

„Misjafn er sauður í mörgu fé“
greining á áhrifaþáttum haustþunga lamba
í gagnasafni Hestbúsins 2002-2013

Jóhannes Sveinbjörnsson

Emma Eypórsdóttir

Eyjólfur K. Örnólfsson



„Misjafn er sauður í mörgu fé“
greining á áhrifaþáttum haustþunga lamba
í gagnasafni Hestbúsins 2002-2013

Jóhannes Sveinbjörnsson
Emma Eypórsdóttir
Eyjólfur K. Örnólfsson

Verkefnið var fjármagnað af;
Framleiðnisjóði (þróunarsjóði sauðfjárræktarinnar),
og Landbúnaðarháskóla Íslands

Mynd á kápu:
Ólöf Björg Einarsdóttir

September 2018
Landbúnaðarháskóli Íslands

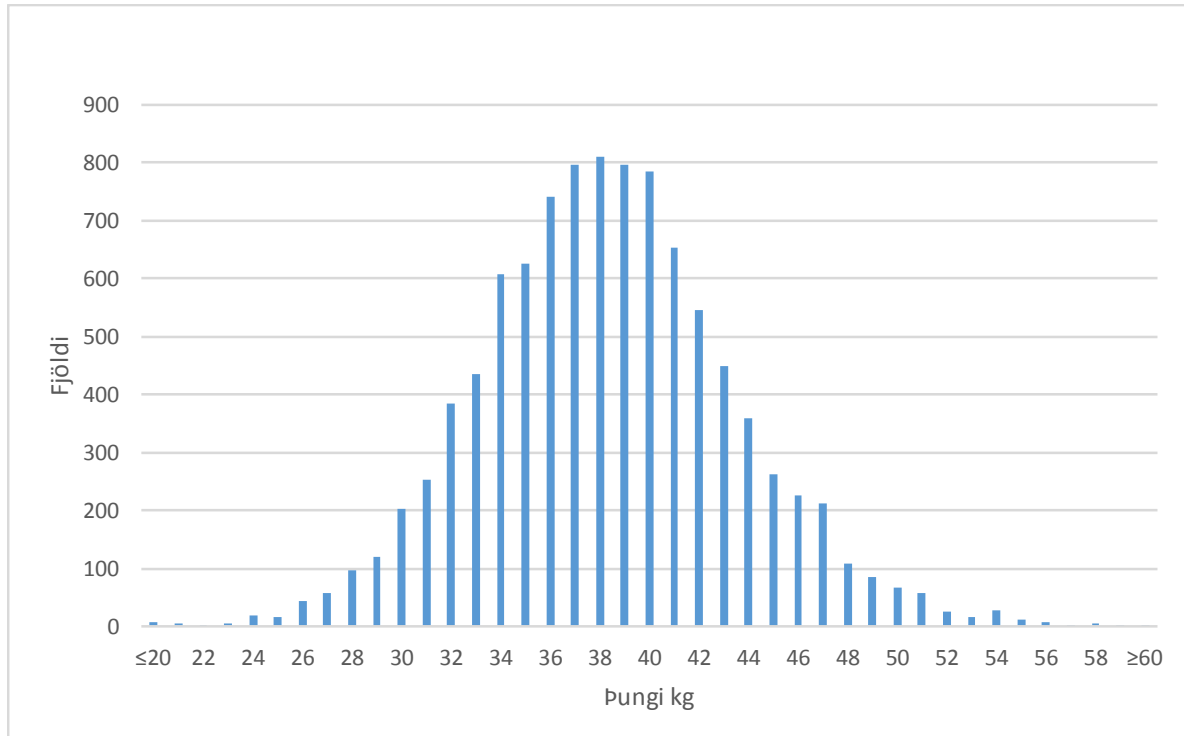
Efnisyfirlit

Inngangur	2
Efni og aðferðir.....	4
Niðurstöður	7
Fæðingarpungi.....	7
Vaxtarhraði lamba fyrri hluta sumars (Vöxtur 1)	10
Vaxtarhraði lamba seinni hluta sumars (Vöxtur 2).....	14
Vaxtarhraði lamba allt sumarið (Vöxtur 1+2).....	17
Umræður - samantekt.....	19
Heimildaskrá.....	22

Inngangur

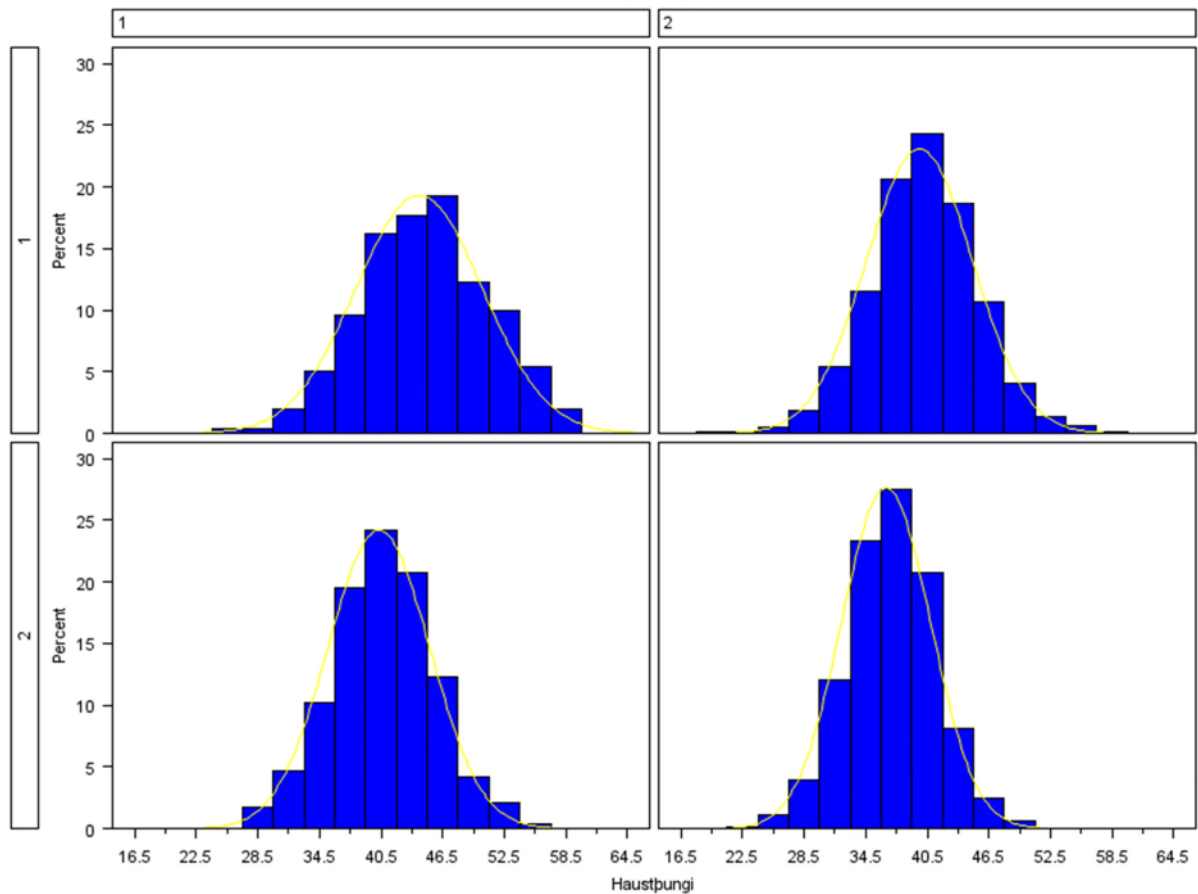
Fallþungi lamba hefur farið hækkandi héraendis hin síðari ár, og má þakka það kynbótum, bættum aðbúnaði, fóðrun og beit. Breytileiki í fallþunga er þó mikill, bæði milli búa og innan búa. Rýrustu lömbin sem koma í sláturhús eru erfið markaðsvara, og spilla fyrir solumöguleikum lambakjöts í heildina. Á árum áður voru of feit lömb verulegt vandamál, sem hefur að mestu tekist að leysa með markvissu kynbótastarfi. Stærstu vandamál sauðfjárræktar á Íslandi í dag eru þó enn markaðslegs eðlis, og til að leysa þau þarf að gera betur í öllum þrepum virðiskeeðjunnar. Það sem að bændum snýr er meðal annars að reyna að framleiða hóflega feitt gæðakjöt með þá vænleikadreifingu sem markaðnum hentar. Á sama tíma þarf markaðssetningin líka að þróast á þann veg að áhersla sé á að markaðssetja skrokka í þeim stærðarflokkum sem hagkvæmast er að framleiða. Bændur, afurðastöðvar og verslun þurfa að skiptast á upplýsingum í því sambandi. Framleiðsluferlið í sauðfjárrækt er langt og mun flóknara en í samkeppnisgreinum. Til að standast samkeppnina þarf sauðfjárræktin að nýta vel þá þekkingu og gögn sem eru til staðar um framleiðsluna. Þetta verkefni er eitt þús í því stóra þúslopili.

Meginmarkmið þessa verkefnis er að skilgreina breytileika í lífþunga lamba að hausti út frá upplýsingum um lömbin og mæður þeirra. Notað er gagnasafn frá tilraunabúi LbhÍ á Hesti sem nær yfir 12 ára tímabil, árin 2002-2013. Í gagnasafninu, sem nánar verður lýst hér á eftir, eru upplýsingar um 9938 lömb. Haustþungi þeirra hefur talsverða dreifingu, sem sjá má á 1. mynd.



1. mynd. Dreifing haustþunga allra lamba í gagnasafninu. Meðaltal 38,3 kg, staðalfrávik 5,2 kg.

Haustþunginn telst normaldreifður (1. mynd), en rétt er að hafa í huga að lambahópurinn samanstendur af nokkrum undirhópum. Þungadreifing hinna helstu af þeim er sýnd á 2. mynd.



2. mynd. Dreifing haustþunga eftir helstu undirhópum lamba í gagnasafni. Línur sýna mörk normaldreifingar.

Vinstra megin uppi: Einlembingshrútar; meðaltal 44,2 kg, staðalfrávik 6,2 kg.

Vinstra megin niðri: Einlembingsgimbrar; meðaltal 40,3 kg, staðalfrávik 4,9 kg

Hægra megin uppi: Tvílembingshrútar; meðaltal 39,7 kg, staðalfrávik 5,2 kg

Hægra megin niðri: Tvílembingsgimbrar; meðaltal 36,5 kg, staðalfrávik 4,3 kg

Þessar myndir gefa örlitla innsýn í nokkuð dæmigerðan breytileika í haustþunga lamba á íslensku sauðfjárbúi. Megin leiðarstefið í þeirri vinnu sem lýst verður hér á eftir var að lýsa þessum breytileika út frá öllum skýribreytum sem einhver áhrif og merkingu hefðu. Á þessari vinnu er hugmyndin að byggja reiknilíkan sem getur spáð fyrir um dreifingu haustþunga í lambahópi út frá upplýsingum um helstu breytur, í þeirri hjörð sem um ræðir hverju sinni. Slíkt líkan mundi nýtast til að byggja á leiðbeiningar um hvernig minnka má breytileika í haustþunga.

Efni og aðferðir

Gögn frá tilraunabúi LbhÍ á Hesti í Borgarfirði voru notuð í verkefninu. Þar er að jafnaði safnað nokkru ítarlegri gögnum um féð heldur en gerist og gengur í almennu skýrsluhaldi hjá bændum. Gögnum hvers árs er safnað í tvær grunnskrár, **ærskrár** og **lambaskrár**. Neðangreint er stutt samantekt á því hvaða gögn er að finna í þessum skráum:

Ærskrárnar:

- Númer ær, fæðingarár, móðir og faðir.
- Þungi og holdastig á u.þ.b. fimm vikna fresti frá október til maí.
- Fang: hrútur og dags.
- Hópur: stofn, notkun í afkvæmarannsóknunum, tilraunum o.fl.

Lambaskrárnar:

- Númer lambs, faðir og móðir.
- Burður lambs (einlembingur, tvílembingur, o.s.frv.)
- Hvernig lambið gekk undir (sem einlembingur, tvílembingur, þrílembingur)
- Kyn lambs.
- Fæðingardagur.
- Afdrif lambs.
- Þungi lamba: fæðing, sumar (við fjallrekstur), haust.
- Vaxtarhraði lambanna á mismunandi tímabilum.
- Ómmælingar, fitumat, læramat.
- Fallþungi, fallprósenta, EUROP-flokkun.
- Læra- og frampartsstig, skrokkmál.

Ær- og lambaskrár frá 12 ára tímabili, framleiðsluárunum 2002-13, var steipt saman í eina Excel-skrá. Hver lína í þeirri skrá geymir upplýsingar um eitt lamb (upplýsingarnar úr lambaskránni), og um leið upplýsingar um móður þess það ár sem lambið er fætt (upplýsingarnar úr ærskránni). Rétt er að taka fram að lömb undan veturgömlum ám eru ekki tekin með í þetta uppgjör.

Tölfræðileg úrvinnsla var framkvæmd í SAS Enterprise Guide 7.11 (©2015, SAS Institute, Cary, NC, USA). Við val á tölfræðiaðferðum var m.a. byggt á (Kaps and Lamberson, 2009). Háðu breytur sem reynt var að lýsa hvaða skýribreytum eru háðar og hvernig, eru þær sem sameiginlega ráða því hver haustþunginn verður. Þetta eru fæðingarþungi lambanna og vaxtarhraði. Vaxtarhraðinn er hægt að reikna í tvennu lagi, annars vegar (Vöxtur 1) frá fæðingu til sumarvigtunar (við fjallrekstur) og hins vegar (Vöxtur 2) frá sumarvigtun til haustvigtunar. Einnig var vaxtarhraðinn reiknaður í einu lagi (Vöxtur 1+2), frá fæðingu til hausts. Gera má ráð fyrir að með því að brjóta vaxtarferilinn niður í fyrri (Vöxt 1) og seinni (Vöxt 2) hluta verði lýsing vaxtarins nákvæmari og þar með hægt að spá réttar fyrir um haustþunga. Á móti kemur þó að í gagnasafni okkar vantar mælingu á sumarþunga á um 11% lambanna. Jafnframt er það svo að sumarvigtun er ekki venjubundin á íslenskum sauðfjárbúum. Af þessum ástæðum var talið skynsamlegt að greina áhrifaþætti á vaxtarhraða bæði sem tvískiptan feril og einn

samfelldan. Þessar tvær nálganir má þá bera saman þegar niðurstöður þessa verkefnis verða notaðar við gerð reiknilíkans til að spá fyrir um dreifingu á haustþunga lamba.

Til að greina hvaða breytur hefðu tölfræðilega marktæk áhrif á fæðingarþunga og vaxtarhraða var notuð rúttínan Linear Models (PROC GLM). Við endanlega greiningu var svo notuð rúttínan Mixed Models (PROC MIXED). Þar voru einstaklingsáhrif mæðra tekin inn í líkanið sem slembihrif. Nánari vinnuáðferðum og hugmyndafræði við hverja greiningu fyrir sig er lýst í niðurstöðukaflanum hér á eftir. Tölfræðileg marktækt er táknuð með stjörnum og sýnd með eftirfarandi hætti í niðurstöðum:

P<0,0001 = ****

P<0,001 = ***

P<0,01 = **

P<0,05 = *

P>0,05 = EM (ekki marktækt)

Bókstafamerkingum með hástæðu lettri (superscript) á talnagildum í töflum er skv. hefðbundinni aðferð ætlað að gera grein fyrir hvaða meðaltöl eru marktækt frábrugðin hvert öðru. Innan dálks eru þau gildi sem hafa ekki sama bókstaf marktækt frábrugðin tölfræðilega (P<0,05). Meðaltal^a er minna en Meðaltal^b sem er aftur minna en Meðaltal^c. Meðaltal^{ab} liggur á milli Meðaltals^a og Meðaltals^b en er hvorki marktækt frábrugðið Meðaltali^a né Meðaltali^b.

Til að gefa gleggri heildarmynd af gögnunum fylgja hér nokkrar töflur sem taka saman fjölda lamba í einstökum undirflokkum í gagnasafninu. 1. tafla sýnir að fjöldi lamba sem til uppgjör komu eru á bilinu 750-950 eftir framleiðsluárum, fór fjölgandi síðustu árin af þessu árabili sem gagnasafnið nær til. Yngstu árgangarnir eru stærstir og skila flestum lömbum. Í ljósi þess hve árgangarnir eldri en 5 vetra eru fálíðaðir voru þeir í uppgjöri sameinaðir í einn aldursflokk (6+).

1. tafla. Fjöldi lamba eftir framleiðsluárum og árgöngum mæðra.

Ár/árg.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Samtals
2002	209	167	143	126	75	44	20	3	0	0	0	787
2003	194	197	135	121	93	18	10	0	0	0	0	768
2004	210	178	172	117	94	49	9	2	0	0	0	831
2005	182	172	160	115	68	35	14	3	2	0	0	751
2006	193	181	145	121	79	28	6	4	0	1	0	758
2007	207	185	153	121	85	43	15	0	0	0	2	811
2008	238	189	156	112	85	35	7	2	0	0	0	824
2009	187	202	172	107	83	47	7	0	0	0	0	805
2010	219	179	179	134	81	44	4	0	0	0	0	840
2011	211	203	155	165	82	37	16	2	0	0	0	871
2012	274	196	161	139	104	41	23	2	0	0	0	940
2013	247	246	163	123	102	50	18	3	0	0	0	952
Samtals	2571	2295	1894	1501	1031	471	149	21	2	1	2	9938

Eins og 2. tafla sýnir eru ríflega tífalt fleiri lömb í þessu gagnasafni fædd sem tvílembingar heldur en einlembingar. Þrílembingarnir eru tæplega tvöfalt fleiri en einlembingarnir. Fjórlembingarnir eru fáir. Kynjahlutföll eru mjög jöfn.

2.tafla. Fjöldi lamba eftir framleiðsluárum, kynjum og burði.

Ár	Hrútar				Gimbrar			
	Einl.	Tvíl.	Þríl.	Fjórl.	Einl.	Tvíl.	Þríl.	Fjórl.
2002	42	325	26	0	33	333	28	0
2003	26	311	49	2	30	302	47	1
2004	37	306	44	2	26	339	72	5
2005	30	252	53	10	31	298	65	12
2006	33	289	44	3	37	311	36	5
2007	33	340	53	3	25	288	67	2
2008	33	326	54	3	31	313	64	0
2009	25	326	75	1	32	273	66	7
2010	21	319	60	2	26	340	71	1
2011	34	322	70	4	21	366	50	4
2012	31	372	65	3	34	351	83	1
2013	20	379	73	2	40	385	51	2
Samtals	365	3867	666	35	366	3899	700	40

Ennþá stærri hluti lambanna (yfir 93%) gengur undir sem tvílembingar (3.tafla), þar sem stór hluti þrí- og fjórlembinga er vaninn undir einlembur.

3. tafla. Fjöldi lamba eftir framleiðsluárum, kynjum og hvernig lömbin gengu undir.

Ár	Hrútar			Gimbrar		
	Einl.	Tvíl.	Þríl.	Einl.	Tvíl.	Þríl.
2002	38	355	0	28	366	0
2003	32	356	0	30	350	0
2004	14	370	5	17	422	3
2005	16	321	8	10	392	4
2006	29	340	0	27	362	0
2007	19	410	0	19	360	3
2008	21	395	0	14	394	0
2009	25	382	20	14	339	25
2010	12	381	9	23	400	15
2011	14	395	21	16	414	11
2012	23	444	4	21	438	10
2013	17	445	12	17	455	6
Samtals	260	4594	79	236	4692	77

Niðurstöður

Fæðingarpungi

Fyrsta skrefið í að greina breytileika í fæðingarpunga var ferveikagreining með Linear Model – GLM aðferð í SAS.

Grunnlíkan: $Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \epsilon_{ijkl}$

Þar sem Y_{ijkl} er fæðingarpungi (háða breytan); μ er heildarmeðaltal fæðingarpunga; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif aldurs ærinnar (2, 3, 4, 5, 6+); γ_k eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2=gimbur); δ_l eru föst hrif burðar lambanna (1-4); og ϵ_{ijkl} er tilraunaskekkjan.

Meðaltal fæðingarpunga í öllu gagnasafninu var 3,94 kg. Öll föstu hrifin reyndust hámarktæk ($p < 0,0001$). Skýringarhlutfall (R^2) þessa tölfræðilíkans var 0,274 og dreifniliðurinn (MS_{Error}) var 0,282. Með því að draga kvaðratrót af dreifniliðnum fáum við skekkjuna, sem hefur gildið 0,53 (kg) þegar þetta líkan er notað.

Hér á eftir er lýst ýmsum viðbótum við grunnlíkanið, hvaða breytur reyndust hafa marktæk áhrif í mismunandi líkönum, og hver áhrif breytinganna voru á skýringarhlutfallið (R^2) og dreifniliðinn.

1. Prófað var að bæta við grunnlíkanið tvenns konar víxlhrifum, annars vegar tveggja þátta víxlhrifum kyn x burður og hins vegar þriggja þátta víxlhrifum kyn x burður x aldur móður. Hvorug þessara víxlhrifa reyndust marktæk og var þeim því hafnað úr líkaninu.
2. Prófað var að bæta við grunnlíkanið línulegum áhrifum (aðhverfi) þunga og/eða holdastiga ána á mismunandi tímum vetrar, sem og þunga – og holdabreytinga yfir mismunandi hluta vetrar. Ýmsar útfærslur af þessu voru reyndar. Þar sem þessar breytur eru margar hverjar innbyrðis tengdar er mikilvægt að nota ekki fleiri en eina sem segja sömu sögu, heldur fremur að prófa sameiginleg áhrif breyta sem skýra mismunandi líffræðileg áhrif á fæðingarpunga. Með hliðsjón af þessu voru prófaðar fjórar breytur:
 - a. Þungi ána í janúar – færa má rök fyrir því að á þessum tíma árs séu ærnar í einhvers konar jafnvægisástandi og þungi á þessum tíma því allgóð viðmiðun um vænleika þeirra.
 - b. Þungabreyting frá janúar til mars. Þekkt er að fóðrun á öðrum til þriðja mánuði meðgöngu hefur mikil áhrif á þroska fylgjunnar sem síðan hefur mikil áhrif á þroska fóstranna á síðari hluta meðgöngunnar.
 - c. Holdastig í mars. Samantekt úr nokkrum eldri íslenskum rannsóknum (Thorsteinsson and Thorgeirsson, 1989) sýndi að fæðingarpungi er jákvætt tengdur holdafari ána í 13. viku meðgöngu eða þar um bil, gjarnan með boglínusambandi (2. gráðu líking).
 - d. Holdabreyting frá mars-maí, eða fram að burði. Þessi breyta ætti að hafa raunhæfari líffræðilega merkingu varðandi áhrif fóðrunar á þessum síðustu vikum meðgöngunnar á fæðingarpungann, heldur en þungabreytingar á sama tíma, þar sem vöxtur fóstra og fylgju á þeim tíma er ráðandi í þungabreytingunum.

4. tafla. Marktekt skýribreyta, skýringarhlutfall og stærð dreifniliðar, fyrir mismunandi tölfraðilíkon, sem lýsa breytileika í fæðingarpunga. Unnið er út frá grunnlíkani sem lýst var hér að framan, og eru niðurstöður fyrir það í efstu línu töflunnar. Eftir því sem neðar dregur í töflunni er bætt fleiri aðhvarfsbreytum við, samanber upptalningu og útskýringar í liðum a-d hér að ofan.

Skýringarhlutfall (R^2)	Dreifniliður (MS_{Err})	Föst hrif (flokkunarbreytur)				Föst hrif (aðhvarf)				
		Framleiðslu - ár	Aldur áanna	Kyn lamba	Burður lamba	Pungi jan.	Punga-breyt. jan-mars	Holda-stig mars	(Holda-stig mars) ²	Holda-breyt. mars-maí
0,2737	0,2822	****	****	****	****					
0,2766	0,2813	****	****	****	****	****				
0,2916	0,2767	****	****	****	****	****	****			
0,2933	0,2761	****	****	****	****	****	****	****		
0,2967	0,2748	****	****	****	****	****	****	****	****	
0,2980	0,2739	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Eins og sjá má af 4. töflu höfðu allar aðhvarfsbreyturnar sem bætt var við hámarktæk áhrif á fæðingarpungann, jafnvel þó að þær væru allar saman í tölfraðilíkaninu. Við hverja viðbót jókst skýringarhlutfallið lítillega, og dreifniliðurinn minnkaði.

Í ljósi þess að allar þær aðhvarfsbreytur sem voru settar saman inn í líkanið með þessum hætti hjálpa til við að skilja eðli áhrifa vænleika áa og fóðrunar á fæðingarpunga, var ákveðið að vinna áfram með síðasttalda tölfraðilíkanið (neðsta línan í 4. töflu).

Allt ofangreint var unnið með Linear Model – GLM aðferð í SAS. Þrátt fyrir að áhrif allra breyta í líkaninu séu hámarktæk er ekki búið að útskýra nema um 30% af breytileikanum í fæðingarpunga. Til að gera tilraun til að komast lengra með það og þá jafnframt að fá sem réttast mat á föstu hrifin í líkaninu, og möguleg víxlhrif, var næst prófað að nota Mixed Model (blandað líkan) í SAS, þar sem hægt er að vinna með slembihrif (random effects) auk fastra hrifa.

Þetta var gert með þeim hætti að reiknuð eru slembihrif mæðra í gagnasafninu, en þær eru hvorki meira né minna en 1851 talsins. Lömbin í gagnasafninu eru 9938, svo að hver ær er móðir að meðaltali 5,4 lamba í gagnasafninu. Þar sem flestar ærnar koma endurtekið fyrir sem mæður í gagnasafninu er hægt að greina einstaklingsáhrif mæðra sem eru þá bæði bein erfðaáhrif frá móðurinni á fæðingarpunga lambsins, og aðrir þættir tengdir móðurinni sem hafa áhrif á umhverfi fóstranna í móðurkviði og þar með á fæðingarpungann. Þessi einstaklingsáhrif mæðranna koma fram í dreifnilið fyrir ærnar – og dreifniliður fyrir skekkju lækkar sem því nemur miðað við GLM líkónin hér að framan.

Fyrst var byrjað á að nota blandað líkan þar sem öll föstu hrifin (flokkunar- og aðhvarfsbreytur) sem er að finna í síðasttalda líkaninu í 4. töflu voru með, auk slembihrifa mæðra. Þá gerðist það að aðhvarf holdabreytinga frá mars til maí urðu ómarktæk, en allir aðrir þættir sem verið höfðu í líkaninu voru áfram hámarktækir ($P < 0,0001$). Sá þáttur var því tekinn út úr líkaninu. Þar sem sú breyting var á orðin auk þeirrar að bæta við slembihrifum móður var nú prófað að bæta inn í líkanið þriggja þátta víxlhrifum eftirtalinna flokkunarbreyta: aldur móður, kyn lambs, burður lambs. Þau reyndust nú marktæk ($P < 0,05$).

Endanlegt tölfræðilíkan fyrir fæðingarpunga sem niðurstöðurnar hér á eftir byggjast á er því eftirfarandi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\beta \times \gamma \times \delta)_{jkl} + A_m + B_n + C_o + (C_o)^2 + R_p + \varepsilon_{ijklmnop}$$

Þar sem Y_{ijkl} er fæðingarpungi (háða breytan); μ er heildar meðaltal fæðingarpunga; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif aldurs ærinnar (2, 3, 4, 5, 6+); γ_k eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2 = gimbur); δ_l eru föst hrif burðar lambanna (1-4); $(\beta \times \gamma \times \delta)_{jkl}$ eru víxlhrif þriggja síðasttöldu þáttanna; A_m er aðhvarf janúarpunga ána; B_n er aðhvarf þungabreytinga ána janúar – mars; $C_o + (C_o)^2$ er annarrar gráðu aðhvarf holda ána í mars; R_p eru slembihrif mæðra; og ε_{ijkl} er tilraunaskekkjan.

Við það að taka dreifnilið fyrir mæður inn í líkanið lækkaði dreifniliður skekkju úr 0,2739 í 0,1808. Áhrif allra þátta í þessu líkani á fæðingarpungann voru hámarktæk ($P < 0,0001$) nema þriggja þátta víxlhrifin sem voru þó mjög vel marktæk ($P < 0,02$).

5. tafla. Leiðrétt meðaltöl fæðingarpunga eftir framleiðsluárum.

Ár	Fæðingarpungi
2002	3,750 ^b
2003	3,843 ^c
2004	3,731 ^{ab}
2005	3,774 ^b
2006	3,726 ^{ab}
2007	3,771 ^b
2008	3,769 ^b
2009	3,705 ^{ab}
2010	3,768 ^b
2011	3,696 ^a
2012	3,683 ^a
2013	3,745 ^b

Þrátt fyrir að tölfræðilíkanið innifeli breytur sem tengjast fóðrunarástandi ána og að meðaltöl séu leiðrétt fyrir öðrum skýribreytum í líkaninu, er árferðismunur á fæðingarpunga vel marktækur (5.tafla). Fæðingarpunginn er hæstur árið 2003 en lægstur árin 2011 og 2012.

Leiðrétt meðaltöl fæðingarpunga fyrir hvort kyn um sig voru þannig: Hrútar 3,843 kg og gimbrar 3,651 kg. Miðað við tvílembinga, eru einlembingar um 15% þyngri, þrílembingar um 16% léttari, og fjórlembingar um 25% léttari, við fæðingu (6. tafla).

6. tafla. Leiðrétt meðaltöl fæðingarpunga eftir burði lamba.

Burður lambs	Fæðingarpungi
Einlembingar	4,603 ^d
Tvílembingar	4,011 ^c
Þrílembingar	3,354 ^b
Fjórlembingar	3,019 ^a

Aldur mæðra (7. tafla) hefur áhrif á fæðingarpunga, þannig að 2ja vetra ær eiga marktækt léttari lömb en eldri ær. Í 8. töflu eru birtar upplýsingar um fæðingarpunga flokkað eftir þremur skýribreytum samtímis, þ.e. aldri mæðra, kyni lamba og burði.

7. tafla. Leiðrétt meðaltöl fæðingarpunga eftir aldri mæðra.

Aldur mæðra	Fæðingarpungi, kg
2	3,525 ^a
3	3,741 ^b
4	3,847 ^b
5	3,822 ^b
6+	3,798 ^b

8. tafla. Leiðrétt meðaltöl fæðingarpunga eftir aldri mæðra, burði og kyni.

Aldur mæðra	Einlembingar		Tvílembingar		Þrílembingar		Fjórlembingar	
	Hrútar	Gimbrar	Hrútar	Gimbrar	Hrútar	Gimbrar	Hrútar	Gimbrar
2	4,559	4,392	3,829	3,640	3,114	3,120	2,805	2,745
3	4,724	4,552	4,064	3,905	3,474	3,242	3,208	2,764
4	4,674	4,534	4,181	4,015	3,476	3,385	3,538	2,970
5	4,752	4,599	4,220	4,002	3,490	3,309	3,230	2,976
6+	4,761	4,484	4,228	4,028	3,555	3,372	3,298	2,981

Aðhvarfstuðull janúarpunga áнна er 0,00829 sem þýðir að við 1 kg aukningu á meðalpunga áa í janúar verður fæðingarpungi að meðaltali 8 grömmum meiri.

Aðhvarfsstuðull þungabreytinga janúar – mars er 0,0207 sem þýðir að ef ær þyngist um 10 kg á þessum tíma eru líkur á að fæðingarpungi per lamb verði 207 g meiri en ef ærin hefði ekkert þyngst á þessum tíma.

Annarrar gráðu samband holda í mars kemur þannig út að við hækkun á holdastigi frá 2,00 upp í 3,00 eykst fæðingarpungi um 0,120 kg, hækkun á mars-holdastigi frá 3,00 upp í 3,50 hefur nánast engin áhrif á fæðingarpunga, en hækkun holdastiga umfram það hefur neikvæð áhrif á fæðingarpunga, sem nemur t.d. um um 0,139 kg við hækkun á mars-holdastigi frá 3,50 upp í 4,50.

Vaxtarhraði lamba fyrri hluta sumars (Vöxtur 1)

Af lömbunum 9938 í gagnasafninu voru 8834 vigtuð við fjallrekstur. Dagsetning þessarar vigtunar var að meðaltali nálægt mánaðamótunum júní/júlí, með u.þ.b. einnar viku breytileika í hvora átt. Vaxtarhraði lambanna frá fæðingu til fjallrekstrar (Vöxtur 1) var reiknaður út frá aldri þeirra og þungaaukningu (sumarpungi-fæðingarpungi).

Líkt og gert var varðandi fæðingarpunga, var breytileiki í Vexti 1 fyrst kannaður með fervikagreiningu með Linear Model – GLM aðferð í SAS.

Grunnlíkan: $Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \kappa_m + \epsilon_{ijklm}$

Þar sem Y_{ijkl} er Vöxtur 1 (háða breytan); μ er heildarmeðaltal Vaxtar 1; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif aldurs ærinnar sem gengur með lambið (2, 3, 4, 5, 6+); γ_k eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2 = gimbur); δ_l eru föst hrif burðar lambanna (1-4;); κ_m eru föst hrif þess hvernig lömbin gengu undir (einlembingar, tvílembingar, þrílembingar); og ε_{ijklm} er tilraunaskekkjan.

Rétt er að undirstrika að þegar föst hrif aldurs ærinnar á Vöxt 1 eru reiknuð þá er miðað við ána **sem lambið gengur undir**, sem getur verið hvort heldur sem er blóðmóðir eða fósturmóðir. Þetta á líka við um Vöxt 2 og heildarvöxt (Vöxt 1+2), sjá síðar; en ekki fæðingarþungann, fósturmóðirinn hefur jú engin áhrif á hann.

Meðaltal Vaxtar 1 í öllu gagnasafninu var 289,7 g/dag. Öll föstu hrifin reyndust hámarktæk ($p < 0,0001$). Skýringarhlutfall (R^2) þessa tölfraðilíkans var hins vegar lágt, eða aðeins 0,1681 og dreifniliðurinn (MS_{Error}) var 1675,8. Með því að draga kvaðratrót af dreifniliðnum fáum við skekkjuna, sem hefur gildið 40,9 (g/dag) þegar þetta líkan er notað.

Hér á eftir er lýst ýmsum viðbótum við grunnlíkanið, hver marktækt breyta reyndist í mismunandi líkönum, og hver áhrif breytinganna voru á skýringarhlutfallið (R^2) og dreifniliðinn.

9. tafla. Marktækni skýribreyta, skýringarhlutfall og stærð dreifniliðar, fyrir mismunandi tölfraðilíkon, sem lýsa breytileika í vexti lamba fyrri hluta sumars (Vöxtur 1). Unnið er út frá grunnlíkani sem lýst var hér að framan, og eru niðurstöður fyrir það í efstu línu töflunnar. Eftir því sem neðar dregur í töflunni er bætt fleiri breytum við, samanber upptalningu og útskýringar að neðan.

		Föst hrif						Aðhvarf				
R^2	MS_{Err}	Frl.	Aldur ána	Kyn lamba	Burður lamba	Gekk undir	Fóstur- móður- áhrif	Fæð.- þungi	þungi mars	Holda- stig maí	Holda- stig maí ²	Aldur við sumar- vigtnun
0,1681	1675,8	****	****	****	****	****						
0,2223	1565,9	****	****	****	***	****		****				
0,2224	1563,7	****	****	****	****	****	***	****				
0,2323	1544,0	****	****	****	*	****	****	****	****			
0,2326	1545,0	****	****	****	*	****	****	****	****	EM		
0,2346	1541,1	****	****	****	*	****	****	****	****	****	****	
0,2412	1527,7	****	****	****	*	****	****	****	****	****	****	****

Eins og sjá má hafði það að bæta fæðingarþunga við sem aðhvarfsbreytu veruleg áhrif á skýringarhlutfallið. Fósturmóðuráhrif eru einfaldlega hvort lambið gengur undir eigin móður, eða fósturmóður, þessi áhrif reyndust marktæk og bættu líkanið lítillega. Að bæta þunga ána í mars inn í líkanið bætti það nokkuð, en holdastig í maí töldu ekki fyrir en þau voru sett inn sem 2. gráðu líking. Að síðustu kom svo í ljós að aldur við sumarvigtnun hefur áhrif á vaxtarhraða fyrri hluta sumars.

Næsta skref var að prófa blandað líkan þar sem öll föstu hrifin (flokkunar- og aðhvarfsbreytur) sem er að finna í síðasttalda líkaninu í 9. töflu voru með, auk slembihrifa mæðra. Við það lækkaði dreifniliðurinn fyrir skekkju úr 1527,7 niður í 1199,5.

Endanlegt tölfræðilíkan fyrir Vöxt 1 sem niðurstöðurnar hér á eftir byggjast á er því eftirfarandi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \kappa_m + \omega_n + A_o + B_p + C_q + (C_q)^2 + D_r + R_s + \varepsilon_{ijklmnopqrs}$$

Þar sem Y_{ijkl} er Vöxtur 1 (háða breytan); μ er heildarmeðaltal Vaxtar 1; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif aldurs ærinnar sem gengur með lambið (2, 3, 4, 5, 6+); γ_k eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2 = gimbur); δ_l eru föst hrif burðar lambanna (1-4); κ_m eru föst hrif þess hvernig lömbin gengu undir (1-3); ω_n eru föst hrif þess hvort lambið gekk undir blóðmóður eða fósturmóður; A_o er aðhvarf fæðingarþunga lambanna; B_p er aðhvarf marsþunga ána; $C_q + (C_q)^2$ er 2. gráðu aðhvarf holdastiga ána í maí; D_r er aðhvarf aldurs lambanna við sumarvigtun; R_s eru slembiáhrif mæðra; og $\varepsilon_{ijklmnopqrs}$ er tilraunaskekkjan.

10. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1 (g/dag) eftir framleiðsluárum.

Ár	Vöxtur 1
2002	275,8 ^b
2003	304,3 ^f
2004	289,2 ^{de}
2005	287,2 ^d
2006	273,2 ^{ab}
2007	288,8 ^d
2008	288,7 ^d
2009	293,2 ^e
2010	284,6 ^{cd}
2011	281,7 ^c
2012	290,1 ^{de}
2013	270,9 ^a

Eins og sjá má í 10. töflu er allverulegur áramunur á Vexti 1, þar sem besta árið (2003) er niðurstaðan meira en 10% betri en lakasta árið (2013).

Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1 (g/dag) eftir kynjum voru þannig: Hrútar 292,7 og gimbrar 278,6. Munurinn (14,1 g/dag) er hámarktækur ($P < 0,0001$).

Það hvernig lömbin gengu undir (12. tafla) hefur umtalsvert meiri áhrif á Vöxt 1 heldur en burður lambanna (11. tafla). Rétt er að taka fram að ástæða þess að munur milli þrí- og fjórlembinga (11. tafla) telst ekki marktækur liggur í því að fjórlembingarnir eru mjög fáir.

11. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1 (g/dag) eftir burði lambanna.

Burður	Vöxtur 1
Einlembingar	284,1 ^a
Tvílembingar	285,7 ^a
Þrílembingar	289,5 ^b
Fjórlembingar	283,3 ^{ab}

12. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1 (g/dag) eftir því hvernig lömbin gengu undir.

Gengið	Vöxtur 1
Einlembingar	319,1 ^c
Tvílembingar	276,4 ^b
Þrílembingar	261,4 ^a

Ærnar sem lömbin ganga undir eru flestar blóðmæður þeirra, þó eru alls 553 lömb í gagnasafninu, eða um 5,5%, sem ganga undir fósturmæðrum. Þar á meðal eru öll þau lömb sem ganga undir 1 vetra ám, 41 talsins. Gagnasafnið sem hér var greint tók ekki til lamba undan veturgömlum ám að öðru leyti. Þetta ber að hafa í huga þegar horft er á lágan vaxtarhraða lamba undir veturgömlum ám (13.tafla) að það eru allt fósturlömb. Annars má þar einnig sjá nokkurn mun á vaxtarhraða (Vöxtur 1) eftir aldri mæðra, á þann veg að 3 og 4 vetra ær sýna besta útkomu, þær elstu (6+) lakasta, en 2 og 5 vetra ær eru þarna á milli.

13. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1 (g/dag) eftir aldri áa sem þau gengu undir.

Aldur áa	Vöxtur 1
1	253,7 ^a
2	289,2 ^c
3	297,1 ^d
4	296,4 ^d
5	291,8 ^c
6+	285,7 ^b

Leiðrétt meðaltal Vaxtar 1 hjá öllum lömbum sem gengu undir eigin móður var 289,6 g/dag en þeirra sem gengu undir fósturmóður 281,7 g/dag. Munurinn (7,9 g/dag) var hámarktækur ($P < 0,0001$).

Aðhvarfsstuðull fæðingarþunga lambanna er 19,4 sem þýðir að lamb sem fæðist 4 kg vex hraðar sem nemur 19,4 g/dag heldur en lamb sem fæðist 3 kg.

Aðhvarfsstuðull þunga ána í mars er 0,518, sem (að öðru jöfnu) þýðir að lamb undan á sem er 80 kg í mars vex hraðar sem nemur 5,18 g/dag heldur en lamb undan á sem er 70 kg í mars.

Annarrar gráðu samband holda í maí kemur þannig út að við hækkun á holdastigi frá 2,00 upp í 3,00 eykst Vöxtur 1 um 8,6 g/dag, en um 1,4 g/dag við það að holdastig hækkar úr 3,00 í 4,00. Við hækkun á holdastigi frá 4,00 upp í 5,00 lækkar vaxtarhraði um 5,8 g/dag.

Aðhvarfsstuðull aldurs lamba við sumarvigtun er 0,410; sem segir þá að fyrir hverja 10 daga sem lambið er eldra við sumarvigtun (hefur fæðst fyrr) er vaxtarhraði þess frá fæðingu til sumarvigtunar meiri sem nemur 4,1 g/dag.

Vaxtarhraði lamba seinni hluta sumars (Vöxtur 2)

Til uppgjors hér, rétt eins og varðandi Vöxt 1, koma öll þau lömb sem voru með skráðan þunga við fjallrekstur, eða 8834 af 9938 lömbum í gagnasafninu. Vaxtarhraði lambanna frá fjallrekstri til hausts var reiknaður út frá þungaaukningu á þessum tíma (haustþungi- sumarþungi) og dagafjöldanum frá sumar- til haustvigtunar. Dagsetning þeirrar haustvigtunar sem miðað var við, var ævinlega vigtun í septemberlok ef hún var til staðar, slík vigtun var til á alls 9297 lömbum. Næsti kostur í boði var vigtun í október, (oftast á bilinu 15.-25. okt), og var notast við hana fyrir alls 472 lömb. Þriðji valkosturinn í röðinni var vigtun í kringum 5. september, sem var til staðar fyrir eitthvað af lömbum sem höfðu ekki farið á afrétt, notast var við hana fyrir alls 169 af lömbunum í gagnasafninu. Ef lömb heimtust það seint að ekki var til staðar vigtun fyrir en í nóvember, voru þau ekki höfð með í uppgjöri.

Breytileiki í Vexti 2 var fyrst kannaður með ferveikagreiningu með Linear Model – GLM aðferð í SAS.

$$\text{Grunnlíkan: } Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \kappa_m + \varepsilon_{ijklm}$$

Þar sem Y_{ijkl} er Vöxtur 2 (háða breytan); μ er heildarmeðaltal Vaxtar 2; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif aldurs ærinnar sem **gengur með** lambið (2, 3, 4, 5, 6+); γ_k eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2 = gimbur); δ_l eru föst hrif burðar lambanna (1-4;) κ_m eru föst hrif þess hvernig lömbin gengu undir (einlembingar, tvílembingar, þrílembingar); og ε_{ijklm} er tilraunaskekkjan.

Meðaltal Vaxtar 2 í öllu gagnasafninu var 217,8 g/dag. Þegar grunnlíkanið var reynt kom í ljós að „burður“ þ.e. hvort lambið er fætt sem einlembingur, tvílembingur o.s.frv., hafði ekki marktæk áhrif ($P=0,12$), en aðrir þættir voru hámarktækir. Skýringarhlutfall (R^2) þessa grunnlíkans var 0,1935 og dreifniliðurinn (MS_{Error}) var 1254,2. Með því að draga kvaðratrót af dreifniliðnum fáum við skekkjuna, sem hefur gildið 35,4 (g/dag) þegar þetta líkan er notað.

14. tafla lýsir ýmsum viðbótum við grunnlíkanið, hver marktækt breyta reyndist í mismunandi líkönunum, og hver áhrif breytinganna voru á skýringarhlutfallið (R^2) og dreifniliðinn.

14. tafla. Marktækni skýribreyta, skýringarhlutfall og stærð dreifniliðar, fyrir mismunandi tölfraðilíkon, sem lýsa breytileika í vexti lamba seinni hluta sumars (Vöxtur 2). Unnið er út frá grunnlíkani sem lýst var hér að framan, og eru niðurstöður fyrir það í efstu línu töflunnar. Eftir því sem neðar dregur í töflunni er bætt fleiri breytum við, samanber upptalningu og útskýringar hér að neðan.

R^2	MS_{Err}	Föst hrif						Aðhvarf					
		Frl.	Aldur ána	Kyn lamba	Burður lamba	Gekk undir	Kyn x gekk	Fóstur- mórur- áhrif	Tímas. haust- vigt.	Fæð.- þungi	þungi mars	Holda- stig maí	Holda- stig maí ²
0,1934	1254,2	****	****	****	EM	****							
0,1992	1245,0	****	***	****		****				****			
0,1993	1245,1	****	***	****		****	EM			****			
0,2029	1237,3	****	EM	****		****				****	****		
0,1991	1241,3	****		****		****			****	****	****		
0,2041	1232,9	****		****		****			****	****	****	****	
0,2042	1232,9	****		****		****			****	****	****	EM	EM
0,2049	1232,0	****		****		****	*		****	****	****	****	****

Þar sem „burður“ reyndist ekki hafa marktæk áhrif í grunnlíkaninu, var sú breyta tekin út, en áhrif fæðingarþunga prófuð og reyndust þau hámarktæk. Þó að það komi ekki fram í töflunni má geta þess að prófað var að setja sumarþunga (þunga við fjallrekstur) inn í stað fæðingarþungans en skýringarhlutfallið varð þá lægra og því héldum við okkur við fæðingarþungann. Föst hrif þess hvort lambið gekk undir blóðmóður eða fósturmóður voru prófuð og reyndust ekki marktæk, og því tekin strax út aftur. Marsþungi áнна var settur inn sem aðhvarfsbreyta er reyndist hámarktæk og bætti nokkru við skýringarhlutfallið, en við það að setja marsþungann inn urðu áhrif af aldri áнна ómarktæk. Þau voru því tekin út í næstu keyrslu, en föst hrif af tímasetningu haustvigtunar prófuð, og reyndust þau marktæk. Þeim var því haldið inni í líkaninu, og næst prófuð áhrif af holdastigum áнна í maí. Línulegt aðhvarf þeirra reyndist marktækt, en ekki annarrar gráðu aðhvarf. Línulega aðhvarfinu var því haldið inni, en að síðustu prófað hvort víxlhrifin kyn x gekk væru marktæk, og reyndist svo vera.

Næsta skref var að prófa blandað líkan þar sem öll föstu hrifin (flokkunar- og aðhvarfsbreytur) sem er að finna í síðasttalda líkaninu í 14. Töflu voru með, auk slembihrifa mæðra. Við það lækkaði dreifniliðurinn fyrir skekkju úr 1232,0 niður í 1019,9.

Endanlegt tölfræðilíkan fyrir Vöxt 2 sem niðurstöðurnar hér á eftir byggjast á er því eftirfarandi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\beta \times \gamma)_{jk} + A_m + B_n + C_o + R_p + \varepsilon_{ijklmnop}$$

Þar sem Y_{ijkl} er Vöxtur 2 (háða breytan); μ er heildarmeðaltal Vaxtar 2; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2 = gimbur); γ_k eru föst hrif þess hvernig lömbin gengu undir (1-3); δ_l eru föst hrif af tímasetningu haustvigtunar (1= 5. sept; 2= lok sept; 3= 15.-25. okt.); $(\beta \times \gamma)_{jk}$ eru víxlhrifin kyn x gekk; A_m er aðhvarf fæðingarþunga lambanna; B_n er aðhvarf marsþunga áнна; C_o er aðhvarf holdastiga áнна í maí; R_p eru slembiáhrif mæðra; og $\varepsilon_{ijklmnop}$ er tilraunaskekkjan.

15. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 2 (g/dag) eftir framleiðsluárum.

Ár	Vöxtur 2
2002	224,1 ^{bc}
2003	247,1 ^f
2004	233,3 ^d
2005	240,9 ^e
2006	251,1 ^g
2007	223,0 ^{bc}
2008	221,4 ^b
2009	217,4 ^a
2010	226,6 ^c
2011	242,8 ^e
2012	227,0 ^c
2013	227,9 ^c

Munur milli framleiðsluára var mikill, þar sem besta árið (2006) er niðurstaðan um 15% betri en lakasta árið (2009).

Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 2 (g/dag) eftir kynjum voru þannig: Hrútar 248,7 g/dag og gimbrar 215,1 g/dag. Munurinn (33,6 g/dag) er hámarktækur ($P < 0,0001$)

Lömb sem ganga undir sem þrílembingar, vaxa hraðar en bæði tvílembingar og einlembingar síðari hluta sumars (16.tafla).

16. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 2 (g/dag) eftir því hvernig lömbin gengu undir.

	Vöxtur 2
Einlembingar	229,8 ^b
Tvílembingar	211,1 ^a
Þrílembingar	254,7 ^c

Úr 17. töflu má lesa að lítillga hafi dregið úr vaxtarhraða eftir hefðbundinn vigtunartíma í lok september.

17. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 2 eftir tímasetningu haustvigtunar.

	Vöxtur 2
5. sept	227,0 ^a
lok sept.	236,9 ^b
15.-25. okt	231,7 ^{ab}

Munur á Vexti 2 milli hrúta og gimbra reyndist mestur hjá lömbum er gengu undir sem þrílembingar (18.tafla).

18. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 2 eftir kyni og því hvernig lömb gengu undir.

	Hrútar	Gimbrar
Einlembingar	243,1	216,6
Tvílembingar	222,6	199,6
Þrílembingar	280,3	229,2

Aðhvarfsstuðull fæðingarþunga lambanna var 5,52 sem þýðir að lamb sem fæðist 4 kg vex hraðar (frá fjallrekstri fram á haust) sem nemur 5,5 g/dag heldur en lamb sem fæðist 3 kg.

Aðhvarfsstuðull þunga ána í mars er 0,231 sem þýðir að lamb undan á sem er 80 kg í mars vex hraðar (frá fjallrekstri fram á haust) sem nemur 2,31 g/dag heldur en lamb undan á sem er 70 kg í mars.

Aðhvarfsstuðull holdastiga í maí er 0,068 sem þýðir að fyrir hvert eitt holdastig (t.d. frá 3 til 4 eða 4 í 5) sem ærin er feitari í maí (rétt fyrir burð), vex lambið hraðar sem nemur 6,8 g/dag, frá fjallrekstri fram á haust.

Vaxtarhraði lamba allt sumarið (Vöxtur 1+2)

Eins og fram hefur komið voru ekki öll lömbin vigtuð við fjallrekstur, nánar tiltekið eru það um 11% af lömbunum í gagnasafninu sem vantar slíka mælingu. Öll lömbin í gagnasafninu hafa hins vegar haustþunga. Það gæti verið fróðlegt að bera saman spár um haustþunga lamba út frá annars vegar líkönum fyrir Vöxt 1 og Vöxt 2 sitt í hvoru lagi, og hins vegar út frá spá eins líkans fyrir vaxtarferilinn í heild, frá fæðingu til hausts, sem við getum þá kallað Vöxt 1+2.

Við þróun á því líkani var fyrst prófað að setja inn öll föst hrif (flokkunar- og aðhvarfsbreytur) sem voru í endanlegum líkönum fyrir Vöxt 1 og Vöxt 2. Kom þá í ljós að áhrif burðar og þess hvort lambið gekk undir blóðmóður eða fósturmóður, voru ekki marktæk. Jafnframt að áhrif holdastiga í maí á Vöxt 1+2 voru eingöngu marktæk sem línulegt aðhvarf, en ekki annarrar gráðu. Aðrar breytur voru hámarktækar ($P < 0,0001$) og víxlhrif kyn \times gengið voru vel marktæk ($P < 0,01$). Skýringarhlutfall (R^2) var 0,2699 og dreifniþáttur (MS_{ERROR}) var 846,4. Með því að draga kvaðratrót af dreifniliðnum fáum við skekkjuna, sem hefur gildið 29,1 (g/dag) þegar þetta líkan er notað.

Næsta skref var að prófa blandað líkan þar sem slembihrifum mæðra var bætt við. Við það lækkaði dreifniliðurinn fyrir skekkju úr 846,4 niður í 673,2.

Endanlegt tölfræðilíkan fyrir Vöxt 1+2 sem niðurstöðurnar hér á eftir byggjast á er því eftirfarandi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \kappa_m + (\beta \times \gamma)_{jk} + A_n + B_o + C_p + R_q + \varepsilon_{ijklmnop}$$

Þar sem Y_{ijkl} er Vöxtur 1+2 (háða breytan); μ er heildarmeðaltal Vaxtar 1+2; α_i eru föst hrif framleiðsluárs ($i=2002-2013$); β_j eru föst hrif kyns lambanna (1=hrútur; 2 = gimbur); γ_k eru föst hrif þess hvernig lömbin gengu undir (1-3); δ_l eru föst hrif af tímasetningu haustvigtunar (1= 5. sept; 2= lok sept; 3= 15.-25. okt.); κ_m eru föst hrif aldurs ærinnar sem gengur með lambið (2, 3, 4, 5, 6+); $(\beta \times \gamma)_{jk}$ eru víxlhrifin kyn \times gekk; A_n er aðhvarf fæðingarþunga lambanna; B_o er aðhvarf marsþunga ána; C_p er aðhvarf holdastiga ána í maí; R_q eru slembiáhrif mæðra; og $\varepsilon_{ijklmnop}$ er tilraunaskekkjan.

19. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1+2 eftir framleiðsluárum.

Ár	Vöxtur 1+2
2002	241,3 ^{ab}
2003	262,5 ^f
2004	250,3 ^d
2005	258,0 ^e
2006	258,5 ^e
2007	247,4 ^{cd}
2008	242,8 ^b
2009	246,4 ^c
2010	249,9 ^d
2011	261,0 ^{ef}
2012	249,6 ^d
2013	238,8 ^a

Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1+2 (g/dag) eftir kynjum voru þannig: Hrútar 263,6 g/dag og gimbrar 237,4 g/dag. Munurinn (26,2 g/dag) er hámarktækur ($P < 0,0001$).

20. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1+2 eftir því hvernig lömbin gengu undir.

Gengið	Vöxtur 1+2
1	264,0 ^c
2	235,8 ^a
3	251,9 ^b

21. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1+2 (g/dag) eftir aldri áa sem lömbin gengu undir.

Aldur áa	Vöxtur 1+2
1	235,6 ^a
2	252,7 ^c
3	256,3 ^d
4	256,4 ^d
5	253,4 ^c
6+	248,8 ^b

22. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1+2 eftir kyni og því hvernig lömb gengu undir.

	Hrútar	Gimbrar
Einlembingar	275,4	252,5
Tvílembingar	246,0	225,6
Þrílembingar	269,5	234,2

23. tafla. Leiðrétt meðaltöl Vaxtar 1+2 eftir tímasetningu haustvigtunar.

	Vöxtur 1+2
5. sept	257,0 ^b
lok sept.	254,5 ^b
15.-25. okt	240,0 ^a

Aðhvarfsstuðull fæðingarþunga lambanna er 9,90 sem þýðir að lamb sem fæðist 4 kg vex hraðar (frá fæðingu til hausts) sem nemur 9,9 g/dag heldur en lamb sem fæðist 3 kg.

Aðhvarfsstuðull þunga ána í mars er 0,360 sem þýðir að lamb undan á sem er 80 kg í mars vex hraðar (frá fæðingu fram á haust) sem nemur 3,60 g/dag heldur en lamb undan á sem er 70 kg í mars.

Aðhvarfsstuðull holdastiga í maí er 0,037 sem þýðir að fyrir hvert eitt holdastig (t.d. frá 3 til 4 eða 4 í 5) sem ærin er feitari í maí (rétt fyrir burð), vex lambið hraðar sem nemur 3,7 g/dag, frá fæðingu fram á haust.

Umræður – samantekt

Einfaldasta formúlan til að reikna út haustþunga lamba er þessi:

$$\text{Haustþungi} = \text{fæðingarþungi} + \text{vaxtarhraði} \times \text{aldur lambs}$$

Eins og allir vaxtarferlar lífvera er vaxtarferill lambsins ekki endilega bein lína. Bæði líffræðilegir og umhverfistengdir þættir hafa margvísleg áhrif á þennan ferill þannig að hann getur orðið ólíkur frá lambi til lambs og frá ári til árs. Líklegt verður að teljast að spár um haustþunga verði nákvæmari eftir því sem einstakir hlutar vaxtarferilsins eru betur kortlagðir. Fjöldi þungamælinga á þessum ferli takmarkar þó hversu nákvæmlega er mögulegt að lýsa vaxtarferlinum. Í okkar gagnasafni eru flest lambanna með a.m.k. þrjár þungamælingar; fæðingarþunga, sumarþunga, og haustþunga, eins og lýst hefur verið hér að framan.

Fæðingarþungi lamba er einn af helstu áhrifaþáttum á lífslíkur lamba og vaxtargetu. Ptacek et al. (2017) notuðu gögn um 1012 Suffolk lömb í einni hjörð frá 3ja ára tímabili til að leggja mat á þetta samhengi. Lömb með lágan fæðingarþunga höfðu minni lífslíkur og lakari vaxtargetu en stærri lömb. Þau lömb sem höfðu hæstan fæðingarþunga voru þó í mun meiri hættu á að farast í fæðingu heldur en önnur lömb. Allt rímar þetta vel við reynslu íslenskra bænda. Að geta sagt að einhverju leyti fyrir um fæðingarþunga út frá upplýsingum um ærnar og næringarástand þeirra gefur vissa möguleika á að hafa áhrif á fæðingarþungann.

Fæðingarþunginn í okkar gagnasafni er ýmsum breytum háður. Miðað við tvílembinga, eru einlembingar um 15% þyngri, þrílembingar um 16% léttari, og fjórlembingar um 25% léttari, við fæðingu. Gimbrar eru að meðaltali tæpum 200 g léttari við fæðingu heldur en hrútar. Tvævetlur fæða léttari lömb en eldri ær. Stórar ær (miðað við janúarþunga) fæða heldur þyngri lömb en þær sem minni eru. Þungaaukning á meðgöngu hefur jákvæð áhrif á fæðingarþunga, og ær sem eru meðalfeitar (holdastig 3) í mars eru líklegri til að fæða þung lömb heldur en þær sem eru annað hvort magrari eða feitari. Þessum áhrifum stærðar og holda ærinnar á fæðingarþunga ber ágætlega saman við nýlegar rannsóknir frá Ástralíu og Nýja-Sjálandi (Oldham et al., 2011, Schreurs et al., 2012).

Fæðingarþungi hefur áhrif á vaxtarhraða bæði beint og óbeint. Lamb sem er fætt stórt, hefur meiri getu til að innbyrða mjólk heldur en lítið lamb. Fáí stóra lambið eins mikla mjólk og það getur í sig látið, mun forskot þess á litla lambið í átgetu gera meira en að standa undir meiri viðhaldspörfum þess. Stóra lambið mun því vaxa hraðar, alla vega til að byrja með.

Ef holdafar áнна, fóðrun og beit er með hagstæðu móti, fer mjólkurframleiðsla ærinnar framan af mjólkurskeiðinu að töluverðu leyti eftir eftirspurninni. Á fyrri hluta vaxtarskeiðsins (Vöxtur 1) stendur mjólkinn undir stærstum hluta af vexti lambanna. Að meðaltali er heildarvöxtur þrílembinga um 780 g/dag, tvílembinga um 550 g/dag og einlembings um 320 g/dag. Mjólkinn stendur undir meirihluta þessa vaxtarmunar. Því fleiri lömb sem ganga undir ánni, því meira og fyrr má þó búast við að ærin þurfi að ganga á eigin hold. Einlemban heldur því hærra hlutfalli sinnar hæstu nytar lengur fram eftir mjaltaskeiðinu en tví- og fleirlembur, mjaltakúrfan einlembanna er sem sagt flatari (Treacher & Caja, 2003).

Rétt eins og fjöldi lambanna hefur áhrif á mjólkurframleiðslu, er rökrétt að lömb sem fæðast stór kalli fram meiri mjólkurframleiðslu framan af mjaltaskeiði en minni lömb. Það skýrir líklega að hluta til jákvæð tengsl fæðingarþunga og vaxtar, og það að þau tengsl eru mun

sterkari fyrri en seinni hluta vaxtarskeiðsins. Að einhverju leyti er þó líklegt að þessi tengsl hafi með erfðir að gera; þ.e. að lamb sem hafi mikla vaxtargetu í móðurkviði sýni strax þar erfðaeiginleika sem njóta sín einnig utan móðurkviðs.

Vaxtarhraði fyrri hluta sumars er þó þrátt fyrir allt meiri (á hvert lamb) eftir því sem færri lömb ganga undir sömu á. Síðari hluta sumars vaxa hins vegar hraðast þau lömb sem ganga undir sem þrílembingar, en það skýrist væntanlega af veru í heimahögum á meðan flestir ein- og tvílembingar ganga á afrétti. Burður lambanna (fædd sem ein-, tví-, þrí-, eða fjórlembingar) hefur hins vegar engin áhrif á vöxt seinni hluta sumars, og lítil fyrir hluta sumars. Lömb sem ganga undir fósturmóður vaxa lítið eitt hægar (~3%) en lömb sem ganga undir blóðmóður fyrir hluta sumars, en síðari hlutann er ekki neinn munur þar á.

Fyrir utan það að lömb sem veturgamlar ær fóstura vaxa fremur hægt, eru sérstök áhrif af aldri ánnu merkilega lítil á vaxtarhraða þeirra lamba sem þær ganga með, og raunar ekki til staðar síðari hluta sumarsins. Vaxtarhraði lamba undir elstu (6+) ánum er þó slakastur og bestur er hann hjá 3-4 vetra ánum, fyrir hluta sumars. Þessi munur árganganna (fyrir utan veturgömlu fósturnar) spannar þó aðeins um 10 g/dag. Hafa verður í huga að áhrif marsþunga ánnu eru inni í líkaninu fyrir vaxtarhraða lambanna, ef svo væri ekki mundu leiðréttu meðaltölin fyrir vaxtarhraða hjá tvævetlunum vera lægri. Fyrir hver 10 kg sem ær er þyngri í mars er vaxtarhraði lambs fyrir hluta sumars um 5,2 g meiri á dag, en seinni hluta sumars um 2,3 g meiri á dag.

Gagnvart vexti lamba fyrir hluta sumars virðist vera hagstæðast að ærnar séu sámilega feitir rétt fyrir burð, með holdastig allt að 4, þó að ágóðinn af holdaaukningu milli 3 og 4 sé þar aðeins brot af því sem er frá holdatigi 2 upp í 3. En þegar vöxtur síðari hluta sumars er skoðaður, er það svo að því feitari sem ærnar hafa verið rétt fyrir burð, því hraðar vaxa lömbin á þessum tíma.

Þetta má svo túlka með nokkru tilliti til þess árferðismunar sem má sjá í gögnunum. Munur besta og lakasta framleiðsluárs er um 10% á vaxtarhraða fyrir hluta sumars, en um 15% á vaxtarhraða síðari hluta sumars. Sömuleiðis er það athyglisvert hve miklu meiri vaxtarhraðinn er fyrir hluta sumarsins (meðaltal 289,7 g/dag) en seinni hlutann (meðaltal 217,8 g/dag). Allt bendir þetta til þess að ærnar, og um leið lömbin, hafi það mun betra fyrir en seinni hluta sumars. Það að ærnar sem eru feitastar (holdastig 4-5) rétt fyrir burðinn mjólki meira en þær meðalfeitu (holdastig 3-4) síðari hluta sumarsins bendir til þess að mikil hold geti gagnast til að halda út með mjólkurframleiðsluna á þeim tíma, á meðan beitin geti furðu vel staðið undir henni fyrir hluta sumars, þegar hlutfall mjólkur í næringu lambanna er að öllu jöfnu meira. Þetta skýrist ekki endilega af því að afrétturinn sé lakari en heimalandið, heldur gæti allt eins verið að bæði afrétturinn og heimalandið gefi eftir þegar líður á sumarið, þegar grös fara að falla. Það er ágætlega þekkt bæði af reynslu bænda víða um land og einnig af niðurstöðum eldri beitartilrauna (sjá t.d. Ólafur Guðmundsson o.fl. 1997) að hálandari beitalönd reynast betur er líður á sumarið, heldur en þau láglandari. Í rannsókn Þóreyjar Bjarnadóttur o.fl. (2006) var fallþungi tvílembinga undan ám sem gengu á afrétti 16,0 kg en tvílembingar undan ám sem gengu á heimalandi á Hesti og Mávahlíð höfðu aðeins vinninginn, með 16,8 kg fallþunga.

Þar sem flestar ærnar koma endurtekið fyrir sem mæður í gagnasafninu var hægt að greina slembihrif mæðra. Þau reyndust umtalsverð, með því að taka þau inn lækkaði dreifniliður fyrir skekkju um u.þ.b. þriðjung í líkaninu fyrir fæðingarþunga, en nokkru minna í líkönum fyrir vaxtarhraða. Slembihrif mæðrana á fæðingarþunga eru bæði bein erfðaáhrif frá móðurinni á fæðingarþunga lambsins, og aðrir þættir tengdir móðurinni sem hafa áhrif á umhverfi fósturanna

í móðurkviði og þar með á fæðingarpungann. Slembihrif mæðranna á vaxtarhraða eru bæði bein erfðaáhrif á mjólkurlagni ána, sem og viðvarandi umhverfisáhrif sem þeim fylgja út ævina. Þar á meðal eru áhrif af lambsburði og frjósemi gemlingsárið sem voru ekki tekin sérstaklega fyrir í þeim tölfraðigreiningum sem lýst er í þessari skýrslu. Sama gagnasafn og hér er notað var hins vegar notað til að greina þessi áhrif nokkuð ítarlega í tveimur nýlegum BS-verkefnum við LbhÍ (Linda Sif Níelsdóttir, 2014; Þórdís Karlsdóttir, 2018).

Þessi umræða verður ekki höfð lengri að sinni, en vonandi verða næg tækifæri síðar til að ræða, kynna og túlka þessar niðurstöður. Næsta skref er að búa til úr þessum greiningum eitt reiknilíkan sem nýta má til að lýsa breytileika í haustþunga lamba á íslensku sauðfjárbúi. Það mætti svo nota til að meta hversu mikinn hluta lambanna, ef einhvern, er ástæða til að bata sérstaklega fyrir slátrun. Einnig mætti nota það til að endurskipuleggja tilhleypingar, ráðstöfun fósturlamba og fleira.

Heimildaskrá

- Bjarnadóttir, Þ., Sveinbjörnsson, J. & E. Eyþórsdóttir, 2006. Effects of the timing of weaning lambs and transferring from rangeland grazing to forage rape and aftermath grazing, with respect to lamb growth and development. *Icelandic Agricultural Science*, 19: 59-70.
- Kaps, M. & W. Lamberson. 2009. *Biostatistics for animal science*. 2nd ed. CABI, Wallingford, UK.
- Linda Sif Níelsdóttir, 2014. Áhrif þess að halda gemlingum á endingu og æviafurðir. BS-ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, 28 bls.
- Oldham, C. M., A. N. Thompson, M. B. Ferguson, D. J. Gordon, G. A. Kearney, & B. L. Paganoni. 2011. The birthweight and survival of Merino lambs can be predicted from the profile of liveweight change of their mothers during pregnancy. *Animal Production Science* 51(9):776-783.
- Ólafur Guðmundsson, Emma Eyþórsdóttir & Ólafur G. Vagnsson, 1997. Fóðrun og beit.: *Ráðunautafundur 1997*, 33-42. Bændasamtök Íslands og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Ptacek, M., J. Duchacek, L. Stadnik, J. Hakl, & M. Fantova. 2017. Analysis of multivariate relations among birth weight, survivability traits, growth performance, and some important factors in Suffolk lambs. *Arch Anim Breed* 60(2):43-50.
- Schreurs, N. M., P. R. Kenyon, P. C. H. Morel, & S. T. Morris. 2012. Meta-analysis to establish the response of having heavier mature ewes during gestation on the birthweight of the lamb and the weaning weight of the ewe and lamb. *Animal Production Science* 52(6-7):540-545.
- Thorsteinsson, S. S. & S. Thorgeirsson. 1989. Winterfeeding, housing and management. Í: Dyrmondsson Ó.R. and S. Thorgeirsson, (ed.). *Reproduction, growth and nutrition in sheep*. Dr. Halldór Pálsson Memorial Publication.. Agricultural Research Institute and Agricultural Society, Reykjavík, bls. 113-145
- Treacher, T.T. & G. Caja, 2002. Nutrition during lactation. Ch. 10. Í: Freer, M. & H. Dove (eds). *Sheep Nutrition*. CABI Publishing, Wallingford, UK. Bls. 213-236.
- Þórdís Karlsdóttir, 2018. Áhrif þess að ær skili lambi veturgamlar á afurðir þeirra síðar á ævinni. BS-ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, 26 bls.