólkina, 12 L/dag eða 900 g/dag samanborið við 770 g/dag hjá kálfum sem fengu 6 L/dag.

1.3 Markmið þessa verkefnis

Meginmarkmið verkefnisins var að svara á spurningunni hvort hægt sé að stytta mjólkurskeið kálfa um allt að fjórar vikur án þess að það komi niður á vexti og þroska þeirra.

Markmið 1 Að mæla vöxt og þrif kálfa í 4 mánuði sem voru á 4, 6 eða 8 vikna mjólkurskeiði.

Markmið 2 Að mæla hvað mismunandi styrkur mjólkurdufts í blöndu (% þurrefni) hefur á vöxt og þrif kálfa í samanburði við ótakmarkaðan aðgang kálfa að sýrðri ferskmjólk.

2. Efni og aðferðir (vinnuferill, gögn og aðferðir)

Tilraunin var gerð í tveimur lotum í fjósi Hvanneyrarbúsins, sú fyrri frá 10. janúar til 16. júní 2017 (lota 1) og seinni frá 20. ágúst 2017 til 22. febrúar 2018 (lota 2). Smíðaðar voru þrjár stíur í byrjun þar sem einungis var gert ráð fyrir að prófa 6 hópa en fjórðu stíunni var bætt við seinni veturinn þar sem tilraunahópum fjölgaði í átta. Þá voru þrjár hópar af átta prófaðir í fyrstu lotu og síðan fimm í seinni lotunni. Stían sem losnaði fyrst í seinni lotunni var endurnýtt fyrir síðasta hópinn svo útkoman varð átta hópar. Stíurnar voru smíðaðar úr vörubrettum og grindum sem fundust bæði í Hvanneyrarfjósinu og í gamla kálfafjósinu Þórlág sem staðsett er við hliðina á fjósinu. Hver stía var 9,4m² en þó voru stíur í tveimur tilfellum um 1 m² stærri. Settir voru upp bæði kjarnfóður- og heydallar í stíurnar ásamt fötum fyrir vatn. Ein tútta var í hverri stíu eða fyrir 4 kálfa í u.þ.b. 65 cm hæð frá gólfi sem kálfarnir gátu sogið að vild. Undirburður var þurrt hey sem var settur eftir þörfum. Fjórir kálfar voru í hverjum meðferðarhóp og tóku alls 32 kálfar þátt í þessari tilraun. Allir kálfar höfðu ótakmarkaðan aðgang að kjarnfóðri, heyi og vatni allan meðferðartíman eða að meðaltali 120 daga frá fæðingu og einnig frjálсан aðgang að sýrðri fersk- eða duftmjólk í 25, 38 eða 54 daga eftir því hvaða meðferðarhópi þeir lentu í.

Mjólkurgjöfin var þannig að hver hópur hafði sér túttu og 100 L tunnu sem stóð við hvern hóp. Mjólkinn var sýrð í tunnuna eftir þörfum og geymdist þar köld eða við hitastigið í fjósinu sem var yfirleitt um 5-15°C. Maurasýra var notuð við sýringuna, fyrst var hún þynnt í vatni í hlutföllunum 1:9 og þegar mjólkinn var sýrð var 0,33 L af þynntri sýrunni settur á móti hverjum 10 L af mjólk. Hræring fór fram á þann hátt að fest var á mitt lok tunnunar einföld rafdrifinn borvél. Á borvélina var síðan fest einföld múrhæra sem sá um hræringu mjólkurinnar. Borvélarnar voru tengdar við fjöltengi sem síðan tengdist við tímarofa sem stýrði því að allar borvélarnar fóru í gang á 2 tíma fresti, 1 mínútu í senn og hrærðu í mjólkinni til að koma í veg fyrir að hún skildi sig. Einfalt plastbindi var sett yfir takka borvélarinnar svo hún færi í gang þegar tímarofinn kveikti á rafmagninu. Eilítil vandamál sköpuðust með þetta fyrirkomulag þar sem erfitt var að fá borvélarnar til að ganga á hægum snúningi sem olli því að þegar lítil mjólk var eftir í tunnunni þeyttu spaðarnir sem snerust á miklum hraða efsta lag mjólkurinnar. Með því að hafa alltaf nóg í tunnunum var komið í veg fyrir þetta.

Mjólkurslangan var leidd ofan í botn á tunnunni í stífu plaströri sem verndaði slönguna fyrir hrærispaðanum. Slangan fór síðan upp úr tunnunni og í mjólkur hitara af gerðinni Heatwave sem hitaði mjólkina upp í 41°C sem var hiti mjólkurinnar sem kálfarnir áttu að fá. Einn hitari annaði tveimur hólfum og voru því yfirleitt tveir hitarar í gangi hverju sinni. Hitararnir eru einföld smíði. Innan í þeim eru tveir spíralar á kafi í vatni sem mjólkinn er sogin í gegnum og hitnar á leiðinni. Hitastigi vatnsins er stýrt með einföldum snúningstakka utan á hitaranum og hægt að stilla það allt frá 20°C upp í 41,5°C. Frá hiturunum í túttunum var síðan um 50 cm leið sem mjólkinn þurfti að fara í óeinangraðri slöngu þar sem

reiknað var með að hún kólnaði um 1 til 2°C. Vitað er þó að þegar margir klukkutímar liðu á milli frá því að síðasti kálfur saug og þar til næsti kom var mjólkin orðin köld í þessum kafla slöngunnar. Þessu þurfti að fylgjast vel með þegar kálfarnir komu af broddinum yfir á sýrðu mjólkina því þeim entist yfirleitt ekki þolinmæðin við að sjúga kalda mjólk nógu lengi eða þar til heita mjólkin kæmi. Allir kálfar lærðu þetta þó innan örfárra daga.

Kálfarnir voru flestir frá Hvanneyrarbúinu en þar sem áhersla var á að kálfar innan hveðrar meðferðar væru sem næst hver öðrum í aldri þurfti að leita til nágrannabæja með að fá kálfa lánaða í tilraunina þar sem ekki báru nógu margar kýr á réttum tíma í Hvanneyrarfjósinu. Þrír kálfar komu frá Refsstöðum og fjórir frá Skálpastöðum. Stefnt var að hafa jöfn kynjahlutföll í öllum meðferðum en það réðist að mestu leyti af því hvers kyns kálfarnir voru sem fæddust. Til að laga kynjahlutföllin þurfti í einstaka tilfellum að færa kálfa á milli meðferða innan 7 daga aldurs en þó ekki ef það skapaði of stórt bil milli elsta og yngsta kálfs einhveðrar meðferðarinnar. Endanleg kynjahlutföll urðu þannig að naut urðu 17 á móti 15 kvígum. Aldursmunur innan hvers hóps var að jafnaði 8 dagar, mest var 13 daga munur og minnstur 3 dagar.

2.1. Mælingar

Allir kálfar voru vigtaðir við fæðingu og í framhaldi af því á tveggja vikna fresti. Leið þó stundum mislangt á milli mælinga hjá kálfum fyrstu vikunnar þar sem leitast var við að samræma vigtanirnar þannig allir hópar yrðu vigtaðir á sama degi. Kálfarnir voru vigtaðir á plötuvigt frá Danvægt (hám. 1000 kg +/- 1 kg). Mjólkinn var mæld á þann veg að þegar komið var að kálfunum var mælt hvað væri í mjólkurtunnu hvers meðferðarhóps (leifar) og skráð. Ef leifarnar voru nýlegar og í góðu lagi var nýrri mjólk hellt út í tunnuna til viðbótar við leifarnar. Ef leifarnar voru gamlar og grunur um að mjólkinn væri ekki nógu fersk var henni hent og alfarið ný mjólk sett í hreina tunnu. Yfirborð mjólkurinnar í tunnu hvers hóps var síðan mælt og skráð burtséð frá því hvort um ræddi nýja mjólk með leifum eða einungis nýja mjólk. Notast var við einfalda heimagerða mælistiku sem sýnir hve mikil mjólk er í tunnunni með nákvæmni upp á 10 L en auðvelt var að lesa á stikuna þar sem yfirborð mjólkurinnar lenti og sjá þá hve mikil mjólk var í tunnunni. Blandað var eftir þörfum en reynt var að blanda og sýra mjólkina daginn áður en hún var sett til kálfanna. Duftið var mælt með vigt af gerðinni AND HV-60KGL og mælir hún með nákvæmni upp á 1 gramm. Til stóð að mæla kjarnfóðurát á þriggja daga fresti og heyát á vikufresti með því að mæla það sem var gefið og síðan það sem var leift. Það tókst að mestu leyti með kjarnfóðrið en heyátsmælingar fóru að mestu forgörðum. Heyátið var vigtað í Lotu 1 hjá fyrstu þremur hópunum og fengum við upplýsingar um át þeirra hópa en þegar Lota 2 fór af stað var ákveðið að aðstaðan í stíunum til að gefa hey og mæla væri alls ekki nógu góð til að gefa marktækar niðurstöður um heyátið. Í fyrsta lagi slæddu kálfarnir mikið úr döllunum sem skekkir mælingarnar talsvert og í öðru lagi var

undirburður kálfanna þurrhey sem þeim þótti afar gaman að éta þegar nýr undirburður var settur. Heygjöfin samanstóð að langmestu leyti af 1. slætti af snemmsleginni nýrækt, rík af vallarfoxgrasi. Þetta var almennt mjög lystugt hey með þurrefnisprósentu um 40%. Kjarnfóðrið sem gefið var hét Alikálfaköggjar frá Líflandi, sjá viðauka töflu 12.

Kjarnfóður- og heyátið var mælt með sömu vigt og mjólkurduftið, vigtin var núllstillt með fötu á, síðan var leifunum mokað úr döllunum hjá kálfunum í fötuna, fatan mæld og skráð niður. Reynt var að skipta reglulega um kjarnfóður hjá kálfunum í þeim skilningi að láta ekki köggjana verða gamla í döllunum hjá þeim og var því reglulega leifunum hent og alfarið nýtt kjarnfóður gefið. Kálfarnir áttu aldrei að klára kjarnfóðrið sem sett var hjá þeim og því hætt við að fóðrið á botni dallsins myndi skemmast. Í undantekningartilfellum var einfaldlega bætt við leifarnar og sett aftur hjá kálfunum. Það sem sett var hjá kálfunum var vigtað og skráð hvort sem alfarið nýtt kjarnfóður væri sett eða nýtt kjarnfóður til viðbótar við leifarnar.

2.2. Meðferðarhóparnir

Meðferðarhóparnir voru eins og áður kom fram 8 talsins með 4 kálfum í hverjum hóp. Tilraunin skiptist í tvær lotur og var viðmiðunarhópur hafður í hvorri lotu til að meta hvort loturnar væru ólíkar. Nánast engin munur var á vexti og þrifum þessara tveggja viðmiðunarhópa og því dregin sú ályktun að loturnar sem slíkar höfðu ekki áhrif á niðurstöður tilraunarinnar. Allir kálfar í öllum meðferðarhópum fengu brodd í 3 daga áður en þeir byrjuðu á sýrðu mjólkinni. Tilraunin bar saman 4 gerðir af mjólkurskeiði; duft 1, duft 1,5, duft 2 og ferskmjólk 2 (viðmiðun) og tvo styrkleika í mjólkurdufti; 155 g/L og 200 g/L og áhrif þessara aðferða á vöxt og þroska fram að 120 daga aldri. Tölurnar við flokkana standa fyrir mánaðarfjöldi í viðkomandi meðferð. 155 g/L er í þessari tilraun titlaður „hefðbundinn duftstyrkur“ en sú tala er á miðju bili ráðlegginga duftframleiðandans um duftstyrk mjólkurinnar ef kálfunum er gefin takmörkuð mjólkurgjöf („Sprayfo Royal“, e.d.). 200 g/L er síðan vel fyrir ofan það bil.

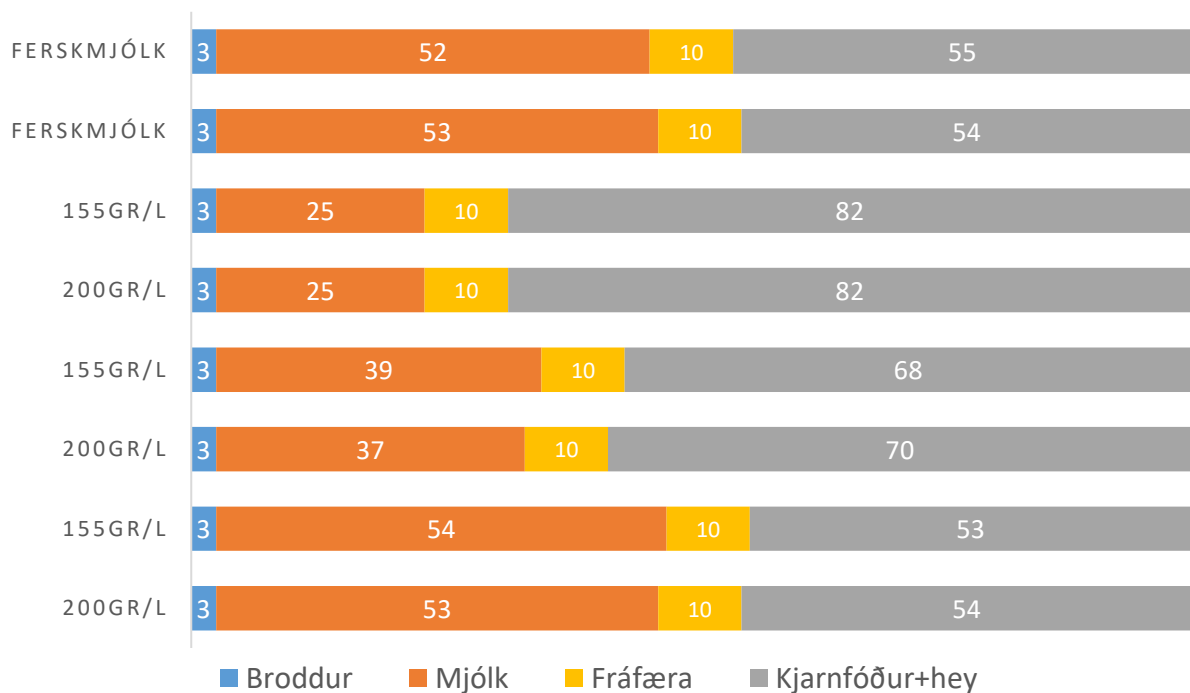
Allir kálfar í öllum meðferðarhópum höfðu frjálstan aðgang að heyi, kjarnfóðri og vatni allan tilraunartímann.

Viðmiðunarhóparnir fengu sýrða ferskmjólk í 54 daga áður en þeir héldu áfram á kjarnfóðri og heyi að 120 daga aldri. Var viðmiðunarhópurinn hafður þannig því talið var að það væri algeng fóðrunaraðferð hjá bændum landsins að gefa kálfum tilfallandi ferskmjólk að 2 mánaða aldri. Ferskmjólkinn í þessari tilraun samanstóð af frumuhárrí mjólk og einstaka sinnum annars og þriggja dags broddi en stærstur hluti mjólkurinnar var heilbrigð mjólk úr kúnum sem tekin var frá þegar ekki var annað að hafa. Viðmiðunarhóparnir fengu einungis ferskmjólk en allir aðrir hópar fengur einungis duftmjólk.

Efnainnihald ferskmjólkur á Hvanneyrarbúinu er í viðauka tafla 14. Þurrefnisinnihald mjólkurinnar er áætlað 130 g/L.

A hóparnir voru tveir og var tímalengd þeirra á mjólk sú sama eða 54 dagar. Munurinn liggur í duftstyrk mjólkurinnar en annar hópurinn fékk 155g /L eða hefðbundinn styrk á meðan hinn hópurinn fékk 200 g/L eða aukinn styrk. Sömu sögu er að segja um Duft 1,5 og Duft 1 hópana en þeir fengu duftmjólk í 38 og 25 daga og mismunandi duftstyrkur var prófaður innan hvorrar tímalengdar. Vert er að taka fram að svo óheppilega vildi til að í öðrum Duft 1 hópnum var aldursmunurinn mest 13 dagar sem leiddi til þess að elsti kálfurinn í þeim hóp fékk frjálsan aðgang í 5 vikur á meðan sá yngsti fékk frjálsan aðgang í einungis rúmar 3 vikur sem er óþægilega mikil skekkja sérstaklega þegar heildardagafjöldi mjólkurskeiðs er orðin svona lítill, þá skiptir hver dagur miklu máli. Skipulag tilraunahópa er gert betri skil á mynd 1 en þar sést uppsetning tilraunarinnar vel en vert er að taka fram að myndin gerir ekki grein fyrir hvaða hópar voru í hvorri lotu en það er hins vegar sýnt í töflu 2.

Mynd 1 Yfirlit yfir tímalengdir fódurskeiða og mjólkurgerðir sem gefnar voru.



(Tölur á súlum= fjöldi daga)

Tafla 2 Yfirlit yfir tilraunahópa í hvorri lotu

Lota 1

Ferskmjólk 2, viðmiðun
Duft 2 155g/L
Duft 1 155g/L

Lota 2

Ferskmjólk 2, viðmiðun
Duft 2 200 g/L
Duft 1,5 155g/L
Duft 1,5 200 g/L
Duft 1 200 g/L

2.3 Duftmjólkinn

Mjólkurduftið sem notast var við í þessari tilraun er frá Líflandi og ber nafnið Sprayfo Royal. Duftið er samansett að stærstum hluta úr svokölluðum milk fat-core en það er aðferðin þegar mjólk er blönduð fitu, gerilsneydd og fitusprengd áður en hún er þurrkuð. Þá myndast nokkurskonar fitukúlur umluknar mjólkurpróteini. Þessi aðferð á að auka leysan- og meltanleika fitunnar að sögn framleiðanda duftsins og er nýstárleg aðferð við gerð mjólkurdufts. Duftið inniheldur 22,5% hráprótein en allt prótein duftsins er mjólkurprótein. Fituprósentu er 18% og aska 7,5% ásamt steinefnum og vítamínum („Sprayfo Royal“, e.d.). Sjá viðauka töflu 13.

2.4 Fráfærutímabil

Ákveðið var í þessari tilraun að hafa fráfærutímabilið á þann hátt að 2 L yrðu gefnir tvisvar á dag, í 10 daga frá því að frjálsi aðgangurinn var tekin af hópnum. Var þessi leið valin af nokkrum ástæðum. Sara Björk (2015) prófaði þrjár mismunandi gerðir fráfæru, allar 7 daga langar og komst ekki að marktækri niðurstöðu. Jóhannes (2014) mælti með í sinni ritgerð ekki færri en 13 dögum í fráfæru og 4L/dag sem byggðist á því að það var tæplega helmingsskammtur þess sem kálfarnir drukku hjá honum á frjálsum aðgangi. Í tilraun Þórodds Sveinssonar (2017) var heildarmjólkurmagnið sem einn 30 kálfa hópur drakk á dag þegar best lét helmingað og gefið þannig í viku. Kálfahópurinn hafði aðgang að þremur túttum sem tengdar voru við sömu tunnuna og því ekki vitað hversu mikið hver kálfur drakk. Þessi aðferð reyndist vel enda höfðu kálfarnir jafnframt ótakmarkaðan aðgang að kálfaköggjum. Þessar þrjár tilraunir voru mest skoðaðar þegar ákveðið var hvernig fráfæran yrði þar sem fáar íslenskar heimildir og lítið af gögnum er til um fráfæru kálfa af frjálsum aðgangi mjólkur. Keyptur var einfaldur kálfabar með 5 hólfulum sem hengdur var á grind hjá kálfunum tvisvar á dag og fékk hver kálfur 2 L tvisvar á dag. Fylgst var með að kálfarnir færðu sig ekki á milli túttna til að koma í veg fyrir að einhverjir drykkju meira

en aðrir. Mjólkin sem gefin var í fráfærinni var sú sama og viðkomandi hópur hafði haft aðgang að á frjálsa aðgangstímanum.

2.5 Útreikningar og tölfræðileg úrvinnsla

Tölfræðileg úrvinnsla fór fram í tölfræðiforritinu JMP útgáfa 13 (jmp.com, 25.4.2018)

Vöxtur hópanna (kg) sem fall af aldri var ekki línulegur og féll best að annars stigs aðhvarfsjöfnum:

$$Kg = a + b \cdot \text{aldur} + c \cdot (\text{aldur} - d)^2$$

Þar sem; aldur = dagar
 a = fasti
 b, c, d = hallastuðlar

Við útreikning meðal- og jaðarvaxtarhraða voru eftirtaldar jöfnur notaðar.

Meðalvaxtarhraði, kg lífpungi/dag = (kg lífpungi – fæðingarþungi)/aldur í dögum.

Jaðarvaxtarhraði, kg/lífpungi/dag = (kg lífpungi í lok tímabils – kg lífpungi í upphafi tímabils)/fjöldi daga á tímabilinu. Hvert tímabil hér er 30 daga langt.

Í uppgjöri á vexti og þroska kálfanna í hverjum tilraunahóp var tilraunatímabilinu skipt upp í fjögur jöfn tímabil (blokkir) við 30, 60, 90 og 120 daga aldur. Til að bera saman tölfræðilega hvort lengd mjólkurskeiðs eða styrkleiki hafi áhrif á vöxt og vaxtarhraða kálfa voru gerðar tveggja þátta fervikagreiningar (ANOVA) þar sem endurtekningar eru í blokkum. Grunnjafnan er;

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \text{skekka}$$

Þar sem;

Y_{ij} er meðaltal tilrauneininga $X_1 = i$ og $X_2 = j$

X_1 er megin meðferða þáttur tilraunaeininga – hér duftstyrkur eða tímalengd mjólkurskeiðs

X_2 er blokka þáttur (endurtekningar) – hér oftast tímabil en einnig duftstyrkur þar sem við á

μ er heildarmeðaltal allra tilraunaeininga

T_i eru áhrif meðferðar i (X_1) og

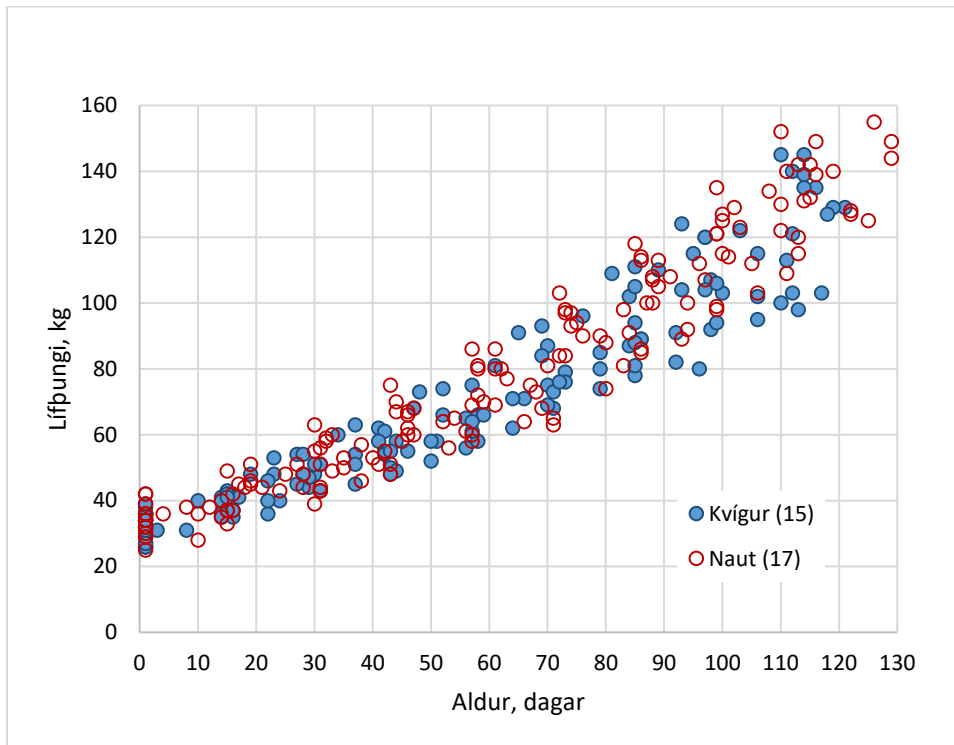
B_j eru áhrif blokka j (X_2)

Með þessu módeli má bera saman megináhrif tímalengdar mjólkurskeiðs og duftstyrks á át, vöxt og vaxtarhraða kálfanna.

3. Niðurstöður

Fyrri rannsóknir hafa sýnt að strax á mjólkurskeiði sé munur á vaxtarhraða milli kvígna og nauta samanber töflu 1. Í þessari tilraun var ekki marktækur munur á kvígu- og nautkálfum hvað varðar fæðingarþunga, vöxt og vaxtarhraða og enn fremur var ekki marktækur munur á fæðingarþunga kálfa eftir hópum (mynd 2 og töflur 3 og 4).

Mynd 2 Vöxtur allra kálfa í tilrauninni



Tafla 3 Fæðingarþungi kálfa eftir kyni

Kyn	Fjöldi	Kg	Staðalfrávik
Kvíga	15	31,9	4,64
Naut	17	33,9	4,50
Meðaltal (vegið)		32,9	

Tafla 4 Fæðingarþungi kálfa eftir hópum

Gerð	Styrkur*	Fjöldi	Kg	Staðalfrávik
Ferskmjólk 2	130**	4	32,8	2,50
Ferskmjólk 2	130	4	30,8	5,68
Duft 2	155	4	33,3	3,40
Duft 2	200	4	30,3	4,92
Duft 1,5	155	4	35,8	2,87
Duft 1,5	200	4	36,3	4,19
Duft 1	155	4	31,3	5,38
Duft 1	200	4	33,3	6,70
Meðaltal			32,9	
<i>p-gildi</i>			0,528	
* Grömm þurrefni/L				
** Áætlað þurrefni í ferskmjólk				

Kálfar í Duft 1 fengu áberandi mesta „kjarnfóðurskitu“ við fráfaru. Voru þeir með mjög dökkleitan og þunnan skít vikunnar eftir að mjólkinn var tekin af þeim en kjarnfóðurát var lítið komið af stað áður en fráfaran byrjaði. Hins vegar ná kálfar á stuttu mjólkurskeiði mun fyrr ákveðnum vambarþroska heldur en kálfar sem eru lengur á mjólk þar sem gerjun og melting gróf- og kjarnfóðurs fer af stað um leið og átið á því fóðri eykst (Anderson o.fl. 1987).

3.1 Vaxtarhraði hópa

Hámarktækur munur var á milli vaxtarhraða hópa eftir tímalengd mjólkurskeiða. Hópar Duft 2 og Duft 1,5 voru marktækt með meiri meðal- og jaðarvaxtarhraða samanborið við hópana Duft 1 og ferskmjólk 2 eins og sést í töflu 5. Það eru megin áhrifin. Þar standa ferskmjólkurkálfnir sig verr en duftkálfnir. Marktæki munurinn var hins vegar ekki til staðar hvað varðar lífbunga og vaxtarhraða þegar komið var að 120 daga aldrinum þó að talsverður munur sé þar á meðaltölum eins og sést í töflu 7. Það stafar af miklum óútskýrðum mun milli endurtekninga sem eru líka bara tvær.

Tafla 5 Meðal meðalvaxtarhraði kálfa eftir hópum við 75 daga aldur

Vöxtur og vaxtarhraði	Tímalengd mjólkurskeiða				Meðalt.	Staðalfráv.	<i>P-gildi</i>
	Duft 1	Duft 1,5	Duft 2	Fersk 2			
Meðalþungi við 75 daga aldur, kg	85	95	90	83	88,4	3,51	<0,0001
Meðal vaxtarhraði, kg/dag	0,647	0,740	0,748	0,626	0,690	0,04	<0,0001

Ekki var marktækur munur milli vaxtarhraða hópa eftir því hvaða duftstyrk þeir voru á þó að 155 g kálfnir mældust þyngrri og með eilítið meiri vaxtarhraða en 200 g kálfnir við 75 daga aldur eins og sést í töflu 6.

Tafla 6 Megináhrif duftstyrks við 75 daga aldur á vöxt og vaxtarhraða

Vöxtur og vaxtarhraði	Duft, g/L		Meðaltal	Staðalfrávik	P-gildi
	155	200			
Meðalþungi við 75 daga aldur, kg	92	89	91	2,862	0,4993
Meðal vaxtarhraði, kg/dag	0,752	0,722	0,737	0,026	0,4302

Niðurstöður aðhvarfsjafna má sjá í töflu 7 og aðhvarfsjöfnurnar sjálfar í töflu 16, viðauka. Tafla 17 í viðauka sýnir aðhvarfsstuðla, staðalskekkjur fasta og hallastuðla í 2.stigs aðhvarfsjöfnunum en niðurstöður tilraunarinnar pössuðu best við þær jöfnur.

Tafla 7 Vöxtur (kg) og vaxtarhraði (kg/dag) hópa á mismunandi aldri samkvæmt aðhvarfsjöfnum fyrir vöxt.

<i>... meðal lífbungi, kg ...</i>				
<i>Aldur, dagar:</i>	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>90</i>	<i>120</i>
Ferskmjólk, lota 1	45	65	94	131
Ferskmjólk, lota 2	46	67	95	129
Duft 2, 155	51	76	107	143
Duft 2, 200	50	74	100	128
Duft 1,5, 155	53	79	112	153
Duft 1,5, 200	54	77	105	136
Duft 1, 155	45	65	94	129
Duft 1, 200	49	71	98	132
Meðaltal	49	72	100	135
Staðalfrávik	4	6	7	9
<i>... meðal vaxtarhraði, kg/dag ...</i>				
<i>Aldursbil, dagar</i>	<i>0-30</i>	<i>0-60</i>	<i>0-90</i>	<i>0-120</i>
Ferskmjólk, lota 1	0,396	0,536	0,676	0,817
Ferskmjólk, lota 2	0,504	0,611	0,714	0,816
Duft 2, 155	0,603	0,719	0,819	0,915
Duft 2, 200	0,664	0,724	0,771	0,816
Duft 1,5, 155	0,564	0,718	0,852	0,981
Duft 1,5, 200	0,591	0,682	0,759	0,832
Duft 1, 155	0,447	0,569	0,692	0,816
Duft, 1 200	0,538	0,623	0,720	0,819
Meðaltal	0,538	0,648	0,750	0,852
Staðalfrávik	0,087	0,073	0,062	0,062
<i>... m. jaðarvaxtarhraði, kg/dag ...</i>				
<i>Aldursbil, dagar</i>	<i>0-30</i>	<i>30-60</i>	<i>60-90</i>	<i>90-120</i>
Ferskmjólk, lota 1	0,396	0,676	0,958	1,240
Ferskmjólk, lota 2	0,504	0,718	0,920	1,121
Duft 2, 155	0,603	0,835	1,019	1,204
Duft 2, 200	0,664	0,784	0,866	0,949
Duft 1,5, 155	0,564	0,872	1,120	1,369
Duft 1,5, 200	0,591	0,773	0,912	1,052
Duft 1, 155	0,447	0,690	0,939	1,188
Duft 1, 200	0,538	0,708	0,913	1,118
Meðaltal	0,538	0,757	0,956	1,155
Staðalfrávik	0,087	0,071	0,080	0,126

3.2 Kjarnfóðurát

Kálfar sem voru á 200 g/L duftstyrk átu marktækt minna kjarnfóður en kálfar á 155 g/L en ekki var marktækur munur á duftmagni sem kálfarnir innbyrtu eins og sést í töflu 8. Þurrefnismagn sem ferskmjólkurkálfnir innbyrtu er útreiknað miðað við 130 g/L. Þá var marktækur munur á lítramagni sem kálfarnir drukku og einnig á heildarþurrefnisáti kálfanna. Í töflu 8 eru allar áttölur meðaltalstölur fyrir þá hópa sem prófaðir voru á hvorum duftstyrk fyrir sig.

Tafla 8 Megináhrif duftstyrks á át í 120 daga, kg.

Styrkur	Kjarnfóður	Duft/þurrefni	Lítrar	Alls þurrefni
155 g	208	43	278	251
200 g	167	49	244	216
Ferskmjólk	154	51	395	205
Meðaltal	176	46	306	224
Staðalfrávik	9,1	3,67	16,05	14,16
<i>p-gildi</i>	<i>0,011</i>	<i>0,43</i>	<i>0,001</i>	<i>0,018</i>

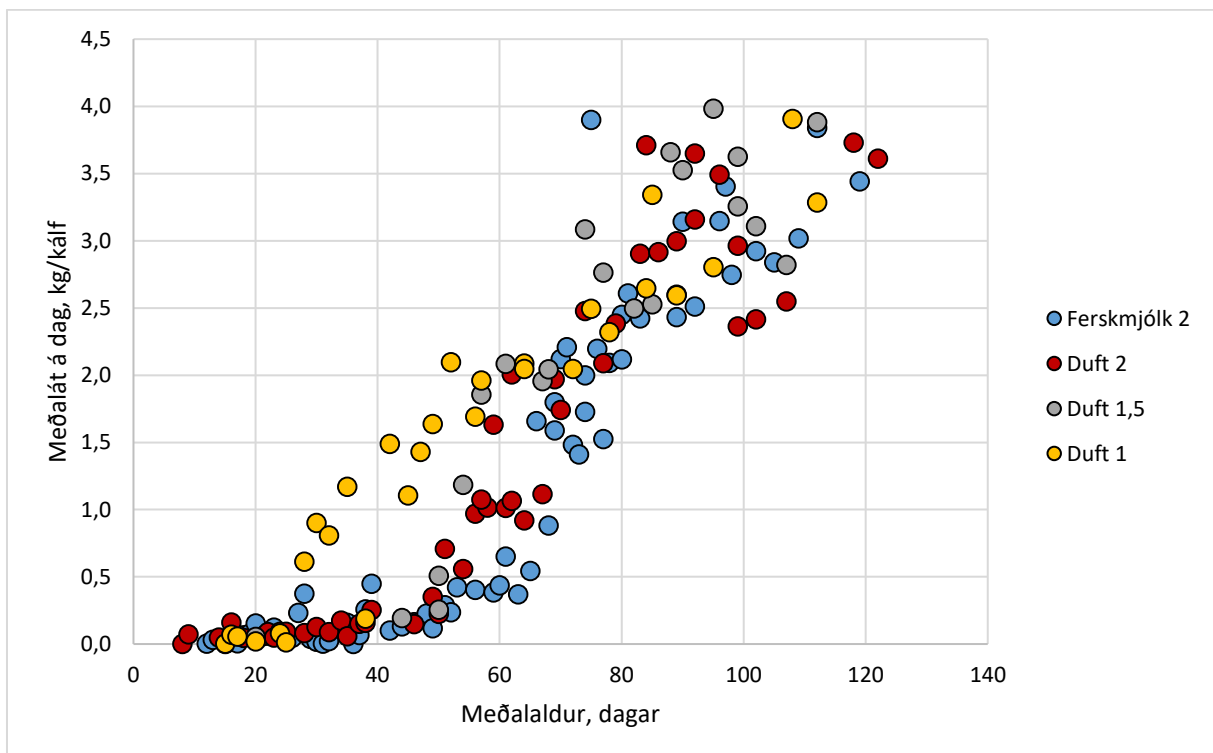
Marktækur munur var hins vegar á duft- og kjarnfóðuráti og einnig druknum lítrum ef litið er til tímalengdar mjólkurskeiðsins (tafla 9). Sést þá greinilega samband aukins kjarnfóðuráts og minnkandi inntöku duftmjólkur við minnkandi tímalengd mjólkurskeiðs. Þá sést að heildarþurrefnisát kálfanna við 120 daga aldurinn er mest á eins mánaðar mjólkurskeiði og minnst á tveggja mánaða mjólkurskeiði þó að munurinn sé ekki marktækur og minnsta átið er hjá ferskmjólkurkálfunum. Má því segja að kálfarnir séu að éta fleiri þurrefniskíló af kjarnfóðri heldur en þurrefniskílóin sem þeir myndu innbyrða úr mjólkinni þegar hún er tekin af þeim við svo ungan aldur. Ef mjólkurskeiðið styttist, eykst kjarnfóðurát kálfanna meira en því sem nemur minnkandi mjólkurdrykkju en það má skýra t.d. með því að mjólkurduft hefur alla jafna hærra fóðurgildi en kjarnfóður. Þegar mjólkinn er tekin af kálfunum þarf fleiri kíló kjarnfóðurs en sem því nemur til að dekkja þennan mun á orkuinntöku (Anderson o.fl., 1987). Einnig sést í töflu 9 að ferskmjólkurkálfnir éta langfæst þurrefniskíló á þessum 120 dögum en munurinn reyndist samt ekki marktækur.

Tafla 9 Megináhrif tímalengdar mjólkurskeiðs á át í 120 daga, kg.

Tímalengd	Kjarnfóður	Duft/þurrefni	Lítrar	Alls þurrefni
Duft 1	203	27	191	230
Duft 1,5	189	38	254	227
Duft 2	170	52	338	222
Ferskmjólk	154	51	395	205
Meðaltal	179	47	295	226
Staðalfrávik	9,09	4,83	16,05	10
<i>p-gildi</i>	<i>0,04</i>	<i>0,05</i>	<i>0,01</i>	<i>0,13</i>

Á mynd 3 sést tengingin á milli aukins kjarnfóðurstáts og tímalengdar mjólkurskeiðsins en allir hópar taka stökk í kjarnfóðurstáti við að vera vandir af mjólkinni þar sem át á því var lítið komið af stað fyrir fráfærutímabil allra hópa. Í töflu 9 eru allar áttölur meðaltöl fyrir alla hópa sem voru á sitthvorum duftstyrknum.

Mynd 3 Kjarnfóðurstát hópa



4. Umræður

Á heildina lítið gekk tilraunin nokkuð vel. Helstu vandræðin tengdust plássleysi en starfsmenn Hvanneyrarbúsins voru mjög liðlegir með að veita mér pláss til að hafa kálfana. Satt að segja þrengdi óþægilega að þeim og þeirra kálfum um tíma. Tilraunapláss fjóssins var fullnotað en þó vantaði mikið upp á til að geta framkvæmt þessa tilraun í einu lagi eins og vilji var til. Þó má segja að það hafi ekki komið að sök þar sem náðist að prófa allar meðferðir eins og ætlað var en miðað við stærð tilraunarinnar og fjölda kálfa sem í henni voru var tíminn sem tók að framkvæma tilraunina vægast sagt langur. Kom hér bersýnilega í ljós hve lítið pláss er til staðar í Hvanneyrarfjósinu fyrir tilraunir með t.d. smákálfa og hafði það meðal annars áhrif á fjölda kálfa sem prófaður var. Þessi tilraun inniheldur tiltölulega marga tilraunahópa miðað við fjölda kálfa sem er ekki gott tölfræðilega séð.

Vandræði sköpuðust eins og áður kom fram með heygjöf og heymælingar kálfanna. Aðeins 1 hólf hafði hverju sinni aðgang að fóðurgangi og því voru settir upp dallar fyrir heyið. Lítið var hægt að gefa í einu, kálfarnir slæddu mjög mikið og voru síðan óþarflega duglegir við að éta undirburðinn. Ef mæla á heyátið nákvæmlega er ljóst að vel þarf að skoða hverskonar ílát eru til staðar og allra best væri að hafa fóðurgang sem allir kálfar kæmst upp á í einu.

4.1 Niðurstöður í samanburði við eldri rannsóknir

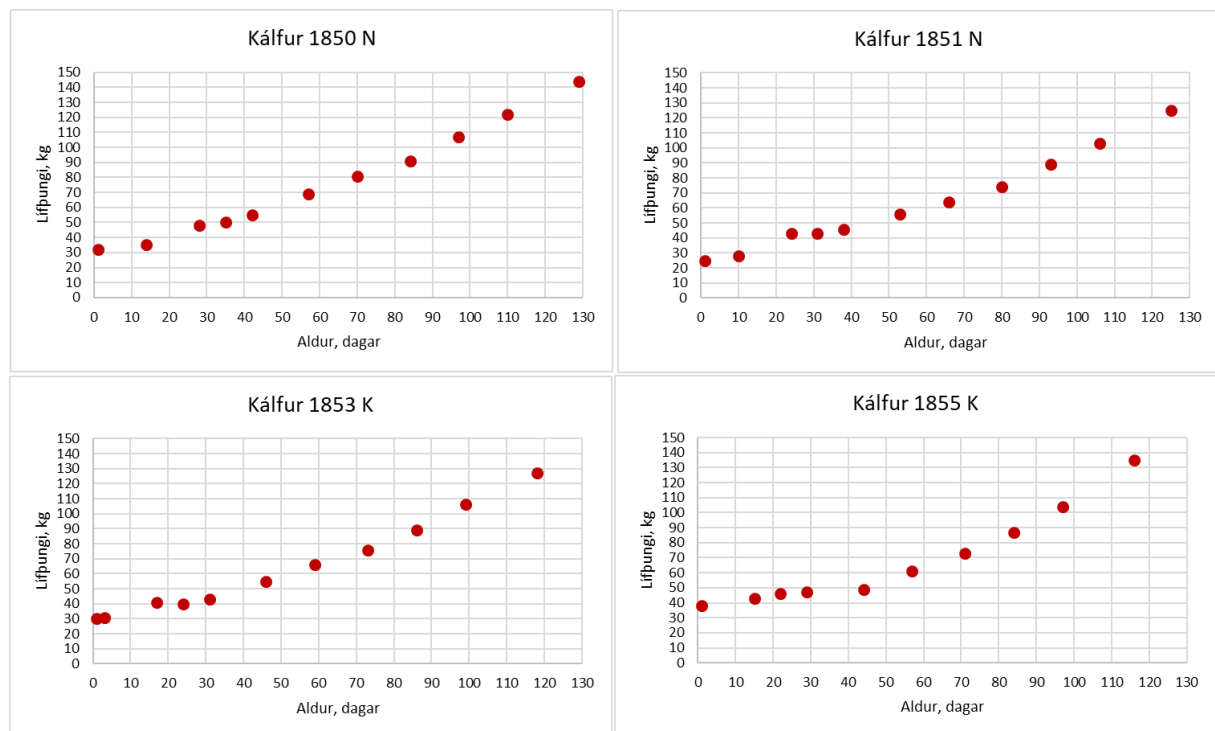
Aukin duftstyrkur virðist ekki skila sér í auknum vaxtarhraða þegar frjáls aðgangur kálfa er að mjólk og kjarnfóðri. Þegar bornar eru saman tilraunir síðustu ára við þessa virðist magn mjólkur sem kálfarnir drekka stýrast mikið af duftstyrknum. Ef duftstyrkur er lítill drekka kálfarnir meira og ef hann er mikill drekka þeir minna. Til að mynda var rúmlega helmingsmunur á duftstyrk mjólkurinnar sem gefin var í Möðruvallatilrauninni (65-80 g/L) (2017) og kálfunum í þessari tilraun hér (155-200 g/L). Heildar drykkja kálfanna var meira en helmingi meiri á Möðruvöllum en hér og virðast kálfarnir stjórna því sjálfir hvaða heildar duftmagn þeir innbyrða og drykkjan ráðast af því hvert þurrefnisinnihald mjólkurinnar er.

Hins vegar hefur aukning duftstyrksins greinileg jákvæð áhrif á vaxtarhraða kálfa í tilraunum þar sem mjólkurgjöf er takmörkuð (Azevedo o.fl., 2016). Duftmjólkurkálfarnir uxu betur en ferskmjólkurkálfarnir í þessari tilraun. Það er í nokkuð góðu samhengi við aðrar erlendar niðurstöður þar sem sambærileg gjöf er á ómeðhöndlaðri ferskmjólk en kálfar á slíkri gjöf virðast vaxa hægar en kálfar á duftmjólk. Þá vilja vísindamenn margir meina að að breytileiki ferskmjólkurinnar getur verið svo mikill og smítalag meira að ekki borgi sig að gefa slíka mjólk. Aðra sögu er síðan að segja um gerilsneydda söluhæfa mjólk en hún virðist standa fyrir sínu (Godden o.fl., 2005).

Ferskmjólkin sem notast var við var að langmestu leyti söluhæf, heilbrigð mjólk en þó var einnig notuð þunn broddmjólk og frumuhá mjólk með. Efnainnihald ferskmjólkur á Hvanneyrarbúinu er í viðauka töflu 14. Þurrefnisinnihald mjólkurinnar er áætlað 130 g/L. Þetta er í grunninn mjólkinn sem ferskmjólkurkálfnir fengu mest af en vitað er að munur milli sýna getur verið mikill (Moore, Taylor, Hartman, og Sischo, 2009).

Í tilrauninni kom í ljós að kálfar sem voru styttri tíma á mjólk átu bæði mun meira kjarnfóður og innbyrtu minna af dufti heldur en kálfar sem voru lengur á mjólk en vitað að kjarnfóðurgjöf hjá smákálfum hefur góð áhrif á vambarþroska þeirra og því mikið að sækja að koma áti á því af stað (Stobo, Roy, & Gaston, 1966). Það að marktæki munurinn í vexti og vaxtarhraða þurrkist út við 120 daga aldurinn getur verið sterk vísbending um þá miklu getu kálfanna til að vaxa á ótakmörkuðu kjarnfóðri eftir mjólkurskeiðið.

Mynd 4 Vöxtur kálfa sem voru á 28 daga mjólkurskeiðinu með 155g/L duftblöndu.



(N=naut, K=kvíga)

Því yngri sem kálfarnir verða því erfiðari reyndist fráferan þeim og vikan/urnar eftir hana. Í hópnum Duft1 155 (sjá mynd 4) var greinilegur munur á heilsufari elsta og yngsta kálfsins hvað varðar vöxt og almenna líðan en þó náðu allir kálfar sér mjög vel á strik eftir að kjarnfóðurátið var komið í gang. Einstaklingsbreytileiki er mikill og þar sést að 3 af 4 kálfum þyngjast ekkert milli mælinga þegar mjólkinn er tekin af þeim.

4.2 Kostnaðarsviðsmyndir mismunandi mjólkurskeiða

Mjólkurduftspokarnir eru 25 kg hver og kostar stykkið 8.056 kr. án virðisaukaskatts samkvæmt verðskrá Líflands. Mjólkurduftið kostar því 322 kr/kg. án vsk (Lífland, e.d.). Mest innbyrtu Duft 2 kálfarnir af mjólkurdufti eða 52 kg hver kálfur á meðan Duft 1 kálfarnir tóku einungis 27 kg hver. Öflug áhrif eru á kjarnfóðurátið en með styttra mjólkurskeiði eykst greinilega átið á því sem eykur og örvar vambarþroska (Anderson o.fl., 1987). Kjarnfóðrið kemur í 800 kg stórsekk og er verðið á honum 59.747 kr. án vsk samkvæmt verðskrá Líflands eða 74,7kr/kg án vsk (Lífland, e.d.). Útreikningar hér á eftir miðast við þessar tölur.

Við útreikninga á kostnaði ferskmjólkurkálfa var ákveðið að hafa 3 sviðsmyndir með verð á mjólkinni. Í þessari tilraun samanstóð ferskmjólkinn að stærstum hluta af heilbrigðri mjólk sem fullt afurðastöðvaverð hefði fengist fyrir en einnig var notuð mjólk sem annars hefði verið hent. Fyrsta dæmið er með verð á umframmjólk ef reiknað er með að 35 kr/L fáist fyrir hana á stöð, síðan er greitt 18 kr/L ofan á alla innvegna mjólk og því fáum við út 53 kr/L. Meðlafurðastöðvarverð er 87,4 kr/L og síðan fæst 118 kr/L með beingreiðslum (Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins, e.d.). Þessar tölur eru rúnaðar af og ber að taka með fyrirvara en þær eru einungis til stuðnings og viðmiðunar.

Tafla 10 Kostnaður kálfaeldis eftir tímalengd mjólkurskeiða við 120 daga aldur

Tímalengd	Kjarnfóður kg	Duft kg	Kostnaður/kálf
Duft 1	203	27	23.861
Duft 1,5	189	38	26.360
Duft 2	170	52	29.453
Meðaltal	187	39	26.558
<i>p-gildi</i>	<i>0,04</i>	<i>0,05</i>	
Tímalengd	Kjarnfóður kg	Mjólk L	Kostnaður/kálf
Ferskmjólk 2 52kr/L	154	395	32.041
Ferskmjólk 2 87,4kr/L	154	395	46.024
Ferskmjólk 2 118kr/L	154	395	58.111

Eins og sést í töflu 10 er Duft 1 með ódýrasta eldið fram að 120 daga aldri af duftþópunum. Það stafar fyrst og fremst af því að mjólk er mun dýrara fóður en kjarnfóður og því hagstæðara að ala þá fyrr af mjólkinni. Áttölur hjá hverjum hóp eru meðaltöl duftstyrkjana tveggja sem prófaðir voru í hverjum hóp. Ef niðurstöður þessarar tilraunar varðandi krónutölur eru skoðaðar í samanburði við niðurstöður um vöxt og þroska kálfa sést að Duft 1,5 kálfarnir koma vel út. Duft 1,5 kálfarnir hafa marktækt meiri vöxt en Ferskmjólk 2 og Duft 1 en ekki er munur á milli Duft 1,5 og Duft 2. Þá má sjá að Duft 1,5 er ódýrari aðferð miðað við Duft 2 og því ljóst að sú leið bíður upp á mesta vaxtarmöguleika fyrir minnstan pening. Ferskmjólkurkálfa eru undantekningalaust með dýrasta eldið og sýna jafnframt marktækt minni vaxtarhraða en duftkálfa 2 og 1,5.

Tafla 11 Kostnaður kálfaeldis eftir duftstyrkjum við 120 daga aldur

Styrkur	Kjarnfóður	Duft	Kostnaður/kálf
155 g	208	43	29.391
200 g	167	49	28.262
Meðaltal	188	46	28.826
<i>p-gildi</i>	<i>0,011</i>	<i>0,43</i>	

Í töflu 11 sést síðan munur á kostnaði eftir duftstyrkjum sem gefið er. Áhugavert er að sjá að 155 g kálfarnir eru með dýrara eldi en 200 g kálfarnir og stafar það af því að þó þeir innbyrði lítilla minna mjólkurduft en 200 g kálfarnir þá éta þeir svo marktækt mikið meira af kjarnfóðri að kostnaðurinn hækkar. 155 g kálfarnir sýndu meiri lífþunga og vaxtarhraða en 200 g kálfarnir en rétt er að taka fram að munurinn var ekki tölfræðilega marktækur svo ekki er hægt að fullyrða um neitt í þeim málum. Áttölur hjá hverjum hóp eru meðaltöl tímalengdanna þriggja sem prófaðar voru á sitthvorum duftstyrknum.

Að auka duftstyrkinn virðist skila sér í ódýrara eldi þó munurinn sé lítill en fleira verður að taka með í reikninginn eins og aukinn vambarþroska kálfanna við aukið kjarnfóðurát (Anderson o.fl., 1987). Stytting mjólkurskeiðsins niður í 1,5 mánuð er hinsvegar góður möguleiki en að öllum líkindum borgar sig ekki að stytta mjólkurskeiðið meira miðað við þessar niðurstöður. Þá eru þetta niðurstöður sem miðast við frjálsan aðgang kálfa að sýrðri mjólk allt mjólkurtímabilið og einnig frjálsan aðgang að vatni, heyi og kjarnfóðri og verður að taka tillit til þess þegar niðurstöður eru skoðaðar.

4.3 Fyrri rannsóknir með sýrða mjólkurgjöf og frjálsan aðgang

Í tilraun Braga Línal (1972) var mjólkinn gefin ósýrð ásamt kjarnfóðri og heyi að vild og uxu kálfarnir vel. Þarna skilaði einföld aukning á mjólkurinntöku ásamt kjarnfóðri marktækum mun í vaxtarhraða kálfanna án þess að nein sýring mjólkurinnar kæmi við sögu.

Þá má mögulega segja að vinsældaraukning sýrðu mjólkurinnar að undanskildum frjálsa aðganginum hafi fengið aukna athygli út á þennan mikla mun í vaxtarhraða sem að frjálsi aðgangurinn skilaði í tilraun Jóhannesar (2014) ef við gefum okkur að þessir umfram 2,25 L sem að kálfarnir á sýrðu mjólkinni drukku eiga stærsta þáttinn í að mynda. Má því spyrja sig um muninn á því ef kálfarnir á takmarkaða fósturaðganginum hefðu fengið jafnt frjálsan aðgang að ósýrðri duftmjólk eins og kálfarnir á frjálsa aðganginum að sýrðri ferskmjólk hver niðurstaðan hefði verið. Þó skal taka fram að kálfarnir á sýrðu mjólkinni sýndu almennt betra heilsufar en kálfarnir á ósýrðu mjólkinni hvað varðar skitutilfelli og

annað. Aftur er það spurning hvort megi rekja það til aukinnar mjólkurgjafar eða sýringu mjólkurinnar svo það er að mörgu að hyggja.

Tækifæri til frekari rannsókna eru hér greinileg til að skilgreina betur áhrif frjáls aðgangs mjólkur á vöxt og þroska kálfa og síðan skoða áhrif sýrðrar mjólkur í samanburði við ósýrða.

4.4 Sjúkraskýrsla

Alls komu upp 7 tilfelli með heilsufarsvandamál en flest þeirra tengdust einhvers konar meltingartruflunum. Ekki er hægt að tengja tilfellin við neinn ákveðin hóp eða meðferð en allir kálfar sem fengu skitu fengu hana á aldursbilinu 0-3 vikna. Einn þessara kálfa fékk mikinn niðurgang strax á broddtímabilinu en honum var gefið lyf með broddinum og var svo gott sem einkennalaus daginn eftir og því hélt hann áfram með sínum tilraunahópi. Hinir voru allir eldri þegar þeir veiktust en þeir voru meðhöndlaðir um leið og sást að skíturinn úr þeim þynntist óeðlilega og náðu þeir sér á 1-2 dögum að undanskildum 2 kálfum sem voru lengur að ná sér eða 4-5 daga.

Eitt tilfellið var síðan að sár og bólga hafði myndast í munnviki eins kálfsins einn morguninn sem blæddi úr. Kálfurinn var þá orðin um 3 mánaða gamall en virtist éta eðlilega og þrífast þrátt fyrir sárið. Sótthreinsandi sprej var sett á sárið og bólgan hjaðnaði strax morguninn eftir og virtist þetta ekki hafa nein sjáanleg áhrif á kálfinn.

5. Samantekt

Hægt er að álykta út frá þessari tilraun að mögulegt er að stytta mjólkurskeið kálfanna úr 2 mánuðum niður í a.m.k. 1,5 mánuð. Kálfar sem fengu duftmjólk í 1,5 og 2 mánuði uxu marktækt betur en ferskmjólkurkálfnir og eins 1 mánaðar duftkálfnir. Þar sem 1,5 mánaða mjólkurtímabil skilaði ódýrara eldi en 2 mánaða má út frá þeim forsendum álykta að 1,5 mánuður á frjálsum aðgangi sýrðrar duftmjólkur sé vænlegur kostur þar sem stytting mjólkurskeiðs skilar sér í fjárhagslegum sparnaði.

Ekki skipti máli hvað varðar vöxt og vaxtarhraða hvort kálfunum var gefið var 155 g/L eða 200 g/L. Kálfar á lægri duftstyrknum átu marktækt meira kjarnfóður en kálfnir á hærri og uxu að meðaltali hraðar en það var ekki marktækur munur þar á.

Ferskmjólkurkálfnir uxu marktækt verr en duftkálfnir og því mætti setja spurningamerki við ágæti þess að gefa kálfum ferskmjólk ef gæði hennar eru misjöfn.

Heimildaskrá

- Anderson, K. L., Nagaraja, T. G., & Morrill, J. L. (1987). Ruminant Metabolic Development in Calves Weaned Conventionally or Early. *Journal of Dairy Science*, 70(5), 1000–1005. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80105-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80105-4)
- Azevedo, R. A., Machado, F. S., Campos, M. M., Furini, P. M., Rufino, S. R. A., Pereira, L. G. R., ... Coelho, S. G. (2016). The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on feed intake and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8018–8027. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10457>
- Bragi Líndal Ólafsson. (1972). Kálfaeldistilraunir. *Ráðunautaráðstefna*, 20-26 mars 1972
- Froidmont, E., Mayeres, P., Picron, P., Turlot, A., Planchon, V., & Stilmant, D. (2013). Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 7(4), 665–672. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001577>
- Grétar Harðarson, G. H., Þórkelsson, E., & Sveinbjörnsson, J. (2007). Uppeldi kálfa. Áhrif kjarnfóðurs með mismiklu tréni á vöxt og heilbrigði kálfa. *Fræðaping landbúnaðarins 4*. 234-239
- Gunnar Ríkharðsson, Guðjón Þórkelsson, Þóroddur Sveinsson og Ólafur Guðmundsson. (1996). Samanburður á íslenskum nautum og Galloway-blendingum. *Fjölrit Rala - Rala report* 186, 55
- Godden, S. M., Fetrow, J. P., Feirtag, J. M., Green, L. R., & Wells, S. J. (2005). Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(9), 1547–1554.
- Hill, T. M., Bateman, H. G., Aldrich, J. M., & Schlotterbeck, R. L. (2009). Effect of Consistency of Nutrient Intake from Milk and Milk Replacer on Dairy Calf Performance. *The Professional Animal Scientist*, 25(1), 85–92. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30679-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30679-3)
- Jóhannes Kristjánsson. (2014). Frjáls aðgangur kálfa að sýrðri mjólk (bs verkefni). Sótt 15. mars af <https://skemman.is/handle/1946/18674>
- Lifland. (e.d.). Verðlisti kjarnfóðurs. Sótt 13. apríl 2018, af <http://www.lifland.is/landbunadur/verdlisti-kjarnfodurs>
- Moore, D. A., Taylor, J., Hartman, M. L., & Sischo, W. M. (2009). Quality assessments of waste milk at a calf ranch. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3503–3509. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1623>
- Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins. (e.d.). Lágmarksverð mjólkur og beingreiðslur. Sótt 13. apríl 2018, af <https://www.rml.is/is/radgjof/nautgripaeraekt/mjolkurframleidsla/lagmarksverd-mjolkur-og-beingreidslur>
- Rosenberger, K., Costa, J. H. C., Neave, H. W., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2017). The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 504–512. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11195>
- Sprayfo Royal. (e.d.). Sótt 13. apríl 2018, af <https://www.sprayfo.com/en/Producten/Sprayfo-Royal/>
- Sara Björk Þorsteinsdóttir. (2015). Mismunandi aðferðir að venja kálfa af mjólk (bs verkefni). Sótt 15. mars af <https://skemman.is/handle/1946/22074>
- Stobo, I. J. F., Roy, J. H. B., & Gaston, H. J. (1966). Rumen development in the calf: 2. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on digestive efficiency. *British Journal of Nutrition*, 20(2), 189–215. <https://doi.org/10.1079/BJN19660022>

- Van Amburgh, M. E., Soberon, F., Karszes, J., & Everett, R. W. (2014). Early Life Nutrition and Management Impacts Long-Term Productivity of Calves. Sótt af <http://ecommons.cornell.edu/handle/1813/36500>
- Póroddur Sveinsson. (2017). Vaxtargeta íslenskra nauta í kjötframleiðslu. *Landbúnaðarháskóli Íslands. (Rit Lbhí nr. 86)*.
- Póroddur Sveinsson og Laufey Bjarnadóttir. (2000). Samanburður á alíslenskum, Angusíslenskum og Limósíníslenskum nautgripum. I – Át, vöxtur og fóðurnýting. *Ráðunautafundur 2000*. 179-195.
- Póroddur Sveinsson, & Jóhannes Sveinbjörnsson. (2003). Tilraun með mjólkurduft fyrir smákálfa. *Bændasamtök Íslands, Freyr(4)*, 4-5,9.

Viðaukar

Tafla 12 Innihaldslýsing Alikálfaköggla samkvæmt upplýsingum frá framleiðanda

Hráefni			
Maís	35,5 %	Sykur	2 %
Sykkurrófur	24 %	Kálfapremix 1,5%	1,3 %
Sojamjöl	13,7 %	Tormelt sojaprótein	0,87 %
Repjumjöl	10 %	Lífland mix jurtafita	0,8 %
Melassi	5 %	Auðm. Köfnunarefnissa	0,5 %
Hveiti	3,3 %	Kalksteinn	0,07 %
Fiskimjöl	3 %		

Innihald í kíló af fóðri			
Purrefni	877 g	Aska	79 g
Hráfita	32 g	Ca	12 g
C14:0	0,15 g	P	5 g
C16:0	4,11 g	Ca/P	2
C16:0 +C18:0	6,18 g	Cl	9 g
C18:0	0,47 g	K	11 g
C18:1	7,77 g	Mg	3 g
C18:2	11,02 g	Na	5 g
Hráprótein	195 g	S	2 g
Meltanlegt hráprótein	142 g	Katjóna/anjóna	102 mEq
LYS	11 g	Fe	286,5 mg
MET	3 g	I	1,1 mg
MET+CYS	6 g	Co	0,6 mg
THR	8 g	Cu	27,1 mg
TRP	2 g	Mn	61,3 mg
AAT	116 g	Se	0,3 mg
PBV	12 g	Zn	73,8 mg
Hrátréni	57 g	A vítamín samtals	12000 IU
ADF	74 g	B1 vítamín samtals	1,5 mg
NDF	165 g	B12 vítamín samtals	20 mcg
Sterkja	262 g	B2 vítamín samtals	2 mg
Sykur	88 g	B6 vítamín samtals	1 mg
Meltanleg orka	12 MJ	Bíótín samtals	200 mcg
Nettóorka	8 MJ		

Tafla 13 Innihaldslýsing Sprayfo Royal mjólkurduftsins samkvæmt upplýsingum frá framleiðanda

Hráefni			
Milk fat-core	60 %		
Mysuduft	36 %		
Hveitisterkja	2 %		
Vítamín og steinefni	2 %		
Þurrefni	877 g		
Fem/kg þurrefni	1,5		
Fóðurgildi			
Meltanleg orka	18,5 MJ/kg	Vítamín A	40000 I.U
Þurrefni	877 g	Vítamín D3	5000 I.U
Fem/kg þurrefni	1,5	Vítamín E	300 mg
Hráprótein	22,5 %	Vítamín K	4,5 mg
Hráfita	18 %	Vítamín C	158 mg
Aska	7,5 %	Vítamín B1	6 mg
Tréni	0 %	Vítamín B2	6 mg
Laktósi	45 %	Vítamín B6	4 mg
		Vítamín B12	40 mg
Lysin	1,9 %		
Metionín	0,6 %	Járn	90 mg
Cystin og Metionín	0,85 %	Kopar	10 mg
		Joð	1 mg
Kalk	0,95 %	Mangan	45 mg
Natríum	0,5 %	Sink	84 mg
Fosfór	0,75 %	Selen	0,3 mg
Magnesium	0,13 %		

Tafla 14 Meðaltal tanksýna árið 2017 hjá Hvanneyrarbúinu (n=52)

		Meðaltal	Staðalfrávik
Fita	%	3,85	0,07
Frjalsar fitusýrur	mmol/100 g	0,39	0,081
Prótein	%	3,18	0,06
Kasein	%	2,42	0,06
Úrefni	mMól/L	6,62	0,52
Mjólkursykur	%	4,7	0,055
Frumutala		175	46,42
Líftala		19	10,33

Tafla 15 Meðalinnihald heysýna (n = 4)

	Meðaltal	Staðalfrávik
p.e. g/kg	416	30,5
Meltanl. p.e. %	80	0,82
Melt. lífr p.e. %	83	0,82
FEm í kg p.e.	0,95	0,01
Prótein g/kg p.e.	206	19,8
AAT g/kg p.e.	77	3,1
PBV g/kg p.e.	73,5	24,6
sCP g/kg prótein	586,25	20,9
iNDFg/kg p.e.	99,5	9,0
NDFg/kg p.e.	438,5	9,1
CAB meq/kg	76,5	36,4
Ca g/kg p.e.	3,875	0,9
P g/kg p.e.	3,775	0,3
Mg g/kg p.e.	2,575	0,6
K g/kg p.e.	13,775	2,2
Na g/kg p.e.	3,4	0,6
S g/kg p.e.	2,975	0,2
Fe mg/kg p.e.	120,25	32,7
Mn mg/kg p.e.	105,75	36,2
Zn mg/kg p.e.	27,5	3,0
Cu mg/kg p.e.	9,85	1,2
Se µg/kg p.e.	10,5	4,8
Co µg/kg p.e.	250	100,0
Mo mg/kg p.e.	0,33	0,0
Aska g/kg p.e.	70,25	11,5
Cl g/kg p.e.	8,45	1,6
Sykur g/kg p.e.	50,5	4,4

Tafla 16 Aðhvarfsjöfnur

Ferskmjólk, lota 1;	$Kg = 14,20969 + 0,8441424 * \text{aldur} + 0,0046996 * (\text{aldur} - 62,9)^2$
Ferskmjólk, lota 2;	$Kg = 19,811328 + 0,7924415 * \text{aldur} + 0,0033636 * (\text{aldur} - 56,1111)^2$
Duft 2, 155;	$Kg = 19,188307 + 0,9525361 * \text{aldur} + 0,0030751 * (\text{aldur} - 64,1316)^2$
Duft 2, 200;	$Kg = 24,213621 + 0,8244648 * \text{aldur} + 0,001375 * (\text{aldur} - 59,7778)^2$
Duft 1,5, 155;	$Kg = 22,193463 + 0,9406175 * \text{aldur} + 0,0041425 * (\text{aldur} - 53,3333)^2$
Duft 1,5, 200;	$Kg = 28,364213 + 0,8115666 * \text{aldur} + 0,0023272 * (\text{aldur} - 53,3333)^2$
Duft 1, 155;	$Kg = 18,646228 + 0,7775276 * \text{aldur} + 0,0041443 * (\text{aldur} - 55,5116)^2$
Duft 1, 200;	$Kg = 23,257851 + 0,7889747 * \text{aldur} + 0,0034219 * (\text{aldur} - 56,8889)^2$
Allir hópar saman;	$Kg = 21,249315 + 0,8402698 * \text{aldur} + 0,0033138 * (\text{aldur} - 57,8073)^2$
Jöfnurnar gilda á aldursbilinu 0-120 daga	

Tafla 17 Aðhvarfsstuðlar (R^2) og staðalskekkjur fasta (a) og hallastuðla (b , c) í 2. stigs aðhvarfsjöfnum sem sýna vöxt (kg) hópa sem fall af aldri (dögum).

Hópur	R^2	a (fasti)	$b * \text{aldur}$	$c * (\text{aldur} - d)^2$
Ferskmjólk, lota 1	0,97	2,028	0,02278	0,00068
Ferskmjólk, lota 2	0,95	2,504	0,03201	0,00101
Duft 2, 155	0,97	2,452	0,02769	0,00078
Duft 2, 200	0,87	4,468	0,05334	0,00165
Duft 1,5, 155	0,98	1,547	0,02195	0,0007
Duft 1,5, 200	0,87	4,013	0,05284	0,00177
Duft 1, 155	0,98	1,462	0,02093	0,00059
Duft 1, 200	0,85	4,346	0,05536	0,00173
Allir hópar saman	0,92	1,166	0,01477	0,00044