

BS – ritgerð

Maí 2014

Tengsl kjötmats og ómmælinga, bætt kynbótamat og erfðaframarir

Jón Hjalti Eiríksson



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

BS – ritgerð

Maí 2014

Tengsl kjötmats og ómmælinga, bætt kynbótamat og erfðaframarir

Jón Hjalti Eiríksson

Leiðbeinandi: Ágúst Sigurðsson
Meðleiðbeinandi: Elsa Albertsdóttir

Landbúnaðarháskóli Íslands
Auðlindadeild

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Jón Hjalti Eiríksson

Ágrip

Athugað var hvort hægt er að bæta kynbótamat fyrir EUROP kjötmatseiginleika með því að taka bakvöðva og fitumælingar á lifandi lömbum (ómvöðva og ómfitu) með sem tengdan eiginleika og leiðrétt fyrir kyni. Sérstaklega voru áhrifin á mögulega bjögun vegna mismunandi ásetningshlutfalls og líflambasölu skoðuð.

Viðamikil gögn úr skýrsluhaldi Bændasamtaka Íslands voru notuð til að meta erfðastuðla fyrir holdfyllingu og fitu samkvæmt kjötmati, ómvöðva og ómfitu. Notaðar voru REML aðferðir og einstaklingslíkan, bæði með kynleiðréttingu og án hennar. Alltaf var leiðrétt fyrir fallþunga, búum og árum. Arfgengi fitu með kynleiðréttingu reyndist 0,31, holdfyllingar 0,40, ómfitu 0,36 og ómvöðva 0,39. Erfðafylgni kjötmatseiginleikanna hefur minnkað frá eldra mati og minnkar með tímanum. Erfðafylgni fitu samkvæmt kjötmati og ómfitu er 0,59 og erfðafylgni holdfyllingar og ómvöðva 0,47.

Kynbótamat var reiknað annarsvegar fyrir kjötmat eingöngu og hinsvegar fyrir kjötmat og ómmælingar saman, hvort tveggja bæði með og án kynleiðréttingar. Matið var reiknað með öllum tiltækum gögnum frá 2000-2013 og með því að sleppa einu til þremur árum aftan af því. Kynbótamat hrúta fæddra 2010 og 2011 reiknað með mismunandi aðferðum og mis miklum upplýsingum var borið saman við matið með öllu gagnasafninu, ómmælingum og kynleiðréttingu. Hrútar með hátt ásetningshlutfall eða frá búum með mikla líflambasölu voru skoðaðir sérstaklega. Greinileg merki eru um svipfarsval fyrir holdfyllingu en ekki fyrir fitu. Fjölbreytukeyrsla með ómmælingum eykur öryggi kynbótamats hjá ungum hrútum. Hún lagar bjögun á holdfyllingarmati fyrir hrúta sem mikið er sett á undan en ekki eru merki um það fyrir hrúta frá sölubúum. Það að taka ómmælingar með veldur bjögun á mati fyrir fitu ef ekki er leiðrétt fyrir kyni.

Erfðaframfarir voru einnig metnar fyrir alla eiginleikana fjóra 2000-2013. Framfarir fyrir holdfyllingarmat og ómvöðva eru miklar allan tímann en hefjast ekki fyrr en um 2003 fyrir fitueiginleika og eru alltaf minni.

Lykilorð: Kjötmat, ómmælingar, erfðastuðlar, erfðaframfarir, sauðfé, fjölbreytu BLUP

Þakkir og tileinkun

Ég vil þakka leiðbeinanda mínum Ágústi Sigurðssyni fyrir ómetanlega aðstoð á öllum stigum verkefnisins. Elsu Albertsdóttur þakka ég fyrir leiðbeiningar á tölvu og forrit sem voru notuð. Bændasamtök Íslands fá þakkir fyrir að láta af hendi gögn og Eyjólfur Ingvi Bjarnason hjá RML fyrir upplýsingar. Guðrúnu Þórðardóttur vil ég þakka fyrir yfirlestur ritgerðarinnar.

Ég tileinka þessa ritgerð móður minni Arnheiði Þórðardóttur (1964-2011) bónda í Gýgjarhólskoti.

Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar	i
Ágrip.....	ii
Þakkir og tileinkun	iii
Efnisyfirlit	iv
1. Inngangur	1
1.1. Íslensk sauðfjárrækt	1
1.2. Kjötmat	2
1.3. Ómmælingar	3
1.4. Kynbótamat	3
1.5. Mat á áhrifum erfða	4
1.6. Erfða- og umhverfisáhrif á kjötmat	5
1.6.1 Erfðastuðlar	5
1.6.2 Umhverfisáhrif	6
1.6.3 Núverandi kynbótamat fyrir kjötmat.....	6
1.7. Erfða- og umhverfisáhrif á ómmælingar	7
1.7.1 Erfðastuðlar	7
1.7.2 Tengsl við vefjahlutföll	7
1.7.3 Umhverfisáhrif	8
1.8. Kjötmat og ómmælingar	8
1.9. Erfðaframfarir	8
1.10. Markmið.....	9
2. Efni og aðferðir	10
2.1. Gögn	10
2.2. Umhverfisáhrif.....	10
2.3. Mat á erfðastuðlum.....	11
2.4. Kynbótamat	12
2.5. Mat á árangri.....	13
2.6. Mat á erfðaframför.....	13
2.7. Myndir og lýsandi tölfræði	13
3. Niðurstöður.....	14
3.1. Áhrif umhverfisþátta.....	14

3.2.	Erfðastuðlar	16
3.3.	Áhrif á kynbótamat	18
3.4.	Erfðaframför	20
4.	Umræður.....	23
4.1.	Áhrif umhverfisþátta.....	23
4.2.	Erfðastuðlar	24
4.3.	Kynbótamat	26
4.4.	Erfðaframfarir	27
5.	Ályktanir.....	29
6.	Heimildaskrá	30
7.	Töfluskrá	35
8.	Myndaskrá.....	36
	Viðaukar	37
1.	Gagnayfirlit	37
2.	Erfðastuðlar án kynleiðréttingar	38
3.	BLUE	40

1. Inngangur

1.1. Íslensk sauðfjárrækt

Sauðfé hefur verið haldið á Íslandi svo lengi sem menn hafa hér búið. Landnámsmenn fluttu með sér stuttrófufé líkt og þá var algengt í norðurhluta Evrópu og það er grunnur þess fjárstofns sem er hér enn í dag (Jón Torfason & Jón Viðar Jónmundsson, 2000; Stefán Aðalsteinsson, 1981).

Sauðfjárstofninn hér á landi hefur í gegn um tíðina verið fjölnytjastofn, nýttur til mjólkurframleiðslu, ullarframleiðslu, framleiðslu kjöts og mörs. Kynbætur í þessum stofni hafa trúlega verið litlar fyrstu aldirnar og náttúruval ráðið mestu um hvaða gripir urðu til framræktunar. Á 19. öld urðu fyrstu þreifingar til kynbóta, t.d. með hrútasýningum. Þá þótti fitan verðmætust og helst var horft á að auka mörinn. Sauðasalan til Bretlands og dilkakjötssala í framhaldi af því á fyrstu áratugum 20. aldar vakti áhuga hjá bændum um að bæta holdsöfnun. Sauðfjárræktarráðunautar Búnaðarfélags Íslands mótuðu einnig þá stefnu að rækta þéttholda og bráðþroska dilka og frjósamt afurðafé. Alla 20. öldina hefur ræktunarstarfið verið að mótast og styrkjast. Hrútasýningar voru lengi meginvettvangur kynbótastarfsins en skýrsluhald og sæðingar þeim til viðbótar frá því um miðja öldina (Halldór Pálsson, 1983).

Á síðustu áratugum hefur lang mest verðmæti sauðfjárræktarinnar legið í dilkakjötsframleiðslunni og hefur megináhersla í ræktunarstarfinu beinst að eiginleikum tengdum henni. Áherslan á kjötgæðaeiginleika, að rækta þéttbýggt fé með mikla vöðva, hefur breytt íslenska sauðfénu meira en nokkuð annað. Frá 1980 hefur einnig verið lögð áhersla á að draga úr fitusöfnun (Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eyþórsdóttir, 2013).

Ný ræktunarmarkmið voru samþykkt fyrir íslenska sauðfjárstofninn árið 2012. Þar segir meðal annars um kjötgæði: „Stefnt skal að því að rækta þéttholda og bollangt fé, þ.e. langt m.v. legglengd, með þykka vöðva samfara hóflegri fitu og léttum beinum“ („Ræktunarmarkmið fyrir íslenska sauðfjárstofninn“, 2012). Framan af fór val fyrir þessu fyrst og fremst fram með óbeinu vali á lifandi lömbum eftir útliti. Um 1990 komu ómsjarmælingar svo til og 1998 var tekið upp nýtt kjötmat í sláturhúsi sem hvort tveggja hafa verið mikilvægir þættir í kynbótamatinu síðan (Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eyþórsdóttir, 2013).

1.2. Kjötmat

Fyrsta kjötmat hér á landi byggðist bara á þunga fallanna, þau sem náðu 12 kg fóru í fyrsta flokk en önnur föll í annan flokk (Halldór Pálsson, 1983). Árið 1949 er farið að taka tillit til holdfyllingar við kjötmat (Reglugerð um kjötmat og fleira nr. 155/1949) og 1968 einnig til fitu (Reglugerð um slátrun, mat og meðferð sláturafurða nr. 227/1968). Í eldra kjötmati fór

1. tafla. Holdfyllingarflokkar samkvæmt Reglugerð um gæðamat, flokkun og merkingu sláturafurða nr. 882/2010 ásamt tölugildum á línulegum skala.

Flokkur	Holdfylling	Lýsing	Tölugildi
E	Ágæt	Allar útlínur mjög kúptar	14
U	Mjög góð	Útlínur að mestu kúptar	11
R	Góð	Útlínur að mestu beinar	8
O	Sæmileg	Útlínur nokkuð íhvolfar	5
P	Rýr	Útlínur allar íhvolfar eða mjög íhvolfar	2

mjög stór hluti af dilkum í sömu flokkana svo það þótti ekki lýsa þeim breytileika sem var á lömbum sem komu til slátrunar og nýttist illa til kynbóta. Það, auk breytts markaðar með lambakjöt og vaxandi áhuga á útflutingi lambakjöts, ýtti á það að mat byggt á reglum Evrópusambandsins var tekið upp árið 1998 (Guðjón Þorkelsson, 1998). Það byggist á flokkun annarsvegar eftir holdfyllingu og byggingarlagi í 5 flokka og hinsvegar eftir fitu í 6 flokka. Matið á holdfyllingunni byggir á sjónmati þjálfaðra kjötmatsmanna. Flokkana má sjá í 1. töflu. Við fituflokkun er mæling á síðufitu 11 cm frá miðlínu hryggjar við næstaftasta rif notuð sem viðmið til flokkunar. Frávik upp á 1 mm er leyft frá þeim viðmiðum eftir fitudreifingu annarstaðar á skrokknum (Reglugerð um gæðamat, flokkun og merkingu sláturafurða nr. 882/2010). Fituflokkana má sjá í 2. töflu.

2. tafla. Fituflokkar samkvæmt Reglugerð um gæðamat, flokkun og merkingu sláturafurða nr. 882/2010 ásamt tölugildum á línulegum skala.

Fituflokkar	Síðufita	Lýsing	Tölugildi
1	< 5 mm	Mjög lítil fita	2
2	< 8 mm	Lítill fita	5
3	< 11 mm	Eðlileg fita	8
3+	< 14 mm		9
4	< 18 mm	Mjög mikil fita	11
5	> 18 mm	Óhóflega mikil fita	14

Til þess að auðveldara sé að vinna með þessar upplýsingar í útreikningum hefur flokkuninni verið komið á línulegan skala (Jón Viðar Jónmundsson, 2000). Tölugildin fyrir hvern holdfyllingarflokk á þessum línulega skala má sjá í 1. töflu og fyrir fituflokkana í 2. töflu.

1.3. Ómmælingar

Ómmælingar byggja á því að senda hátíðni hljóðbylgjur, á bilinu 2-10 MHz, inn í vefi skepnunnar. Vefjaskil endurvarpa þessum bylgjum aftur til baka. Endurvarpið er svo hægt að nota til að meta hversu langt er niður í vefjaskil (Houghton & Turlington, 1992). Með því að nota ómsjá á hryggvöðva lamba er hægt að fá þverskurðarmynd af vöðvanum og mæla á henni þykkt vöðvans (ómvöðvi) og fitunnar yfir honum (ómfita) (Stefán Sch. Thorsteinsson & Sigurgeir Þorgeirsson, 1992).

Árið 1990 kom fyrsta ómsjain til notkunar í sauðfjárrækt hér á landi á tilraunabúi Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins á Hesti. Árið eftir komu 6 slík tæki til notkunar hjá búnaðarsamböndum víða um land (Jón Viðar Jónmundsson, 1993). Á Hesti var ómsjain notuð í afkvæmarannsóknnum þar sem hryggvöðvinn var mældur bæði yfir tólfta rífi og þriðja lendarlið. Úti um landið var aðeins mælt á seinni staðnum og ómsjain aðallega notuð til að finna yfirburðagripni til að byrja með (Stefán Sch. Thorsteinsson, Sigurgeir Þorgeirsson, & Ólöf Björg Einaradóttir, 1994). Árið 1993 var svo farið að nýta ómmælingar í afkvæmarannsóknir út um landið, fyrst með mælingum á hrútlömbum en frá 1996 var farið að nota hvort kynið sem var. Þá var einnig farið að nota þessar mælingar við val lífgimbra (Áskell Þórisson & Matthías Eggertsson, 1998).

1.4. Kynbótamat

Kynbótagildi, TBV (e. true breeding value), grips ræðst af samleggjandi áhrifum arfgerðar hans á þann eiginleika sem um ræðir. Kynbótamat, EBV (e. estimated breeding value), er tilraun til að meta TBV. Margskonar upplýsingar um skylda gripni og mælingar á einstaklingnum sjálfum hafa verið notaðar til að fá EBV. Yfirleitt er reynt að leiðrétta fyrir þekktum umhverfisáhrifum til að fá betra mat. Ef munur er á meðalkynbótagildi einstaklinga innan samanburðarhópa getur verið erfitt að greina þar á milli. Aðferð besta línulega óskekkt mats, BLUP (e. best linear unbiased prediction) tekur á þessu (Bourdon, 2000). Aðferðin var sett fram af bandaríkjamanninum C.R.Henderson 1953. Hún byggir á blönduðu líkani fastra og slembihrifa sem eru leyst með jöfnu blandaðra líkana. Þar eru erfðaáhrifin, áhrif

kynbótagildis gripanna, metin sem slembihrif um leið og umhverfisáhrif eru metin sem föst hrif (Cameron, 1997; Searle, 1991).

Einstaklingslíkan sem tekur tillit til hverskyns þekkts skyldleika er almennasta líkanið við BLUP mat. Þar er kynbótagildi allra einstaklinga metið hvort sem þeir eru með mælingar eða ekki (Cameron, 1997). Ef nægar tengingar eru á milli meðferðarhópa geta þessar aðferðir greint á milli meðferðarmunarsins og munar á meðalkynbótamati hópanna. Breyting á kynbótagildi með tíma veldur ekki skekkju með BLUP aðferðum af þessum ástæðum og því er hægt að sjá erfðaframarir á niðurstöðunum. Valpörun veldur heldur ekki skekkju eins og með eldri aðferðum við kynbótamat þar sem tekið er tillit til kynbótamats beggja foreldra. BLUP aðferðir eru nokkuð reiknifrekar og komu því ekki í gagnið fyrr en snemma á níunda áratugnum með framförum í reiknigetu tölva (Bourdon, 2000).

Hægt er að taka marga eiginleika í einu inn í jöfnu blandaðra líkana við BLUP mat. Þá nýtist tenging á milli eiginleikanna til að bæta matið fyrir þá. Þetta er einkum fýsilegt ef aðeins fæst mat á hluta gripa fyrir einhvern eiginleika og sá hluti er að einhverju leiti valinn eftir tengdum eiginleika. Með einbreytu BLUP mati getur þetta valdið skekkju sem tví- eða fjölbreytu BLUP, sem tekur tillit til tengsla á milli eiginleika, getur lagað (Bourdon, 2000; Cameron, 1997). Fjölbreytu BLUP getur einnig aukið öryggi óháð því hvort val hefur orðið. Ávinningurinn er meiri eftir því sem munur á erfðafylgni og umhverfisfylgni er meiri. Rangar fylgnitölur draga úr öryggi fjölbreytu BLUP kynbótamats (Schaeffer, 1984).

1.5. Mat á áhrifum erfða

Til þess að hægt sé að vinna með eiginleika í kynbótum þarf einhver breytileiki að vera til staðar í eiginleikanum og hann að einhverju leiti að ráðast af erfðum. Mælingar eða mat á einhverjum eiginleika á línulegum skala fyrir heilan stofn hafa tilhneigingu til að fylgja ákveðinni dreifingu, oft normaldreifingu. Dreifni mælinganna, svipfarsdreifnin σ_p^2 , getur ráðist af dreifni margra undirliggjandi slembipátta auk fastra þátta. Fyrir einföld kynbótafræðilíkon getur það verið dreifni samleggjandi erfða, σ_a^2 og afgangurinn, umhverfisdreifni σ_e^2 , en þar inni eru erfðaáhrif sem eru ekki samleggjandi auk tilviljanakenndra umhverfisáhrifa. Sé samdreifni erfða og umhverfis ekki til staðar, þ.e. $cov(a,e) = 0$, gildir $\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_e^2$. Séu þessir dreifniliðir þekktir fæst arfgengi, $h^2 = \sigma_a^2/\sigma_p^2$, sem lýsir því hversu stór hluti af svipfarsbreytileikanum ræðst af erfðum (Bourdon, 2000).

Séu tveir eiginleikar tengdir getur einnig verið samdreifni á milli þeirra, hvort sem er fyrir svipfarið, $cov(p_1,p_2)$, erfðaþáttinn, $cov(a_1,a_2)$, eða umhverfisáhrifin, $cov(e_1,e_2)$. Út frá því

má svo finna fylgni á milli eiginleikanna, hvort sem er svipfars- (r_p), erfða- (r_a) eða umhverfisfylgni (r_e) (Bourdon, 2000).

Áður fyrr voru dreifniliðir helst metnir í stýrðum tilraunum þar sem systkinahópar eða aðrir sambærilegir hópar voru prófaðir við staðlaðar aðstæður og svo metið hversu stór hluti af breytileika í mælingum gripanna kom út af sameiginlegum erfðapætti (Simm, 1998). Þá er t.d. fundin dreifni á milli hálsystkinahópa með fervikagreiningu, sem er þá fjórðungur arfgengisins (Meyer, 1989). Í seinni tíð hafa verið þróaðar reikniaðferðir til að meta dreifniliði út frá dreifðum upplýsingum þar sem áhrif mismunandi þátta eru metin út frá margskonar þekktum tengingum (Simm, 1998). Mat á erfðastuðlum hefur í vaxandi mæli farið að byggja á einstaklingslíkani. Dreifniliðir samleggjandi erfða eru þá metnir beint út frá áhrifum samleggjandi erfða sem slembihrifa í blönduðu líkani (Meyer, 1989).

Fervikagreining gerir ráð fyrir að mælingar séu úr handahófsvöldu úrtaki sem er sjaldnast raunin við búfjáarkynbætur. Aðferð sennilegustu gilda, ML (e. maximum likelihood), gefur síður skekkta niðurstöður af þeim sökum. Hún byggir á gefnum forsendum um dreifingu gagnanna. Aðferðin finnur þá stuðla sem hámarka líkur á því að fá þau gögn sem raunin er, miðað við það líkan sem unnið er með. Aðferð sennilegustu frávika, REML (e. restricted maximum likelihood) er breytt útgáfa ML sem hámarkar aðeins þann hluta sennileikans sem er óháður föstum hrifum og tekur þannig tillit til fækkunar frítalna vegna þeirra sem ML gerir ekki (Meyer, 1989).

Nú eru REML aðferðir algengastar við mat á erfðastuðlum auk Bayesian aðferða sem byggja á Gibbs úrtökum. Mismunandi REML algrím sem byggja á ítrekunum eru notuð í mati á erfðastuðlum. Afleiðulaust (e. derivative free, DF) REML er nú orðið lítið notað þrátt fyrir að vera auðvelt í forritun og fljótvirkt með einföld gögn vegna þess hversu óáreiðanlegt og frekt á reiknigetu það er í flóknari keyrslum. REML byggt á væntihámörkum (e. expectation maximization, EM) er frá fyrstu afleiðu. Það getur þurft gríðarlega margar ítrekanir en hefur þann kost að skila ávalt niðurstöðum innan stikasviðs. Áður var það talið áreiðanlegt en það hefur nú verið dregið í efa. REML út frá meðaltalsupplýsingum (e. average information, AI) er oftast fljótvirkt en getur farið út fyrir stikasvið í ákveðnum tilvikum (Misztal, 2008).

1.6. Erfða- og umhverfisáhrif á kjötmat

1.6.1 Erfðastuðlar

Arfgengi stigunar fyrir holdfyllingu falla hefur reynst nokkuð breytilegt í erlendum rannsóknum, á bilinu 0,08 til 0,45 (Conington, Bishop, Waterhouse, & Simm, 1998;

Karamichou, Merrell, Murray, Simm, & Bishop, 2007; Maxa, Norberg, Berg, & Pedersen, 2007; Moreno o.fl., 2001; Rius-Vilarrasa o.fl., 2010; Safari, Fogarty, & Gilmour, 2005). Í íslensku fé fékk Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) arfgengið 0,40 með upplýsingum úr skýrsluhaldinu eftir eitt haust í notkun hér. Í yngri rannsókn var það 0,35 (Eypór Einarsson, 2011).

Fyrir mat á fitu skrokka hefur fengist arfgengi á bilinu 0,10 til 0,25 erlendis (Conington o.fl., 1998; Karamichou o.fl., 2007; Maxa o.fl., 2007; Rius-Vilarrasa o.fl., 2010). Fyrir íslenskt fé hafa fengist hærri tölur, 0,27 (Sigbjörn Óli Sævarsson, 1999) og 0,31 (Eypór Einarsson, 2011). Fitumatið eins og það er framkvæmt hér á landi er erfðafræðilega alveg sami eiginleikinn og mæling á síðufitu ($r_a = 0,99$) og arfgengi fitumælingarinnar nokkru hærra en matsins (0,58) (Eypór Einarsson, 2011). Aðrir hafa einnig fengið hátt arfgengi síðufitu í íslensku fé, Stefán Sch. Thorsteinsson og Emma Eypórsdóttir (1998) fengu 0,70 með gögnum frá rannsóknabúinu á Hesti. Stefan Sch. Thorsteinsson (2002) fékk 0,52 með gögnum frá Hesti 1978-1996 en aðeins 0,28 með eldri gögnum. Í Nýsjálenskum Romney og Romneyblendingslömbum reyndist arfgengið lægra (0,26) (Waldron, Clarke, Rae, Kirton, & Bennett, 1992) sem þó er meira en yfirleitt fæst með fitumati erlendis.

Niðurstöður varðandi erfðafylgni á milli gerðar- og fitumats í sláturhúsi eru nokkuð misjafnar. Í erlendum fjárkynjum hefur hún reynst lítil, -0,03 til 0,19 (Conington o.fl., 1998; Karamichou o.fl., 2007; Maxa o.fl., 2007). Í íslensku fé hefur hún aftur á móti reynst veruleg, Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) fékk 0,48 og Eypór Einarsson (2011) 0,40.

1.6.2 Umhverfisáhrif

Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) skoðaði umhverfisáhrif á kjötmat þegar hann mat erfðastuðla fyrir það. Hann notaði líkan sem innihélt fallþunga, fallþunga í öðru veldi og bú, en gögnin voru aðeins frá einu ári. Hann taldi aðra eiginleika sem hann skoðaði litlu bæta við, en kyn skýrði þó einna mest umfram það líkan sem hann notaði. María Þórunn Jónsdóttir (2008) skoðaði áhrif umhverfisþátta á kjötmat árin 1998-2005. Hún taldi áhrif bús, árs, línuleg áhrif fallþunga og kyn skipta mestu máli. Aldur móður og hvernig lambið gekk undir höfðu lítil áhrif til viðbótar við það. Af samspilsáhrifum hafði samspil bús og árs nokkur áhrif. Áhrif kyns eru mun meiri á fitumat en holdfyllingareinkunn.

1.6.3 Núverandi kynbótamat fyrir kjötmat

BLUP kynbótamat fyrir kjötmatsniðurstöður var fyrst reiknað hér 1999. Það byggir á erfðastuðlum og líkani Sigbjörns Óla Sævarssonar (1999) og er reiknað fyrir báða eiginleika í

einu þannig að tekið er tillit til samhengis þeirra (Jón Viðar Jónmundsson & Ágúst Sigurðsson, 1999).

1.7. Erfða- og umhverfisáhrif á ómmælingar

1.7.1 Erfðastuðlar

Arfgengi ómmælingar á bakvöðvaþykkt hefur reynst meðalhátt til hátt. Við jafnan þunga fengust niðurstöður á bilinu 0,22-0,46 í nokkrum rannsóknum. Fyrir fitu yfir bakvöðva eru niðurstöðurnar breytilegri, arfgengi 0,12 til 0,54 (Kvame & Vangen, 2007; Maniatis & Pollott, 2002; Maxa o.fl., 2007; Maximini, Brown, Baumung, & Fuerst-Waltl, 2012; Puntala, Mäki, & Rintala, 2002; Safari o.fl., 2005). Maniatis og Pollott (2002) mátu einnig erfðaáhrif mæðra og fengu 0,05 og 0,07 fyrir vöðva og fituþykktina í þessari röð. Mat á erfðafylgni vöðva og fituþykktar á baki er mjög breytilegt, allt frá -0,36 til 0,49 í nokkrum erlendum rannsóknum (Karamichou o.fl., 2007; Kvame & Vangen, 2007; Maniatis & Pollott, 2002; Maxa o.fl., 2007; Maximini o.fl., 2012; Puntala o.fl., 2002; Safari o.fl., 2005).

Eftir notkun ómsjár við mælingar á bakvöðva og fitu í tvö haust hér á landi var arfgengi þeirra metið með afkvæmum sæðingahrúta. Leiðrétt var fyrir þunga. Arfgengi ómvöðva reyndist hátt (0,53) en mun lægra (0,18) fyrir fitumælinguna. Neikvæð erfðafylgni (-0,41) reyndist milli þessara þátta (Jón Viðar Jónmundsson, 1993). Úr gögnum frá Hesti á svipuðum tíma fékkst arfgengið 0,30 fyrir vöðvaþykktina og 0,52 fyrir fitu þegar mælt var á þriðja lendarlið og leiðrétt fyrir þunga. Arfgengistölur fyrir mælingar yfir aftasta rífi voru ögn hærri. Erfðafylgnin á milli vöðva og fitu var -0,21. Í gögnum frá öðrum bæjum á Vesturlandi var arfgengi ómvöðvans 0,55 og fitunnar 0,56 og erfðafylgnin -0,26 (Stefán Sch. Thorsteinsson o.fl., 1994). Með gögnum frá fleiri árum á Hesti fékkst arfgengið 0,42 bæði fyrir vöðva og fitu og erfðafylgnin -0,17 (Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eyþórsdóttir, 1998). Nýrra mat á arfgengi ómmælinga reyndist einnig 0,42 bæði fyrir vöðva á fitu en lág jákvæð (0,11) erfðafylgni á milli vöðva og fituþykktar (Eypór Einarsson, 2011).

1.7.2 Tengsl við vefjahlutföll

Ómmælingar á bakvöðva geta nýst ágætlega í spálíkingar til að spá fyrir um vefjahlutföll í skrokkum. Þær skýra þó ekki alveg eins mikið og besta samsetning af mælingum á skrokkum en eru mun einfaldari í framkvæmd (Stefán Sch. Thorsteinsson o.fl., 1994). Rannsóknir hafa enda sýnt erfðasamband ómsjarmælinga og vefjapunga í sláturhúsi. Erfðafylgni ómvöðva og vöðvaþunga falla hefur reynst 0,43-0,70 og ómfitu og fituþunga

0,41-0,90 (Jones, Lewis, Young, & Simm, 2004; Kvame & Vangen, 2007; Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eyþórsdóttir, 1998). Þykkari ómvöðva fylgir líka minni fita og þynnri ómfitu meiri vöðvamassi, erfðafylgni -0,31 og -0,78 í þessari röð (Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eyþórsdóttir, 1998). Eyþór Einarsson (2011) fékk erfðafylgnina 0,37 á milli ómvöðva og vöðvahlutfalls falla og -0,40 á milli ómfitu og vöðva í falli.

1.7.3 Umhverfisáhrif

Jón Viðar Jónmundsson (1993) segir þungamun vera þann þátt sem skýrir langsamlega mest af breytileika í ómmælingum frá fyrstu notkun ómsjár hér á landi. Hann fékk línulega aukningu í bakfitu um 0,073 mm/kg og bakvöðva 0,168 mm/kg. Í líkani sem Eyþór Einarsson (2011) notaði við mat á erfðastuðlum á ómmælingum og lifandi dómum voru samsetning bús og árs, kyn lamba, hvernig þau gengu undir, aldur móður og línuleg áhrif þunga tekin með sem föst hrif. Umhverfisáhrif á ómmælinganiðurstöður hafa annars ekki verið metin sérstaklega fyrir gögn úr skýrsluhaldinu.

1.8. Kjötmat og ómmælingar

Maxa o.fl (2007) mátu erfðafylgni ómælinga og flokkunar í sláturhúsi eftir EUROP kerfi í Texel og Shropshire fé. Erfðafylgni ómvöðva og holdfyllingarmats reyndist 0,80 og 0,49 fyrir þessi kyn en 0,21 og 0,66 á milli ómfitu og fitumats. Staðalskekkja var nokkuð há á þessum tölum. Karamichou o.fl. (2007) fengu erfðafylgnina 0,30 fyrir vöðvann og 0,97 fyrir fitu.

Í íslensku fé fékk Eyþór Einarsson (2011) erfðafylgnina 0,53 á milli ómælds bakvöðva og EUROP holdfyllingar og 0,59 á milli ómfitu og EUROP fitueinkunnar. Svipfarsfylgnin var 0,27 og 0,32. Erfðafylgnin á milli ómvöðvans og fituflokks var 0,13 og á milli ómfitu og holdfyllingar -0,13.

1.9. Erfðaframarir

Frá því um 1980 hefur verið unnið skipulega að kynbótum fyrir meiri vöðvavexti og minni fitu á tilraunabúinu á Hesti. Þessar áherslur hafa skilað sér í erfðafrámörum; 0,0790 mm þynnri síðufitu og 0,0662 mm² meira flatarmál bakvöðva á ári á tímabilinu 1978-1996 (Stefán Sch. Thorsteinsson, 2002).

Eyjólfur Kristinn Örnólfsson, Jón Viðar Jónmundsson, Sigurgeir Þorgeirsson og Emma Eyþórsdóttir (2006) mátu erfðaframarir fyrir kjötmatseiginleikana á landsvísu fyrir hrúta og ær fædd 1993-2004. Veruleg framför reyndist vera í holdfyllingarmati á þessu tímabili, 1,226 stig í staðlaðri BLUP einkunn á ári hjá hrútunum en 1,152 hjá ánum. Fyrir

fituna voru mun minni framfarir hjá hrútunum, einungis 0,272 stig og engar hjá ánum (-0,031).

Þar sem óhagstætt erfðasamband er á milli fitumats og holdfyllingar (Sigbjörn Óli Sævarsson, 1999) verður val fyrir báðum eiginleikum samtímis erfiðara. Aftur á móti er þekkt að með vali fyrir tveimur þannig tengdum eiginleikum getur erfðafylgnin minnkað þar sem valið er fyrir þeim arfgerðum sem hafa hagstæð áhrif á eiginleikana aðskilið (Hohenboken, 1985).

1.10. Markmið

Um leið og fyrstu niðurstöður BLUP kynbótamats fyrir kjötmatseiginleika í sauðfé hér á landi voru kynntar var bent á þá bjögun sem kann að koma fram vegna mismunandi ásetningshlutfalls. Yfirleitt eru það bestu lömbin sem eru sett á og mögulega hærra hlutfall undan bestu hrútunum, sem gæti þá leitt til vanmats á þeim. Þetta gæti einnig komið fram sem vanmat á bæjum þar sem mikil líflambasala er. Þar var jafnframt bent á mögulega lausn á þessu með því að taka ómmælingarnar á ásetningslömbunum með í kynbótamatið sem tengdan eiginleika, en til þess þarf að meta ákveðna erfðastuðla (Jón Viðar Jónmundsson & Ágúst Sigurðsson, 1999). Hér verða þessir erfðastuðlar metnir og kynbótamat reiknað á grunni þeirra. Áhrif þess að nota fjölbreytugreiningu á öryggi og mögulega bjögun kynbótamatsins verða skoðuð.

Þar sem niðurstöður um hvort rétt sé að leiðrétta fyrir kyni við gerð kynbótamats fyrir kjötmat eru ekki fyllilega samhljóma (María Þórunn Jónsdóttir, 2008; Sigbjörn Óli Sævarsson, 1999) er hér skoðað hvort kynleiðrétting bæti öryggi eða dragi úr bjögun á kynbótamati.

Þeir erfðastuðlar sem hér eru metnir fyrir kjötmatið geta nýst fyrir kynbótamatið óháð því hvort að ómmælingarnar verða teknar inn í. Hér fæst líka mat á erfðastuðlum ómmælinga og tengslum þeirra við kjötmatið með stærra gagnasafni en áður hefur verið gert fyrir íslenskt fé.

Erfðaframarir fyrir kjötmatсниðurstöður og ómmælingar eru einnig metnar.

2. Efni og aðferðir

2.1. Gögn

Gögnin sem notuð eru í rannsókninni koma úr skýrsluhaldsgrunni Bændasamtaka Íslands. Gagnaskráin náði til 7.801.189 lamba fæddra á árunum 2000-2013. Hún innihélt sláturniðurstöður, þ.e. fallþunga, EUROP mat á fitu og holdfyllingu fyrir sláturlömb, ómmælingarniðurstöður þ.e. þykkt bakvöðva, þykkt fitu yfir bakvöðva og lífþunga. Einnig kom fram fæðingardagsetning, bær, sláturdagsetning, dagsetning vigtunar og ætterni. Ekki voru allar sláturupplýsingar frá haustinu 2013 komnar þegar gögnin fengust. Til viðbótar var æternisskrá með 1.709.499 ásettum gripum allt aftur til 1950. Í viðauka 1 má sjá fjölda lamba eftir árum, fjölda þeirra sem eru með mælingar ásamt meðaltölum og staðalfrávikum fyrir mælingarnar.

2.2. Umhverfisáhrif

Áhrif fallþunga, búa innan ára, kyns lamba og fallþunga í öðru veldi á fitu og holdfyllingu voru metin með línulegum líkönum (proc GLM) í SAS Enterprise Guide 5.1 (© 2012, SAS Institute Inc). Fyrir ómfitu og ómvöðva voru áhrif sömu þátta metin nema áhrif lífþunga í stað fallþunga. Borin voru saman þrjú líkön:

1.
$$Y_i = \mu + h_i + b \times v$$
2.
$$Y_{ij} = \mu + h_i + b \times v + k_j$$
3.
$$Y_{ij} = \mu + h_i + b \times v + k_j + c \times v^2$$

Þar sem Y er mat á grip, μ er meðaltal hópsins, h_i áhrif samsetningar bús og árs i , b aðhvarfsstuðull þunga á mat, v þungi lambs, k_j áhrif kyns j á mat og c aðhvarfsstuðull þunga í öðru veldi á eiginleikann. Til þess að fá viðráðanlegt gagnasafn voru áhrifin skoðuð aðskilið frá þremur mismunandi tímabilum. Gögnin voru hreinsuð þannig að sláturupplýsingar sem voru ekki á fæðingarári, fallþungi utan 5-35 kg og kjötmatsflokkar utan þeirra sem

3. tafla Yfirlit yfir fjölda mælinga við mat á áhrifum umhverfisþátta.

Ár	Ómmælingar	Kjötmát
2001-2003	72.383	926.259
2006-2008	201.050	1.380.441
2011-2013	261.939	1.397.364

skilgreindir eru í reglugerð voru strikaðir út. Fyrir lífpunga voru mörkin 15-75 kg, ómvöðva 13-43 mm og ómfitu 0,5-8,0 mm. Yfirlit yfir tímabilin og umfang gagna eftir hreinsun má sjá í 3. töflu.

2.3. Mat á erfðastuðlum

Við mat á erfðastuðlum voru allir eiginleikar keyrðir saman í fjölbreytukeyrslu. Unnið var með 4 mismunandi hluta af gagnasafninu, fyrir 3 tímabil auk eins hluta með gögn frá öllum árunum. Aðeins voru notuð gögn frá búum sem náðu ákveðnum mörkum í fjölda ómmældra lamba á hverju tímabili. Mörkin voru valin þannig að gögnin yrðu viðráðanleg að stærð til mats á erfðastuðlum. Upplýsingar um gögnin í hverjum hluta má sjá í 4. töflu. Erfðastuðlar voru metnir tvisvar fyrir hvern hluta, með og án kynleiðréttingar.

4. tafla Yfirlit yfir fjölda mælinga við erfðastuðlamat.

Ár	Ómmælingar á bú	Bú	Kjötmat	Ómfita	Ómvöðvi	Ætternisskrá
2000-2013	>3.300	12	131.495	46.894	49.752	193.476
2001-2003	>200	98	148.732	34.985	34.985	240.950
2006-2008	>400	62	139.832	29.435	34.249	238.613
2011-2013	>750	44	107.847	43.977	45.170	208.182

Aðeins gripir með gildar ómmælingar og/eða kjötmatsniðurstöður voru hafðir með. Gripir með lífpunga á bilinu 20-65 kg, ómvöðva á bilinu 17-43 mm og/eða ómfitu á bilinu 1,0-7,0 mm töldust hafa gildar ómmælingarniðurstöður. Gripir með sláturdagsetningu á fæðingarári, kjötmat í þeim flokkum sem skilgreindir eru í kjötmatsreglugerð og fallpunga á bilinu 5-35 kg töldust hafa gildar sláturupplýsingar. Þegar að kynleiðréttingin var með voru aðeins gripir með kyn skráð sem hrútur eða gimbur notaðir, en það olli óverulegri fækkun á gripum í safninu frá því sem er sýnt í 4. töflu.

Þungi var meðhöndlaður sem flokkunarbreyta, lífpunganum var skipt upp í 32 flokka, fyrir hvert hálf kíló á bilinu 10 til 25 kg auk <10 kg og >25kg. Sambærileg flokkun var gerð á lífpunga þar sem flokkað var eftir heilum kílóum á bilinu 30-60 kg auk <30 kg og >60 kg. Þegar kynið var tekið með voru þungaflokkarnir aðskildir eftir kyni.

Ættir þeirra gripa sem þá voru eftir voru raktar eins langt aftur og upplýsingar voru til um. Allir þekktir forfeður voru með í ætternisskránni sem notuð var hverju sinni.

Þessi líkön voru notuð:

$$\text{Ekki kynleiðrétt} \quad Y_{ijm} = h_i + f_j + a_m + e_{ijm}$$

$$\text{Kynleiðrétt} \quad Y_{ikm} = h_i + g_k + a_m + e_{ikm}$$

Þar sem Y er mat á grip m , h_i áhrif samsetningar bú og árs i , f_j áhrif þungaflokks j , g_k áhrif kyn- og þungaflokks k , a_m áhrif grips m með meðaltal 0 og dreifni σ_a^2 og e eru slembidreifðar leifar með meðaltal 0 og dreifni σ_e^2 .

Erfðastuðlar voru metnir með einstaklingslíkani í DMU forritunum (Madsen & Jensen, 2012). AI-REML algrímið er notað nema ef það fer út fyrir stikasvið, þá er EM-REML notað en ekki kom til þess. Samhvorfunarskilyrði var 10^{-7} . Ekki var gert ráð fyrir skyldleikarækt.

Þar sem aðeins voru 12 bú í erfðastuðlamatinu með gögnum frá öllum árunum voru dreifniliðir frá einstaka tímabilum vegnir á móti því við val á erfðastuðlum fyrir kynbótamatið. Niðurstöðurnar fyrir allt tímabilið vógu þá helming en hver hinna 1/6. Þannig er dregið úr mögulegri úrvalsskekkju. Til að athuga hvort að þetta skilaði erfðastuðlum innan stikasviðs var athugað hvort að eiginvigur stuðlafylkisins væri örugglega jákvætt ákvarðaður.

2.4. Kynbótamat

Kynbótamat var reiknað fyrir 4 mismunandi gagnasöfn, fyrir allt gagnasafnið (EBV₃) og svo með því að sleppa einu (EBV₂), tveimur (EBV₁) og þremur árum (EBV₀) aftan af. Yfirlit yfir gagnasöfnin má sjá í 5. töflu. Fyrir hvert gagnasafn var kynbótamat fyrir kjötmat reiknað fjórum sinnum, aðeins með kjötmatsupplýsingar (sLEBV), með ómmælingum sem tengdum eiginleika (omEBV) með kynleiðréttingu án ómmælinga (kEBV) og með kynleiðréttingu og ómmælingum (komEBV). Kynbótamatið var reiknað með þeim erfðastuðlum sem fengust í þessu verkefni, með eða án kynleiðréttingar eftir því sem við á.

Fyrir kynbótamatið var allt gagnasafnið hreinsað með sama hætti og fyrir mat á áhrifum umhverfisþátta. Þegar kyn var með í líkaninu voru aðeins upplýsingar um gripni með skráð kyn sem hrútur eða gimbur. Föst hrif voru meðhöndluð á sama hátt og í erfðastuðlamatinu.

Kynbótamatið var reiknað með óbeinni uppsetningu jöfnuhneppisins með sama hætti og Ágúst Sigurðsson og Þorvaldur Árnason (1995). Gert er ráð fyrir skyldleikarækt. Jöfnur blandaðra líkana eru leystar með ítrekunum.

5. tafla Yfirlit yfir fjölda gripa og bú-ára í kynbótamati.

	Ár	Alls	Bú-ár	Kjötmat	Ómmælingar
EBV ₃	2000-2013	8.707.112	19.474	5.796.474	715.771
EBV ₂	2000-2012	8.038.072	18.052	5.429.254	628.939
EBV ₁	2000-2011	7.442.262	16.325	4.912.471	539.170
EBV ₀	2000-2010	6.845.811	14.639	4.395.480	452.311

2.5. Mat á árangri

Kynbótamat með mismunandi upplýsingum var borið saman fyrir hrúta fædda 2010 og 2011. Aðeins eru skoðaðir hrútar sem eru ómmældir sem lömb og eiga að minnsta kosti 4 ómmæld afkvæmi á fyrsta ári. Teknir eru sérstaklega fyrir hrútar á 23 búum á líflambasölusvæðum þar sem Eyjólfur Ingvi Bjarnason sauðfjárræktarráðunautur hjá Ráðgjafamiðstöð Landbúnaðarins taldi líflambasölu það mikla að hún gæti haft áhrif á kynbótamat. Þetta voru 132 hrútar fæddir 2010 og 121 árið 2011. Þeir 200 hrútar úr hvorum árgangi sem áttu hæst hlutfall af ásettum ómmældum lömbum á fyrsta ári voru einnig skoðaðir. Allar aðrar gerðir kynbótamats voru bornar saman við matið með mest af upplýsingum ($komEBV_3$) sem er næst því að geta talist vera hið rétta kynbótagildi (TBV). Reiknuð var bjögun matsins (BIAS) sem meðalfrávik frá TBV, staðalskekkja matsins (SEP) og fylgni (Pearson r) þess við TBV ($r_{EBV,TBV}$) með Microsoft Excel 2010.

2.6. Mat á erfðafrámför

Gripir á búum sem áttu upplýsingar öll ár 2000-2013 með sláturniðurstöður og/eða ómmælingar voru notaðir til að meta erfðafrámför, samtals 4.055.913 gripir. Ásettir hrútar og ær voru skoðuð sérstaklega, 41.790 hrútar og 504.316 ær. Meðaltal staðlaðrar BLUP einkunnar samkvæmt $komEBV_3$ eftir árum og aðhvarf BLUP mats samkvæmt $komEBV_3$ og $kEBV_3$ á ár, annarsvegar 2000-2013 og hinsvegar 2005-2013, var reiknað með SAS Enterprise Guide 5.1 (© 2012, SAS Institute Inc). Kynbótamatið var staðlað þannig að meðaltal árgangsins 2000 er 100, staðalfrávik kynbótamatsins er 10 og formerki fitumatsins er snúið við.

2.7. Myndir og lýsandi tölfræði

Lýsandi tölfræði fyrir viðameiri gögnin var gerð í SAS Enterprise Guide 5.1 (© 2012, SAS Institute Inc). Útreikningar fyrir umfangsminni gögn, gerð tafla og mynda fór fram í Microsoft Excel 2010.

3. Niðurstöður

3.1. Áhrif umhverfispátta

Í 6. til 10. töflu má sjá stuðla og skýringarhlutfall fyrir mismunandi líkön á eiginleikana fjóra sem skoðaðir eru. Þau umhverfisáhrif sem skoðuð eru skýra nálægt helmingi breytileikans í fitumati. Líkan með kyn inni er með 0,035-0,040 hærra skýringarhlutfall miðað við aðeins bú-

6. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön 1 (bú-ár og fallþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi²) á fitu.

Tímabil	Líkan	<i>b</i>	<i>k</i>	<i>c</i>	R ²
		stig/kg	stig gimbur	stig/kg ²	
2001- 2003	1	0,47			0,483
	2	0,51	0,81		0,523
	3	1,14	0,80	-0,019	0,532
2006- 2008	1	0,44			0,473
	2	0,48	0,73		0,508
	3	1,07	0,71	-0,018	0,518
2011- 2013	1	0,43			0,475
	2	0,46	0,74		0,513
	3	0,93	0,73	-0,014	0,521

b: aðhvarfstuðull á fallþunga. *k*: stuðull fyrir kynjamun. *c*: aðhvarfsstuðull á fallþunga².

7. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön 1 (bú-ár og fallþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi²) á holdfyllingu.

Tímabil	Líkan	<i>b</i>	<i>k</i>	<i>c</i>	R ²
		stig/kg	stig gimbur	stig/kg ²	
2001- 2003	1	0,38			0,419
	2	0,40	0,41		0,428
	3	1,17	0,40	-0,024	0,442
2006- 2008	1	0,39			0,452
	2	0,40	0,34		0,458
	3	1,14	0,33	-0,023	0,472
2011- 2013	1	0,36			0,427
	2	0,38	0,36		0,435
	3	0,94	0,34	-0,017	0,445

Sjá skýringar á stuðlum í 6. töflu.

ár og þunga. Stuðullinn fyrir þungaáhrif er hærri þegar að leiðrétt er fyrir kyni. Fallþungi í öðru veldi bætir skýringarhlutfall lítið.

Líkönin skýra öll nokkru minna af breytileikanum holdfyllingu en fitu. Stuðullinn fyrir fallþungaleiðréttingu er lægri og kynjamunurinn minni þó gimbrar fá að jafnaði aðeins herra mat við sama þunga. Kynið bætir skýringarhlutfallið innan við 0,01. Annarstigs áhrif fallþunga bæta það meira, ríflega 0,01.

Líkönin skýra minni breytileika í ómfitu en öðrum eiginleikum. Kynið bætir

8. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön (bú-ár og lífþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi²) á ómfitu.

Tímabil	Líkan	<i>b</i> mm/kg	<i>k</i> mm gimbur	<i>c</i> mm/kg ²	R ²
2001- 2003	1	0,06			0,356
	2	0,08	0,45		0,374
	3	0,13	0,44	-0,00057	0,374
2006- 2008	1	0,07			0,353
	2	0,08	0,49		0,373
	3	0,12	0,49	-0,00037	0,374
2011- 2013	1	0,07			0,348
	2	0,08	0,44		0,366
	3	0,09	0,44	-0,00006	0,366

b: aðhvarfstuðull á lífþunga. *k*: stuðull fyrir kynjamun. *c*: aðhvarfsstuðull á lífþunga².

9. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön (bú-ár og lífþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi²) á ómvöðva.

Tímabil	Líkan	<i>b</i> mm/kg	<i>k</i> mm gimbur	<i>c</i> mm/kg ²	R ²
2001- 2003	1	0,22			0,514
	2	0,21	0,25		0,515
	3	0,26	0,26	0,0006	0,515
2006- 2008	1	0,22			0,457
	2	0,23	0,20		0,457
	3	0,47	0,14	-0,0028	0,459
2011- 2013	1	0,23			0,443
	2	0,24	0,29		0,444
	3	0,54	0,22	-0,0034	0,446

Sjá skýringar á stuðlum í 8. töflu.

skýringarhlutfallið um 0,018-0,020 enda eru gimbrar með tæplega hálfis mm þykkari fitu en hrútar við sama þunga. Þungi í öðru veldi bætir engu við.

Skýringarhlutfall er mun hærra fyrir ómvöðvann en ómfítuna en nokkur munur er á milli tímabila hversu hátt skýringarhlutfallið er. 2001-2003 skýra líkönin öll um 0,06 meira en fyrir hin tímabilin. Hvorki kyn né annarar gráðu áhrif lífþunga bæta skýringarhlutfallið svo einhverju nemi.

3.2. Erfðastuðlar

Á 10. töflu má sjá dreifniliði samleggjandi erfða og umhverfis fyrir alla eiginleikana. Allir hafa þessir eiginleikar nokkurn erfðabreytileika og dreifniliðir eru nokkuð stöðugir á milli gagnasafna. Eiginvigur stuðlafylkisins sem kemur út úr meðaldreifniliðunum reyndist jákvætt ákvarðaður.

Fylgni milli eiginleika og arfgengi byggt á meðaldreifniliðunum í 10. töflu er í 11. töflu. Arfgengi er hæst fyrir holdfyllingarmat (0,40) en lægst fyrir fitumat (0,31). Erfðafylgni fitueiginleikanna (0,59) er nokkru hærri en vöðvaeiginleikanna (0,47). Jákvæð erfðafylgni er milli kjötmatseiginleikanna en lítil milli ómmælinganna sem og á milli ómvöðva og sláturfítu eða holdfyllingar og ómfítu. Arfgengi og fylgni fyrir einstök tímabil er í 12. töflu. Staðalskekkja arfgengisins er minni en 0,01 fyrir kjötmatið og 0,01-0,02 fyrir ómmælingar. Staðalskekkja erfðafylgninnar er 0,01-0,03.

10. tafla. Dreifni og samdreifni samleggjandi erfða (a) og umhverfis (e) með kynleiðréttingu.

	2001-2003		2006-2008		2011-2013		2000-2013		Meðal*	
	a	e	a	e	a	e	a	e	a	e
Fita	0,593	1,169	0,533	1,174	0,494	1,088	0,519	1,191	0,530	1,167
Holdf.	1,003	1,395	0,877	1,502	0,905	1,397	0,995	1,414	0,961	1,423
Ómf.	0,270	0,500	0,273	0,429	0,232	0,363	0,222	0,408	0,240	0,419
Ómv.	1,589	2,337	2,163	3,111	2,273	3,190	1,893	3,269	1,951	3,074
Fita-Holdf.	0,315	0,086	0,197	0,035	0,173	0,048	0,224	0,050	0,226	0,053
Fita-Ómf.	0,248	0,073	0,239	0,066	0,185	0,070	0,201	0,087	0,212	0,078
Fita-Ómv.	-0,003	-0,046	-0,092	-0,083	-0,100	-0,046	-0,081	-0,064	-0,073	-0,061
Holdf.-Ómf.	0,073	0,015	0,026	-0,004	0,013	-0,013	0,028	0,001	0,033	0,000
Holdf.-Ómv.	0,551	0,112	0,648	0,308	0,689	0,279	0,650	0,261	0,639	0,247
Ómf.-Ómv.	0,000	0,011	-0,025	-0,065	-0,059	-0,059	-0,021	-0,028	-0,024	-0,033

*2000-2013 gildir helming og hvert tímabil 1/6. Notað fyrir kynbótamat.

11. tafla. Arfgengi (á hornalínu), erfðafylgni (neðan hornalínu) og svipfarsfylgni (ofan hornalínu). Byggt á meðaltali dreifniliða með kynleiðréttingu.

	Fita	Holdf.	Ómf.	Ómv.
Fita	0,31	0,14	0,27	-0,05
Holdf.	0,32	0,40	0,03	0,26
Ómf.	0,59	0,07	0,36	-0,03
Ómv.	-0,07	0,47	-0,04	0,39

Flestir stuðlar eru nokkuð stöðugir á milli tímabila. Erfðafylgni fitu og holdfyllingar minnkar þó með tíma, einkum á milli fyrsta (0,41) og annars (0,29). Erfðasamdreifni þessara eiginleika minnkar eftir sama mynstri. Umhverfissamdreifni minnkar einnig lítillega á milli fyrsta og annars tímabils. Erfðafylgni á milli ómvöðva og ómfitu minnkar einnig, úr engri í lítillega neikvæða.

Í viðauka 2 eru dreifniliðir, arfgengi og fylgni á milli eiginleika metnir án kynleiðréttingar. Arfgengi samkvæmt því mati er ögn lægra fyrir alla eiginleika, einkum fitu. Umhverfisdreifni er meiri samkvæmt því líkani, einkum umhverfissamdreifni holdfyllingar og fitu.

12. tafla. Arfgengi (á hornalínu), erfðafylgni (neðan hornalínu) og svipfarsfylgni (ofan hornalínu) fyrir einstök tímabil með kynleiðréttingu.

		Fita	Holdf.	Ómf.	Ómv.
2001- 2003	Fita	0,34	0,20	0,28	-0,02
	Holdf.	0,41	0,42	0,07	0,22
	Ómf.	0,62	0,14	0,35	0,01
	Ómv.	0,00	0,44	0,00	0,40
2006- 2008	Fita	0,31	0,12	0,28	-0,06
	Holdf.	0,29	0,37	0,02	0,27
	Ómf.	0,63	0,05	0,39	-0,05
	Ómv.	-0,09	0,47	-0,03	0,41
2011- 2013	Fita	0,31	0,12	0,26	-0,05
	Holdf.	0,26	0,39	0,00	0,27
	Ómf.	0,55	0,03	0,39	-0,07
	Ómv.	-0,09	0,48	-0,08	0,42
2000- 2013	Fita	0,30	0,13	0,28	-0,05
	Holdf.	0,31	0,41	0,02	0,26
	Ómf.	0,59	0,06	0,35	-0,03
	Ómv.	-0,08	0,47	-0,03	0,37

3.3. Áhrif á kynbótamat

Í 13. töflu má sjá samanburð á mismunandi fitukynbótamati fyrir hrúta fædda árið 2010. EBV_0 og $kEBV_0$ byggir þar aðeins á ætternisspá en $omEBV_0$ og $komEBV_0$ einnig á ómmælingum á gripnum sjálfum. Þá bæta ómmælingar öryggi matsins nokkuð. Aftur á móti bjagast matið í átt til minni fitu. Sú bjögun verður ekki ef leiðrétt er fyrir kyni. Kynleiðréttingin bætir matið annars lítillega. Í EBV_1 þegar að til viðbótar eru komin afkvæmi á fyrsta ári er öryggi allra gerða matsins mun hærra og staðalskekkja minni. Bæði ómmælingar og kynleiðrétting bætir matið þá lítillega. Enn er bjögun í $omEBV$ sem að kynleiðréttingin lagar, þó í minna mæli en í EBV_0 . Öryggi EBV_1 er nokkuð lægra þar sem ásetningshlutfallið er hæst. Áhrif ómmælinga eru meiri á öryggi matsins hjá þessum hóp sem og hrútum á sölubúum. EBV_2 og EBV_3 eru komin með upplýsingar frá fleiri árum. Allar gerðir mats eru þá orðnar nokkuð öruggar. Nokkru munar þó á SEP fyrir $sEBV_2$ og $komEBV_2$ fyrir allan hópinn. Lítlsháttar bjögun á $omEBV$ er einnig alltaf til staðar.

13. tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) fitukynbótamats fyrir hrúta fædda 2010, ómælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómæld afkvæmi 2011.

		Allir hrútar				Sölubú				Hátt ásetningshlutfall			
		sl	om	k	kom	sl	om	k	kom	sl	om	k	kom
EBV_0	BIAS	-0,09	-0,18	-0,02	-0,06	-0,10	-0,18	-0,03	-0,06	-0,07	-0,17	0,00	-0,05
	SEP	0,48	0,45	0,47	0,44	0,40	0,38	0,39	0,37	0,48	0,45	0,46	0,44
	$r_{EBV,TBV}$	0,57	0,64	0,59	0,65	0,56	0,64	0,59	0,66	0,55	0,63	0,58	0,65
EBV_1	BIAS	-0,06	-0,13	0,00	-0,03	-0,07	-0,12	0,00	-0,02	-0,07	-0,16	0,01	-0,05
	SEP	0,28	0,26	0,27	0,24	0,27	0,25	0,25	0,23	0,35	0,31	0,33	0,30
	$r_{EBV,TBV}$	0,88	0,90	0,89	0,91	0,82	0,86	0,85	0,88	0,79	0,83	0,81	0,85
EBV_2	BIAS	-0,03	-0,10	0,02	-0,01	-0,06	-0,09	0,00	0,00	-0,05	-0,12	0,02	-0,01
	SEP	0,17	0,14	0,15	0,11	0,17	0,15	0,13	0,11	0,20	0,17	0,18	0,14
	$r_{EBV,TBV}$	0,96	0,97	0,97	0,98	0,93	0,95	0,96	0,97	0,93	0,96	0,95	0,97
EBV_3	BIAS	-0,02	-0,08	0,03		-0,05	-0,08	0,01		-0,03	-0,10	0,04	
	SEP	0,12	0,08	0,09		0,12	0,09	0,08		0,14	0,08	0,12	
	$r_{EBV,TBV}$	0,98	0,99	0,99		0,97	0,98	0,98		0,97	0,99	0,98	

EBV_0 : Kynbótamat með upplýsingum til 2010. EBV_1 : kynbótamat með upplýsingum til 2011. EBV_2 : kynbótamat með upplýsingum til 2012. EBV_3 : Kynbótamat með upplýsingum til 2013. sl: Aðeins kjötmat. om: Með ómmælingum. k: Með kynleiðréttingu. kom: Með ómmælingum og kynleiðréttingu.

14.tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) holdfyllingarkynbótamats fyrir hrúta fædda 2010, ómælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómæld afkvæmi 2011.

		Allir hrútar				Sölubú				Hátt ásetningshlutfall			
		sl	om	k	kom	sl	om	k	kom	sl	om	k	kom
EBV ₀	BIAS	-0,13	0,02	-0,11	0,06	-0,25	-0,04	-0,22	0,00	-0,28	-0,11	-0,25	-0,07
	SEP	0,68	0,67	0,68	0,67	0,80	0,74	0,81	0,74	0,65	0,62	0,65	0,62
	$r_{EBV,TBV}$	0,59	0,62	0,59	0,62	0,46	0,57	0,46	0,57	0,66	0,70	0,66	0,70
EBV ₁	BIAS	-0,07	0,02	-0,05	0,05	-0,05	0,07	-0,02	0,11	-0,16	-0,03	-0,12	0,02
	SEP	0,34	0,32	0,34	0,31	0,36	0,32	0,36	0,32	0,43	0,41	0,43	0,41
	$r_{EBV,TBV}$	0,92	0,93	0,92	0,93	0,92	0,93	0,92	0,93	0,88	0,89	0,88	0,89
EBV ₂	BIAS	-0,07	0,00	-0,05	0,03	-0,05	0,04	-0,02	0,07	-0,10	-0,01	-0,07	0,03
	SEP	0,18	0,16	0,18	0,15	0,19	0,17	0,18	0,17	0,25	0,22	0,24	0,22
	$r_{EBV,TBV}$	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,96	0,97	0,96	0,97
EBV ₃	BIAS	-0,09	-0,03	-0,07		-0,09	-0,03	-0,07		-0,11	-0,04	-0,08	
	SEP	0,10	0,05	0,08		0,09	0,05	0,07		0,11	0,05	0,09	
	$r_{EBV,TBV}$	0,99	1,00	1,00		0,99	1,00	1,00		0,99	1,00	0,99	

Sjá skýringar á skammstöfunum við 13. töflu

15.tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) fitukynbótamats fyrir hrúta fædda 2011, ómmælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómmæld afkvæmi 2012.

		Allir hrútar				Sölubú				Hátt ásetningshlutfall			
		sl	om	k	kom	sl	om	k	kom	sl	om	k	kom
EBV ₁	BIAS	-0,07	-0,16	0,01	-0,04	-0,08	-0,17	0,00	-0,04	-0,02	-0,12	0,06	-0,01
	SEP	0,44	0,42	0,44	0,42	0,42	0,41	0,42	0,40	0,41	0,39	0,40	0,38
	$r_{EBV,TBV}$	0,63	0,68	0,64	0,69	0,49	0,57	0,48	0,57	0,69	0,75	0,69	0,75
EBV ₂	BIAS	-0,03	-0,11	0,03	-0,01	-0,04	-0,10	0,02	-0,01	0,00	-0,09	0,08	0,02
	SEP	0,24	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21	0,19	0,18	0,27	0,23	0,26	0,22
	$r_{EBV,TBV}$	0,90	0,93	0,92	0,94	0,89	0,90	0,91	0,92	0,88	0,92	0,88	0,92
EBV ₃	BIAS	-0,02	-0,09	0,04		-0,03	-0,08	0,03		-0,02	-0,10	0,05	
	SEP	0,13	0,09	0,10		0,12	0,09	0,08		0,14	0,09	0,12	
	$r_{EBV,TBV}$	0,97	0,99	0,99		0,97	0,98	0,99		0,96	0,99	0,98	

Sjá skýringar á skammstöfunum við 13. töflu

Í 14. töflu er sambærilegt yfirlit fyrir holdfyllingu. Þar er almennt minni munur í öryggi og skekkju eftir gerð matsins. Kynleiðréttingin bætir engu við. Ómmælingar bæta öryggi EBV₀ þó úr 0,59 í 0,62 fyrir alla hrúta. Áhrifin eru meiri á sölubúum og hjá hrútum með hátt ásetningshlutfall. Þar, og reyndar í minna mæli fyrir hrútana almennt, eru þeir vanmetnir í upphafi aðeins með ætternisspánni en ómmælingar bæta það nokkuð. Þessi

bjögun er einnig til staðar í sEBV₁ hjá hrútunum sem mest er sett á undan. EBV₂ og EBV₃ eru mjög örugg og skekkja lítil. Hrútarnir, einkum þeir sem mest er sett á undan, vilja þó vera heldur vanmetnir áfram ef ómmælingar eru ekki með.

15. og 16. tafla sýna sömu upplýsingar og 13. og 14. fyrir hrúta fædda árið 2011. Niðurstöðurnar þar eru að mestu á sama veg og fyrir 2010 árganginn.

16. tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi (rEBV,TBV) holdfyllingarkynbótamats fyrir hrúta fædda 2011, ómmælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómmæld afkvæmi 2012.

		Allir hrútar				Sölubú				Hátt ásetningshlutfall			
		sl	om	k	kom	sl	om	k	kom	sl	om	k	kom
EBV ₁	BIAS	-0,14	0,02	-0,11	0,07	-0,15	0,07	-0,11	0,12	-0,30	-0,13	-0,27	-0,08
	SEP	0,64	0,62	0,64	0,62	0,57	0,56	0,57	0,57	0,59	0,60	0,59	0,60
	rEBV,TBV	0,61	0,64	0,61	0,64	0,75	0,75	0,74	0,75	0,68	0,69	0,68	0,68
EBV ₂	BIAS	-0,10	-0,01	-0,08	0,03	-0,10	0,02	-0,07	0,05	-0,19	-0,03	-0,15	0,01
	SEP	0,29	0,26	0,28	0,26	0,31	0,26	0,30	0,25	0,32	0,29	0,32	0,30
	rEBV,TBV	0,93	0,94	0,93	0,95	0,94	0,96	0,94	0,96	0,92	0,93	0,92	0,93
EBV ₃	BIAS	-0,11	-0,03	-0,09		-0,12	-0,03	-0,09		-0,16	-0,04	-0,13	
	SEP	0,11	0,05	0,09		0,09	0,05	0,08		0,12	0,05	0,12	
	rEBV,TBV	0,99	1,00	0,99		0,99	1,00	1,00		0,99	1,00	0,99	

Sjá skýringar á skammstöfunum við 13. töflu

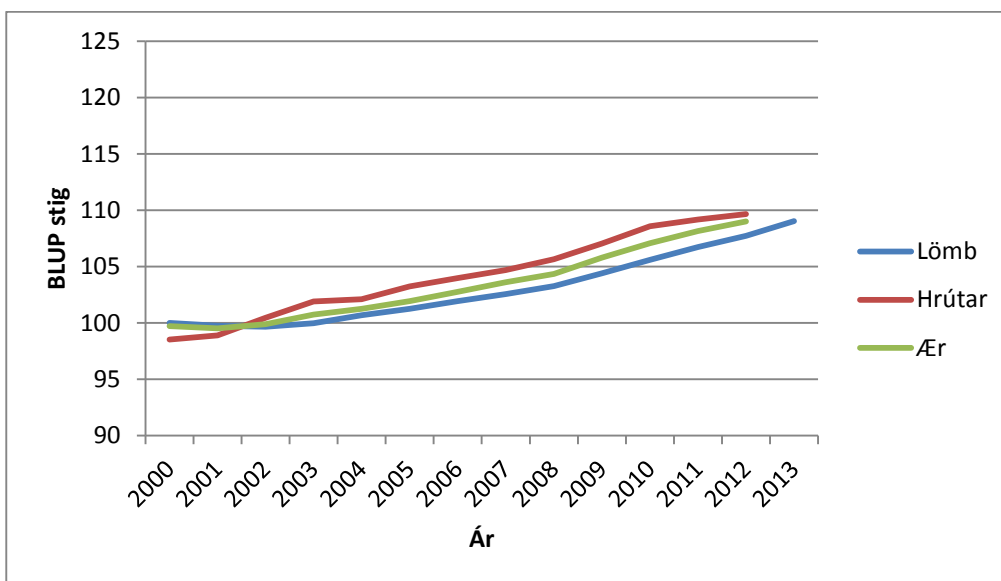
3.4. Erfðafrámför

Í 17. töflu má sjá aðhvarfsstuðla BLUP lausna (óstaðlað) fyrir lömb fædd 2000-2013 annarsvegar og 2005-2013 hinsvegar. Framfarirnar hafa aukist á seinni hlutanum, sérstaklega í fitu og ómfitu. Framfarir í fitu eru þó mun minni en vöðvans í stigum talið. BLUP mat 2013 árgangsins er 0,41 stigi lægra fyrir fitu og 1,12 stigum hærra fyrir gerð en 2000 árgangsins. Ómfitumatið er 0,30 mm lægra 2013 en 2000 og ómvöðva 1,96 mm hærra.

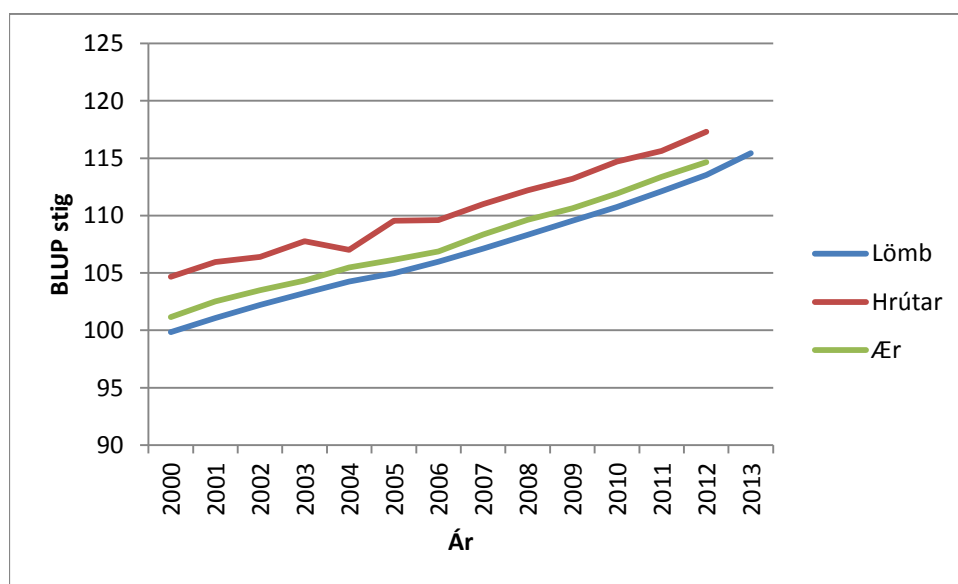
Á 1. til 4. mynd má sjá erfðafrámfarir fyrir einstaka eiginleika í stöðluðum BLUP stigum eftir árum. Þar sést að framfarir fyrir fitueiginleika fara ekki af stað fyrr en um 2003. Ásettir hrútar eru fyrstu árin slakari í fitu og ómfitu heldur en meðaltal árgangsins. Munurinn á ásettum gripum og öllum lömbum er minni fyrir fitueiginleikana heldur en holdfyllingu og ómvöðva allan tímann og framfarirnar minni.

17. tafla. Árlegar erfðaframarir samkvæmt kynbótamati með og án ómmælinga.

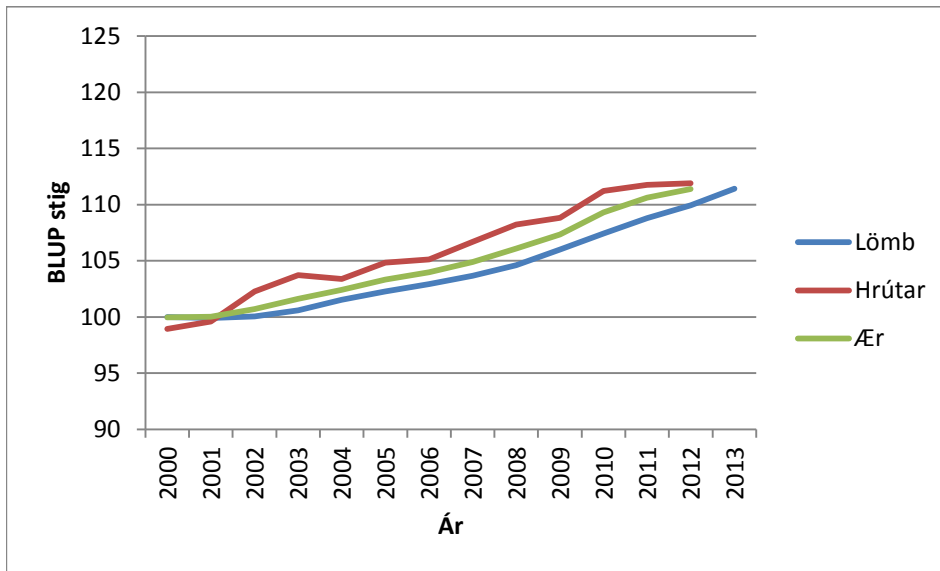
	2000-2013	2005-2013
Fita stig/ári	-0,034	-0,045
Holdf. stig/ári	0,082	0,092
Ómfita mm/ári	-0,024	-0,031
Ómvöðvi mm/ári	0,147	0,186
Fita án ómm. stig/ári	-0,032	-0,042
Holdf. án ómm. stig/ári	0,077	0,084



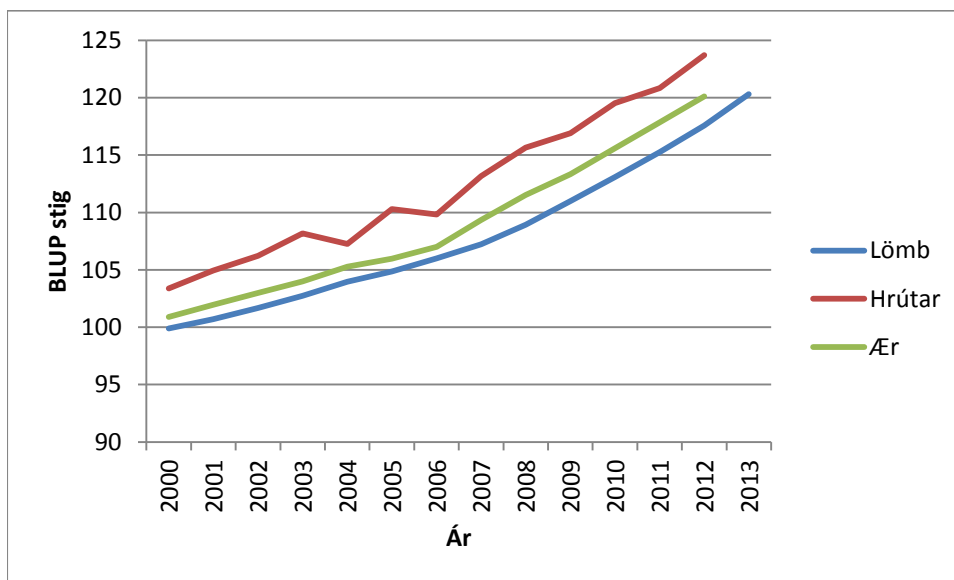
1. mynd. Stöðluð BLUP einkunn fyrir fitu eftir árgöngum.



2. mynd. Stöðluð BLUP einkunn fyrir holdfyllingu eftir árgöngum.



3. mynd. Stöðluð BLUP einkunn fyrir ómfitu eftir árgöngum.



4. mynd. Stöðluð BLUP einkunn fyrir ómvöðva eftir árgöngum.

4. Umræður

4.1. Áhrif umhverfispáttá

Niðurstöður um áhrif kyns á kjötmat eru í ágætu samræmi við niðurstöður Maríu Þórunnar Jónsdóttur (2008). Kyn skýrir rúmlega eitt prósent af holdfyllingareinkunn og tæp fimm fyrir fitu í hennar rannsókn sem hvort tveggja er ögn hærra en hér fæst. Stuðlar fyrir kynjamun eru einnig ögn hærra bæði fyrir holdfyllingu og fitu samkvæmt hennar rannsókn. Hér fengust hæstu stuðlarnir fyrir tímabilið 2001-2003 en María var með gögn frá 1998-2005.

Aðrar rannsóknir á erfðastuðlum ómmælinga hafa yfirleitt leiðrétt fyrir kyni lamba (Eyþór Einarsson, 2011; Kvame & Vangen, 2007; Maxa o.fl., 2007; Maximini o.fl., 2012; Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eyþórsdóttir, 1998). Hér fást þó óveruleg áhrif á þykkt bakvöðva en einhver áhrif fyrir fituþykkt, þó minni heldur en fyrir fitumatið. Ójafnt kynjahlutfall í ómmælingum kann þó að gera kynleiðréttingu fyrir ómmælingar mikilvægari. Í gögnunum sem notuð eru í þessari rannsókn eru skráðar ómmælingar á ríflega 130 þúsund hrútlömbum en yfir 560 þúsund gimbrum. Í afkvæmarannsóknum er gerð krafa um ákveðinn fjölda af lömbum og að þau séu af sama kyni (Áskell Þórisson & Matthías Eggertsson, 1998; Sigurður Eyþórsson, 2014). Einnig geta mælingar á einstaklingnum sjálfum farið að skipta máli.

Annarrar gráðu áhrif fallþunga á kjötmat eru lítil hér. Áhrifin á holdfyllingareinkunn eru þó meiri en í rannsókn Maríu Þórunnar Jónsdóttur (2008), hér skýrir fallþungi í öðru veldi 1-1,4 % en innan við eitt prósent í hennar rannsókn. Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) taldi aftur á móti ástæðu til að taka annarrar gráðu áhrif fallþunga inn í líkanið og það hefur verið gert í kynbótamati fyrir kjötmat hingað til. Þær aðferðir sem hér eru notaðar við fallþungaleiðréttingu taka tillit til mögulegra annarrar gráðu áhrifa fallþunga og BLUE gildin fyrir fallþungaflokkana sem voru notaðir í þessari rannsókn sýna greinilega annarrar gráðu lögun (sjá viðauka 3).

Fallþungaáhrif á ómmælingar eru í ágætu samræmi við niðurstöður Jóns Viðars Jónmundssonar (1993). Ómvöðvi þykkar þó meira á hvert kíló samkvæmt niðurstöðum þessarar rannsóknar. Hér er alltaf tekið tillit til bæjamunar sem var ekki gert í athugun Jóns. Aðrir hafa yfirleitt ekki tekið tillit til annarrar gráðu áhrifa þunga á ómmælingar þrátt fyrir nokkuð nákvæm líkön (Eyþór Einarsson, 2011; Kvame & Vangen, 2007; Maxa o.fl., 2007; Maximini o.fl., 2012; Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eyþórsdóttir, 1998) sem samræmist vel niðurstöðum þessarar rannsóknar.

4.2. Erfðastuðlar

Hér fæst mjög nákvæmt mat á erfðastuðlum fyrir kjötmat. Mikið gagnasafn liggur til grundvallar og staðalskekkja er lítil.

Arfgengi fitu í sláturhúsum er hátt miðað við erlendar niðurstöður (Conington o.fl., 1998; Karamichou o.fl., 2007; Maxa o.fl., 2007; Moreno o.fl., 2001; Rius-Vilarrasa o.fl., 2010; Safari o.fl., 2005) en í mjög góðu samræmi við íslenskar niðurstöður. Niðurstaðan þegar leiðrétt er fyrir kyni er sú sama og Eyþór Einarsson (2011) fékk. Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) fékk aðeins lægra (0,28), en hann leiðrétti ekki fyrir kyni og hér fékkst 0,29 þegar ekki var leiðrétt fyrir kyni. Sigbjörn var einnig með stórt gagnasafn fengið úr skýrsluhaldsgögnum og lága staðalskekkju svo niðurstöðurnar ættu að vera vel samanburðarhæfar.

Arfgengi holdfyllingareinkunnar er innan þess bils sem erlendar rannsóknir hafa sýnt (Conington o.fl., 1998; Karamichou o.fl., 2007; Maxa o.fl., 2007; Rius-Vilarrasa o.fl., 2010) og í mjög góðu samræmi við innlendar niðurstöður. Niðurstaðan þegar leiðrétt er fyrir kyni er sú sama og Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) fékk, en hann leiðrétti ekki fyrir kyni. Eyþór Einarsson (2011) fékk aðeins lægra arfgengi þrátt fyrir að leiðréttu fyrir fleiri þáttum.

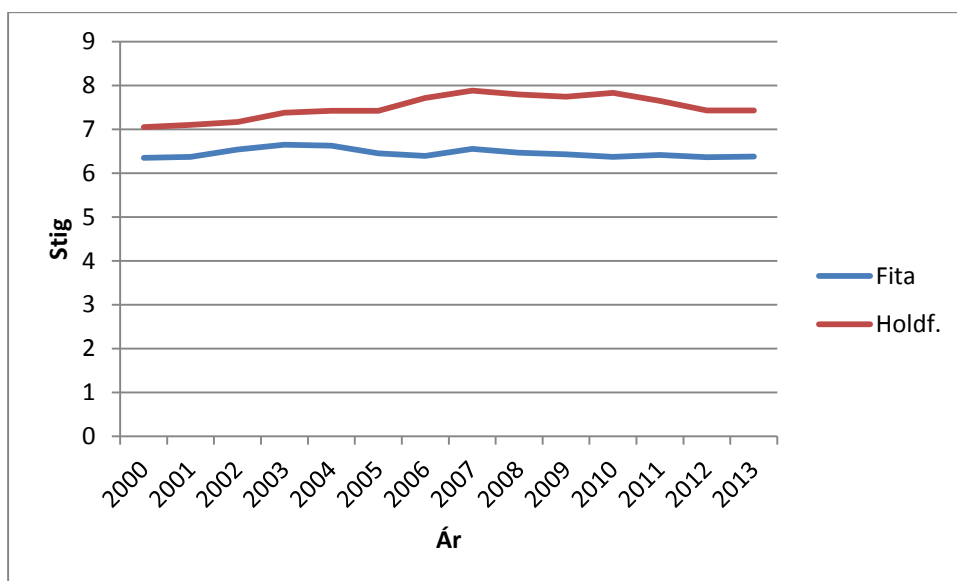
Erfðafylgnin á milli fitumats og holdfyllingarmats í sláturhúsi er í þessari rannsókn nokkuð hærri en í erlendum rannsóknum (Conington o.fl., 1998; Karamichou o.fl., 2007; Maxa o.fl., 2007) líkt og áður hefur fengist hér á landi. Hún er nokkuð lægri í þessari rannsókn en bæði Sigbjörn Óli Sævarsson (1999) og Eyþór Einarsson (2011) fengu. Sigbjörn var með gögn frá árinu 1998 svo hærri erfðafylgni hjá honum styður það að erfðafylgnin sé að minnka með árunum eins og sést á niðurstöðum þessarar rannsóknar. Gögn Eyþórs voru frá 2007-2008 og hans niðurstöður eru nokkru hærri en þær niðurstöður sem fást hérna frá sama tímabili.

Valið fyrir minni fitu og betri holdfyllingu gerir erfðafylgnina þar á milli óhagstæða. Valið ætti því að geta dregið úr fylgninni (Hohenboken, 1985) sem virðist vera raunin. Valið hefur verið fyrir arfgerðum sem sameina litla fitu og góða holdfyllingu og draga því úr þessu sambandi. Stefán Sch. Thorsteinsson (2002) telur að á Hesti megi í meginatriðum finna 3 mismunandi arfgerðir hvað varðar hæfi til vefjavaxtar; bráðþroska fé með stuttan og mjóan legg sem safnaði bæði vöðvum og fitu snemma, seinþroska fé með langan legg sem væri seint til að safna bæði vöðvum og fitu og svo fé með stuttan og breiðan legg sem sameinaði mikla vöðvasöfnun og litla fitu. (Stefán Sch. Thorsteinsson, 2002). Ljóst er að með vali fyrir annarri hvorri af fyrri gerðunum fylgist fitumat og holdfyllingarmat mjög að en síður með þeirri þriðju. Hún hefur einkum verið kennd við Stramma 83-833 frá Hesti og hans afkomendur

(Stefán Sch. Thorsteinsson, 2002). Erfðahlutdeild Stramma í sauðfjárstofninum var 5,05% í ásettum gripum árið 2006 og jókst eftir það upp í 6,17% 2011. Aðrir Hesthrútar eru einnig með nokkuð stórt hlutfall (Eyjólfur Ingvi Bjarnason & Þorvaldur Kristjánsson, 2012). Sú mikla breyting sem verður á milli tímabila 1 og 2 miðað við á milli 2 og 3 er þó undarleg í ljósi þess að erfðaframarir í báðum eiginleikum aukast með tímanum. Minnkandi umhverfissamdreifni á milli tímabila 1 og 2 gæti bent til þess að eitthvað annað standi þar einnig að baki. Stefán Sch. Thorsteinsson (2002) taldi að föll sem sameinuðu litla fitu og mikla vöðva væru óverðskuldað dæmd niður í holdfyllingu vegna lítillar fitu. Slíkt ætti að valda mikilli fylgni á milli eiginleikanna. Holdfyllingareinkunn hækkar nokkuð umfram erfðaframarir og fallþungaáhrif á árunum 2002-2006 (sjá viðauka 1). Á 5. mynd má sjá þróun BLUE gilda fyrir bú-ár eftir árum fyrir kjötmatið þar sem þetta sést einnig. Á þessum tíma virðast því hafa orðið einhverjar breytingar á holdfyllingarmatinu sem hækka matið og draga úr tengslum þess við fitumatið. Áherslubreytingar kjötmatsmanna eða mannbreytingar gætu valdið þessu.

Þó að erfðastuðlamatið á ómmælingum byggir ekki á jafn miklum gögnum og fyrir kjötmatið, byggir það á stærra gagnasafni en fyrri rannsóknir á eiginleikanum og staðalskekkja er lítil.

Aðrar rannsóknir hafa fengið svipaðar niðurstöður um arfgengi ómvöðva. Innlendar rannsóknir hafa þó yfirleitt sýnt hærra arfgengi, bæði með gögnum frá Hesti (Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eyþórsdóttir, 1998) og frá búum víðar um land (Eyþór Einarsson,



5. mynd. Þróun umhverfisáhrifa (BLUE) fyrir kjötmateiginleika.

2011; Jón Viðar Jónmundsson, 1993). Lægra arfgengi fékkst þó fyrst þegar það var skoðað með gögnum frá Hesti (Stefán Sch. Thorsteinsson o.fl., 1994).

Birtar niðurstöður um arfgengi ómfitu eru breytilegri en á vöðvanum og má finna bæði lægri og hærri en hér fæst. Hér á landi fékk Jón Viðar Jónmundsson (1993) mun lægra arfgengi en fæst í þessari rannsókn. Hann leiðrétti ekki fyrir búamun sem kann að skýra lægri niðurstöður að einhverju leyti. Eyþór Einarsson (2011), Stefán Sch. Thorsteinsson og Emma Eyþórsdóttir (1998) og Stefán Sch Thorsteinsson o.fl. (1994) fengu aftur á móti herra arfgengi. Sú lítilla neikvæða erfðafylgni sem hér fæst á milli ómvöðva og ómfitu fellur innan þeirra fjölbreyttu niðurstaðna sem aðrir hafa fengið. Minnkandi erfðafylgni á milli ómmælingaeiginleikanna styrkir þá niðurstöðu að dregið hafi úr erfðatengslum fitu og vöðvasöfnunnar. Ólíkt erfðafylgni kjötmatseiginleikanna minnkar erfðafylgni ómmælinganna meira á milli tímabila 2 og 3 en 1 og 2 sem er í samræmi við auknar erfðaframarir. Það styrkir þá tilgátu að breytingar í framkvæmd kjötmatsins standi að baki hluta breytingarinnar á erfðafylgni kjötmatseiginleikanna á milli tímabila 1 og 2.

Erlendis hefur bæði fengist hærri (Maxa o.fl., 2007) og lægri (Karamichou o.fl., 2007; Maxa o.fl., 2007) erfðafylgni ómvöðva og holdfyllingar heldur en hér fæst. Eyþór Einarsson fékk ögn hærri erfðafylgni. Fyrir ómfitu og sláturmat á fitu fengu Maxa o.fl. (2007) hærri erfðafylgni fyrir Texel fé en lægri fyrir Shropshire. Vegna hárrar staðalskekkju í þeirri rannsókn rúmast niðurstöður þessarar rannsóknar innan öryggismarka fyrir bæði þessi kyn. Niðurstöður Karamichou o.fl. (2007) benda til mjög hárrar (0,97) erfðafylgni ómfitu og fitumats og mun hærri en hér fæst. Eyþór Einarsson (2011) fær sömu erfðafylgni og hér fyrir íslenskt fé.

Hér er erfðafylgni á milli kjötmats og ómmælinga staðfest með nákvæmu mati. Gagnsemi ómmælinga til kynbóta fyrir kjötmat er því greinileg. Jafnframt eykur hún líkur á því að val eftir ómmælingum valdi bjögun á kynbótamati fyrir kjötmat og að ómmælingar geti bætt það mat.

4.3. Kynbótamat

Þeir hrútar sem þróun kynbótamats er skoðuð fyrir í þessu verkefni reynast að jafnaði betur fyrir holdfyllingu heldur en ætternisspá þeirra (sLEBV og kEBV á fyrsta ári) segir til um. Það bendir til þess að þeir séu valdir út frá ómvöðvaþykkt og/eða öðrum þáttum svipfars tengdum bættri holdfyllingu. Hversu mikið hærri bjögunin er á hrútum sem meira verður sett á undan er trúlega vegna þess að það eru þeir hrútar sem reynast best. Ómmælingar þeirra

sjálfra hífa matið á þeim upp og bæta öryggi þessa fyrsta kynbótamats. Öryggið eykst einnig í fitunni en ekki sjást merki svipfarsvals þar.

Ágallar kynbótamats vegna ásetningshlutfalls ættu helst að koma fram eftir fyrsta árgang af afkvæmum hrútanna. Hrútar á sölubúum skera sig ekki það ákveðið frá á því stigi til að hægt sé að draga miklar ályktanir um áhrif á þá með þetta litlu úrtaki. Aftur á móti eru þeir hrútar sem mest er sett á undan vanmetnir fyrir holdfyllingu og fjölbreytugreiningin með ómmælingunum lagar það. Í þessum hópi eykst einnig öryggi matsins fyrir fitu, þó að ekki sjáist merki um svipfarsval í ákveðna átt sem bjagar matið á þeim eiginleika. Minni skekkja og leiðrétting fyrir vali með fjölbreytu BLUP kynbótamati er í samræmi við það sem búast mátti við fyrir eiginleika sem eru þetta mikið tengdir (Bourdon, 2000; Cameron, 1997; Schaeffer, 1984).

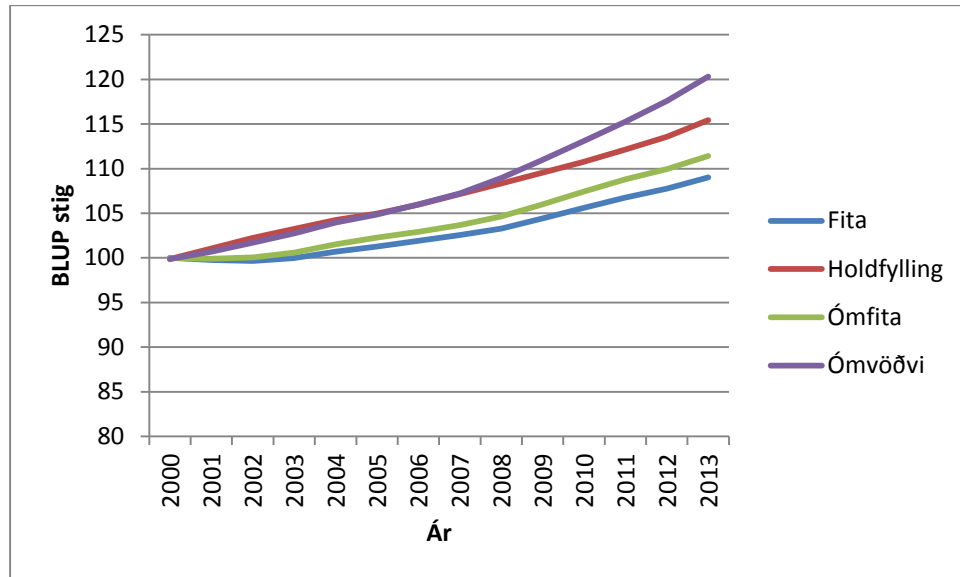
Hér eru aðeins skoðuð áhrif á kynbótamat hrúta. Áhrif þess að taka ómmælingar einstaklingsins umfram æternisspá ættu einnig að nýtast fyrir gimbrar og þeirra áhrifa að gæta lengur þar sem fá afkvæmi koma til með að bæta mat þeirra. Áhrifin af bættu mati á kvenkyninu verða þó alltaf mun minni á erfðaframsfarirnar vegna minni úrvalsstyrks.

Lítill áhrif kyns á kynbótamat fyrir holdfyllingu eru alveg í samræmi við lítill áhrif þess beint á bæði ómvöðva og holdfyllingu. Mat fyrir fitu bjagast ef ómmælingar eru teknar með en ekki er kynleiðrétt. Það kann að stafa af því að allt eru þetta hrútar sem eru skoðaðir og þeir eru með minni ómfitu að jafnaði við sama þunga og gimbrar samkvæmt mati á áhrifum umhverfisþátta. Í viðauka 3 má sjá BLUE gildi eftir kynja- og þungaflokkum sem styðja þetta. Samkvæmt þeirri mynd eykst kynjamunur á ómfitu með meiri þunga sem gæti aukið bjögunaráhrifin ef þyngri hrútarnir eru frekar valdir til ásetnings. Samspilsáhrif voru ekki skoðuð við mat á áhrifum umhverfisþátta en kyn- og þungaleiðréttingin eins og hún er framkvæmd hér tekur á samspili þeirra þátta.

4.4. Erfðaframsfarir

Á 5. mynd eru erfðaframsfarir mismunandi eiginleika bornar saman. Þar sést greinilega hversu langt á undan holdfylling og ómvöðvi eru miðað við fituna. Þær niðurstöður eru í samræmi við niðurstöðu Eyjólfss Kristins Örnólfssonar o.fl. (2007) sem mátu erfðaframsfarir í upphafi þess tímabils sem hér er til skoðunar og fengu framför í holdfyllingu en litla sem enga í fitunni. Eftir það hafa framsfarir orðið í fitunni. Þær eru þó alltaf hægari en fyrir holdfyllingu, enda skara ásettir gripir allan tíman minna fram úr í fitumati en holdfyllingarmati. Þar til nýlega hefur fita yfirleitt gilt 60% á móti 40% holdfyllingu í uppgjörum frá ráðunautum

(Sigurður Eypórsson, 2014) sem virðist ekki hafa skilað sér í áherslum inn á búin. Þar gæti svipfarsval á ásetningslömbum haft áhrif, en miðað við niðurstöður þessarar rannsóknar er það mun meira fyrir holdfyllingu en fitu.



6. mynd. Staðlaðar BLUP einkunnir fyrir alla eiginleika eftir árgöngum.

5. Ályktanir

Kynbótamat fyrir kjötmat eins og það er reiknað í dag gefur öruggt mat á kynbótagildi hrúta strax þegar þeir eru veturgamlir. Hrútar sem mikið er sett á undan geta þó verið vanmetnir hvað holdfyllingu varðar. Með því að taka ómmælingar með sem tengdan eiginleika hverfur þessi bjögun auk þess sem öryggi kynbótamats fyrir unga hrúta eykst bæði fyrir fitu og holdfyllingu. Það myndi því bæta kynbótamatið fyrir kjötmat að taka ómmælingarnar með sem tengdan eiginleika. Það þarf þó að leiðrétta fyrir kyni svo það valdi ekki bjögun í fitumati. Kynleiðrétting ein og sér myndi einnig bæta matið fyrir fitu lítillega.

Ræktunaráherslur fyrir bættri holdfyllingu og minni fitu hafa skilað miklum árangri á síðustu árum, einkum fyrir holdfyllingu. Dregið hefur úr erfðafylgni á milli fitu og vöðva vegna vals fyrir þeim. Einhverjar breytingar í kjötmatinu á fyrri hluta síðasta áratugar gætu einnig hafa minnkað tengslin þarna á milli. Minnkandi erfðafylgni og enn öflugra kynbótamat ætti að gera enn meiri erfðaframarir mögulegar.

6. Heimildaskrá

- Ágúst Sigurðsson & Þorvaldur Árnason. (1995). Predicting Genetic Trend by Uni- and Multitrait Models. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A*, 45(1), 1–10.
- Áskell Þórisson & Matthías Eggertsson (Ritstj.). (1998). Afkvæmasýningar hrúta haustið 1997. *Freyr*, 94(2), 38–42.
- Bourdon, R. M. (2000). *Understanding Animal Breeding* (2. útg.). London: Prentice Hall.
- Cameron, N. D. (1997). *Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding*. Wallingford: CAB International.
- Conington, J., Bishop, S. C., Waterhouse, A., & Simm, G. (1998). A comparison of growth and carcass traits in Scottish Blackface lambs sired by genetically lean or fat rams. *Animal Science*, 67(2), 299–309.
- Eyjólfur Ingvi Bjarnason & Þorvaldur Kristjánsson. (2012). Þróun skyldleikaræktar í íslenska sauðfjárstofninum. *Freyja*, 2(2), 9–12.
- Eyjólfur Kristinn Örnólfsson, Jón Viðar Jónmundsson, Sigurgeir Þorgeirsson & Emma Eypórsdóttir. (2007). Kjötgæði, árangur í ræktun. Í Ólafur R. Dýrmundsson (Ritstj.), *Íslensk búfjarrækt - Málstofa til heiðurs Hjalta Gestssyni níræðum* (bls. 63–70). Hvanneyri: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Eypór Einarsson. (2011). *Objective evaluation of lean meat yield and EUROP scores for Icelandic lamb carcasses by video image analysis* (Óútgefin MS ritgerð). Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
- Guðjón Þorkelsson. (1998). Nýtt gæðamat í kindakjöti. Í *Ráðunautafundur 1998* (BÍ, RALA.).
- Halldór Pálsson. (1983). Stefnur í sauðfjarrækt hér á landi. *Búnaðarrit*, 96, 301–328.
- Hohenboken, W. D. (1985). Phenotypic, Genetic and Environmental Correlations. Í A. B. Chapman (Ritstj.), *General and Quantitative Genetics* (bls. 121–134). Amsterdam: Elsevier.
- Houghton, P. L., & Turlington, L. M. (1992). Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. *Journal of Animal Science*, 70(3), 930–941.

- Jones, H. E., Lewis, R. M., Young, M. J., & Simm, G. (2004). Genetic parameters for carcass composition and muscularity in sheep measured by X-ray computer tomography, ultrasound and dissection. *Livestock Production Science*, 90(2–3), 167–179.
doi:10.1016/j.livprodsci.2004.04.004
- Jón Torfason & Jón Viðar Jónmundsson. (2000). *Íslenska sauðkindin*. Blönduós: Bókaútgáfan Hofi.
- Jón Viðar Jónmundsson. (1993). Niðurstöður úr notkun ómsjár við lambhrútaval haustin 1991 og 1992. *Freyr*, 89(17), 599–601.
- Jón Viðar Jónmundsson. (2000). Kjötmatið haustið 1998 -Nokkrar niðurstöður úr uppgjöri fjárræktarfélaganna. *Freyr*, 96(4-5), 47–52.
- Jón Viðar Jónmundsson & Ágúst Sigurðsson. (1999). Kjötmatið - kynbótamat hrúta. *Freyr*, 95(10), 37–41.
- Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eyþórsdóttir. (2013). Erfðir og kynbætur sauðfjár. Í Ragnhildur Sigurðardóttir (Ritstj.), *Sauðfjárrækt á Íslandi* (bls. 160–190). Reykjavík: Uppheimar.
- Karamichou, E., Merrell, B. G., Murray, W. A., Simm, G., & Bishop, S. C. (2007). Selection for carcass in hill sheep measured by X-ray computer tomography. *Animal*, (1), 3–11.
doi:10.1017/S1751751107413684
- Kvame, T., & Vangen, O. (2007). Selection for lean weight based on ultrasound and CT in a meat line of sheep. *Livestock Science*, 106(2–3), 232–242.
doi:10.1016/j.livsci.2006.08.007
- Madsen, P., & Jensen, J. (2012). *A Users Guide to DMU. A package to Analysing Multivariate Mixed Models. Version 6, release 5.1*. Foulum: University of Aarhus.
- Maniatis, N., & Pollott, G. E. (2002). Nuclear, cytoplasmic, and environmental effects on growth, fat, and muscle traits in Suffolk lambs from a sire referencing scheme. *Journal of Animal Science*, 80(1), 57–67.
- María Þórunn Jónsdóttir. (2008). *Áhrif umhverfisþátta á niðurstöður kjötmats á lambakjöti* (Óútgefin BS ritgerð). Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.

- Maxa, J., Norberg, E., Berg, P., & Pedersen, J. (2007). Genetic parameters for carcass traits and in vivo measured muscle and fat depth in Danish Texel and Shropshire. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A*, 57, 49–54. doi:10.1080/09064700701440439
- Maximini, L., Brown, D. J., Baumung, R., & Fuerst-Waltl, B. (2012). Genetic parameters of ultrasound and computer tomography scan traits in Austrian meat sheep. *Livestock Science*, 146(2–3), 168–174. doi:10.1016/j.livsci.2012.03.007
- Meyer, K. (1989). Estimation og Genetic Parameters. Í W. G. Hill & T. F. C. Mackay (Ritstj.), *Evolution and Animal Breeding, Reviews on Molecular and Quantitative Approaches in Hounour of Alan Robertson*. Wallingford: C.A.B. International.
- Misztal, I. (2008). Reliable computing in estimation of variance components. *Journal of Animal Breeding & Genetics*, 125(6), 363–370. doi:10.1111/j.1439-0388.2008.00774.x
- Moreno, C., Bouix, J., Brunel, J. C., Weisbecker, J. L., François, D., Lantier, F., & Elsen, J. M. (2001). Genetic parameter estimates for carcass traits in the inra401 composite sheep strain. *Livestock Production Science*, 69(3), 227–232. doi:10.1016/S0301-6226(01)00167-1
- Puntila, M.-L., Mäki, K., & Rintala, O. (2002). Assessment of carcass composition based on ultrasonic measurements and EUROP conformation class of live lambs. *Journal of Animal Breeding & Genetics*, 119(6), 367–378. doi:10.1046/j.1439-0388.2002.00358.x
- Reglugerð um gæðamat, flokkun og merkingu sláturafurða nr. 882/2010.
- Reglugerð um kjötmat og fleira nr. 155/1949.
- Reglugerð um slátrun, mat og meðferð sláturafurða nr. 227/1968.
- Rius-Vilarrasa, E., Bünger, L., Brotherstone, S., Macfarlane, J. M., Lambe, N. R., Matthews, K. R., ... Roehe, R. (2010). Genetic parameters for carcass dimensional measurements from Video Image Analysis and their association with conformation and fat class scores. *Livestock Science*, 128(1–3), 92–100. doi:10.1016/j.livsci.2009.11.004
- Ræktunarmarkmið fyrir íslenska sauðfjárstofninn. (2012). *Landssamtök sauðfjárbaenda*. Sótt 29. október 2013, af http://saudfe.is/images/raektunarmarkmid_islenska_saudfjarstofninn_II.pdf

- Safari, E., Fogarty, N. M., & Gilmour, A. R. (2005). A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. *Livestock Production Science*, 92, 271–289. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.09.003
- Schaeffer, L. R. (1984). Sire and Cow Evaluation Under Multiple Trait Models. *Journal of Dairy Science*, 67(7), 1567–1580.
- Searle, S. R. (1991). C. R. Henderson, the Statistician; And His Contributions to Variance Components Estimation. *Journal of Dairy Science*, 74(11), 4035–4044. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78599-8
- Sigbjörn Óli Sævarsson. (1999). *Erfðastuðlar við mat á dilkakjöti - samanburður á nýju og eldra kjötmati* (Óútgefin BS ritgerð). Bændaskólinn á Hvanneyri, Hvanneyri.
- Sigurður Eypórsson. (2014). Fundargerð Fagraðs í sauðfjárrækt 23. janúar 2014. *Landsamtök sauðfjárbænda*. Sótt af http://www.saudfe.is/index.php?option=com_content&view=article&id=1915:fagradhsfundur-23-januar-2014&catid=29&Itemid=52
- Simm, G. (1998). *Genetic Improvement of Cattle and Sheep*. Ipswich: Farming Press.
- Stefán Aðalsteinsson. (1981). *Sauðkindin, landið og þjóðin*. Reykjavík: Bjallan.
- Stefán Sch. Thorsteinsson. (2002). Rannsóknir og kynbætur sauðfjár fyrir bættu vaxtarlagi og betri kjötgæðum. Í *Ráðunautafundur 2002* (bls. 149–167). Bændasamtök Íslands, Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri, Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.
- Stefán Sch. Thorsteinsson & Emma Eypórsdóttir. (1998). Genetic parameters of ultrasonic and carcass cross-sectional measurements and muscle fat weight in Iceland lambs. Í *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to livestock production* 24 (bls. 149–152).
- Stefán Sch. Thorsteinsson & Sigurgeir Þorgeirsson. (1992). Notkun hljóðmynda til kynbóta á kjötgæðum. *Freyr*, 88(15-16).
- Stefán Sch. Thorsteinsson, Sigurgeir Þorgeirsson & Ólöf Björg Einarsdóttir. (1994). Precision of predicting lean and fat weight from live ultrasonic measurements and genetic parameters of these measurements. Í *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to livestock production* 18 (bls. 11–18).

Waldron, D. F., Clarke, J. N., Rae, A. L., Kirton, A. H., & Bennett, G. L. (1992). Genetic and phenotypic parameter estimates for selection to improve lamb carcass traits. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 35(3), 287–298.
doi:10.1080/00288233.1992.10427506

7. Töfluskrá

1. tafla. Holdfyllingarflokkar samkvæmt Reglugerð um gæðamat, flokkun og merkingu sláturafurða nr. 882/2010 ásamt tölugildum á línulegum skala.....	2
2. tafla. Fituflokkar samkvæmt Reglugerð um gæðamat, flokkun og merkingu sláturafurða nr. 882/2010 ásamt tölugildum á línulegum skala.....	2
3. tafla. Yfirlit yfir fjölda mælinga við mat á áhrifum umhverfisþátta.....	10
4. tafla. Yfirlit yfir fjölda mælinga við erfðastuðlamat.....	11
5. tafla. Yfirlit yfir fjölda gripa og bú-ára í kynbótamati.....	12
6. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön 1 (bú-ár og fallþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi ²) á fitu.....	14
7. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön 1 (bú-ár og fallþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi ²) á holdfyllingu.....	14
8. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön 1 (bú-ár og fallþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi ²) á ómfitu.....	15
9. tafla. Stuðlar og skýringarhlutföll fyrir líkön 1 (bú-ár og fallþungi), 2 (1 + kyn) og 3 (2 + fallþungi ²) á ómvöðva.....	15
10. tafla. Dreifni og samdreifni samleggjandi erfða (a) og umhverfis (e) með kynleiðréttingu.....	16
11. tafla. Arfgengi (á hornalínu), erfðafylgni (neðan hornalínu) og svipfarsfylgni (ofan hornalínu). Byggt á meðaltali dreifniliða með kynleiðréttingu.....	17
12. tafla. Arfgengi (á hornalínu), erfðafylgni (neðan hornalínu) og svipfarsfylgni (ofan hornalínu) fyrir einstök tímabil með kynleiðréttingu.....	17
13. tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) fitukynbótamats fyrir hrúta fædda 2010, ómmælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómmæld afkvæmi 2011.....	18
14. tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) holdfyllingarkynbótamats fyrir hrúta fædda 2010, ómmælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómmæld afkvæmi 2011...	19
15. tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) fitukynbótamats fyrir hrúta fædda 2011, ómmælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómmæld afkvæmi 2012.....	19
16. tafla. Bjögun (BIAS), staðalskekkja (SEP) og öryggi ($r_{EBV,TBV}$) holdfyllingarkynbótamats fyrir hrúta fædda 2011, ómmælda sem lömb og eiga a.m.k. 4 ómmæld afkvæmi 2012...	20
17. tafla. Árlegar erfðaframarir.....	21

8. Myndaskrá

1. mynd.	Stöðluð BLUP einkunn fyrir fitu eftir árgöngum.....	21
2. mynd.	Stöðluð BLUP einkunn fyrir holdfyllingu eftir árgöngum.....	21
3. mynd.	Stöðluð BLUP einkunn fyrir ómfitu eftir árgöngum.....	22
4. mynd.	Stöðluð BLUP einkunn fyrir ómvöðva eftir árgöngum.....	22
5. mynd.	Þróun umhverfisáhrifa (BLUE) fyrir kjötmatseiginleika.....	25
6. mynd.	Staðlaðar BLUP einkunnir fyrir alla eiginleika eftir árgöngum.....	28

Viðaukar

1. Gagnayfirlit

Í töflu I er yfirlit yfir fjölda gripa og gripa með mælingar eftir árgöngum í heildargagnasafninu eins og það er notað við kynbótamatið. Óeðlilegum mælingum hefur verið eytt út. Meðaltöl og staðalfrávik fyrir sama gagnasafn eru í töflu II.

Tafla I. Yfirlit yfir fjölda í heildargögnum.

Ár	Fjöldi alls	Kjötmat	Ómfita	Ómvöðvi
2000	329.933	240.693	21.261	21.286
2001	371.600	285.239	24.669	24.698
2002	394.607	306.640	25.645	25.667
2003	430.906	336.729	22.610	22.644
2004	565.794	432.014	24.251	24.284
2005	583.635	433.702	24.225	24.230
2006	590.326	449.463	8.531	9.771
2007	606.756	463.021	46.171	58.371
2008	618.511	474.585	66.261	70.687
2009	634.477	481.712	80.131	82.145
2010	647.623	491.682	88.056	88.528
2011	679.094	516.991	86.146	86.859
2012	678.887	516.783	89.235	89.769
2013	669.040	367.220	86.636	86.832
Alls	7.801.189	5.796.474	693.828	715.771

Tafla II. Meðaltöl og staðalfrávik heildargagna eftir árum.

Ár	Fall		Lífþungi		Fita		Holdfylling		Ómfita		Ómvöðvi	
	Meðal	St.frv.	Meðal	St.frv.	Meðal	St.frv.	Meðal	St.frv.	Meðal	St.frv.	Meðal	St.frv.
2000	16,02	2,61	41,62	5,42	6,76	1,95	7,27	1,99	3,36	1,14	24,56	2,56
2001	15,76	2,56	40,62	5,35	6,66	1,94	7,30	2,01	3,29	1,11	24,30	2,65
2002	15,66	2,54	40,31	5,47	6,77	1,94	7,42	1,96	3,17	1,10	24,50	2,71
2003	15,88	2,61	41,70	5,75	6,99	1,94	7,81	1,93	3,34	1,13	25,20	2,90
2004	15,54	2,66	41,29	5,73	6,73	1,96	7,75	2,01	3,31	1,08	25,28	2,94
2005	15,89	2,69	41,34	5,79	6,72	1,93	7,95	2,03	3,17	1,06	25,64	2,89
2006	16,01	2,69	40,74	5,41	6,74	1,90	8,34	2,02	3,23	1,09	25,72	2,79
2007	15,37	2,63	41,05	5,32	6,56	1,92	8,32	2,05	3,26	1,08	26,45	3,07
2008	15,93	2,68	41,94	5,31	6,70	1,82	8,51	1,93	3,22	1,11	26,96	3,15
2009	15,90	2,69	41,86	5,41	6,61	1,85	8,54	1,93	3,05	0,99	27,17	3,13
2010	15,99	2,71	41,82	5,37	6,54	1,85	8,71	1,97	2,97	0,98	27,23	3,07
2011	15,81	2,78	41,81	5,39	6,43	1,87	8,54	2,00	3,02	1,00	27,52	3,20
2012	16,30	2,80	42,51	5,45	6,59	1,83	8,62	1,88	3,07	1,05	27,80	3,20
2013	16,16	2,69	41,94	5,39	6,48	1,78	8,74	1,77	2,90	1,01	27,63	3,17
	15,877	2,691	41,720	5,448	6,645	1,891	8,220	2,021	3,103	1,052	26,805	3,246

2. Erfðastuðlar án kynleiðréttingar

Dreifniliðir úr erfðastuðlamatinu þegar ekki var leiðrétt fyrir kyni eru í töflu III og fylgni og arfgengi byggt á því í töflum IV og V.

Tafla III. Dreifni og samdreifni samleggjandi erfða (a) og umhverfis (e) án kynleiðréttingar.

	2001-2003		2006-2008		2011-2013		2000-2013		Meðal*	
	a	e	a	e	a	e	a	e	a	e
Fita	0,585	1,359	0,527	1,312	0,486	1,224	0,515	1,327	0,524	1,313
Holdf.	0,979	1,471	0,860	1,546	0,895	1,431	0,971	1,474	0,941	1,478
Ómf.	0,272	0,519	0,272	0,448	0,231	0,374	0,220	0,426	0,239	0,437
Ómv.	1,589	2,346	2,131	3,142	2,273	3,221	1,880	3,315	1,939	3,109
Fita-Holdf.	0,292	0,204	0,180	0,109	0,159	0,115	0,204	0,135	0,207	0,139
Fita-Ómf.	0,255	0,139	0,243	0,109	0,185	0,112	0,202	0,136	0,215	0,128
Fita-Ómv.	0,006	-0,094	-0,095	-0,257	-0,099	-0,131	-0,078	-0,098	-0,071	-0,129
Holdf.-Ómf.	0,069	0,047	0,025	0,021	0,012	0,004	0,024	0,023	0,030	0,024
Holdf.-Ómv.	0,557	0,079	0,630	0,210	0,683	0,222	0,640	0,226	0,632	0,198
Ómf.-Ómv.	0,001	0,015	-0,019	-0,054	-0,047	-0,052	-0,019	-0,008	-0,020	-0,019

*2000-2013 gildir helming og hvert tímabil 1/6. Notað fyrir kynbótamat.

Tafla IV. Arfgengi (á hornalínu) erfðafylgni (neðan hornalínu) og svipfarsfylgni (ofan hornalínu) fyrir einstök tímabil án kynleiðréttingar.

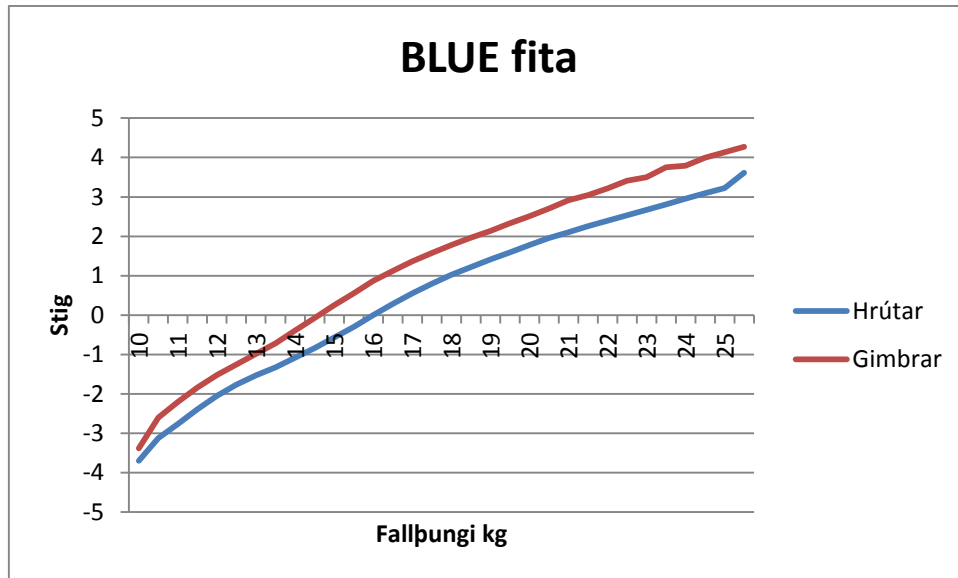
		Fita	Holdf.	Ómf.	Ómv.
2001- 2003	Fita	0,30	0,23	0,32	-0,03
	Holdf.	0,39	0,40	0,08	0,20
	Ómf.	0,64	0,13	0,34	0,01
	Ómv.	0,01	0,45	0,00	0,40
2006- 2008	Fita	0,29	0,14	0,31	-0,11
	Holdf.	0,27	0,36	0,03	0,24
	Ómf.	0,64	0,05	0,38	-0,04
	Ómv.	-0,09	0,47	-0,02	0,40
2011- 2013	Fita	0,28	0,14	0,29	-0,08
	Holdf.	0,24	0,38	0,01	0,25
	Ómf.	0,55	0,03	0,38	-0,05
	Ómv.	-0,09	0,48	-0,06	0,41
2000- 2013	Fita	0,28	0,16	0,31	-0,06
	Holdf.	0,29	0,40	0,04	0,24
	Ómf.	0,60	0,05	0,34	-0,01
	Ómv.	-0,08	0,47	-0,03	0,36

Tafla V. Arfgengi á hornalínu, erfðafylgni neðan hornalínu og svipfarsfylgni ofan hornalínu. Byggt á meðaltali dreifniliða án kynleiðréttingar.

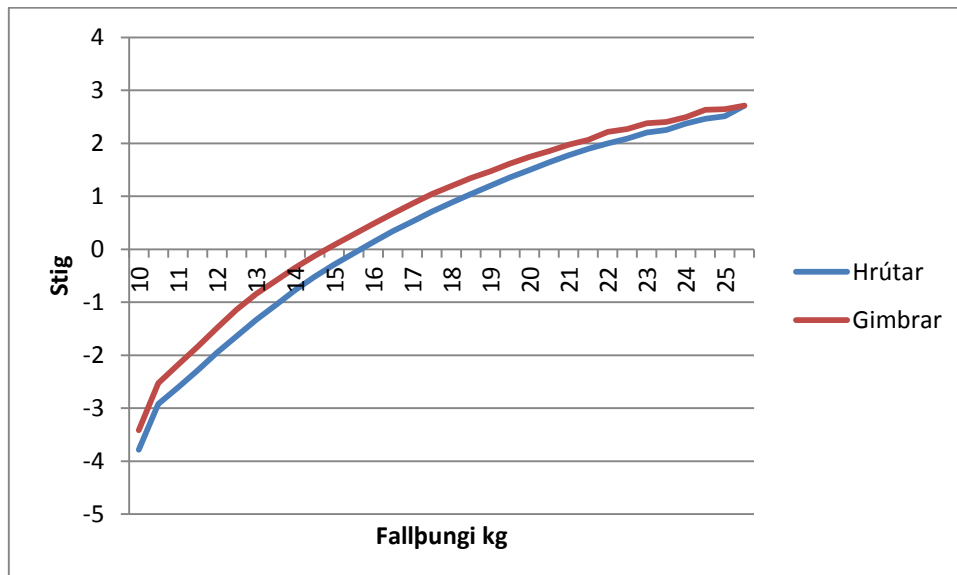
	Fita	Holdf.	Ómf.	Ómv.
Fita	0,29	0,16	0,31	-0,07
Holdf.	0,30	0,39	0,04	0,24
Ómf.	0,61	0,06	0,35	-0,02
Ómv.	-0,07	0,47	-0,03	0,38

3. BLUE

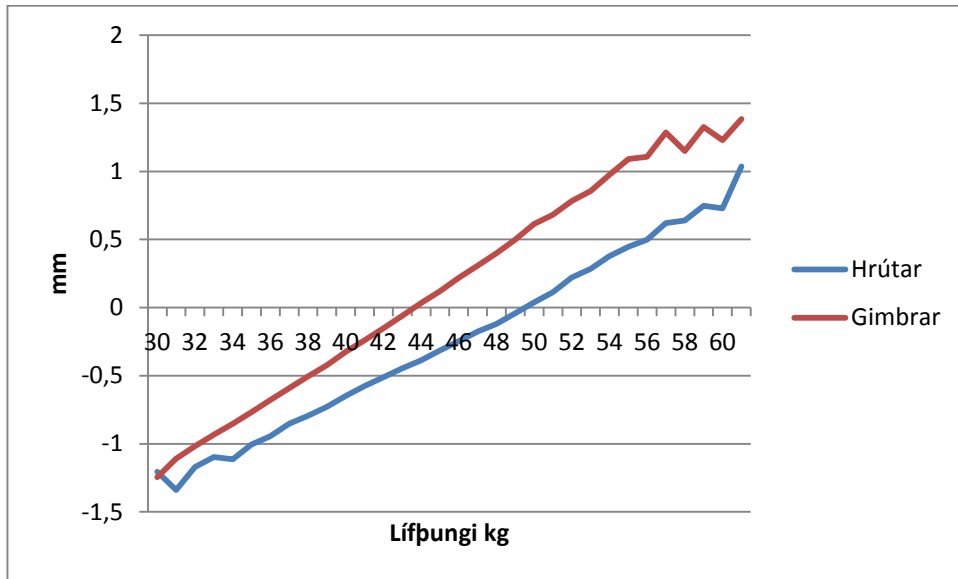
Áhrif fastra hrifa (BLUE) þunga og kynflokka í kynbótamati fyrir öll gögnin, ómmælingar og kjötmat, með kynleiðréttingu er fyrir hvern eiginleika er á myndum I til IV.



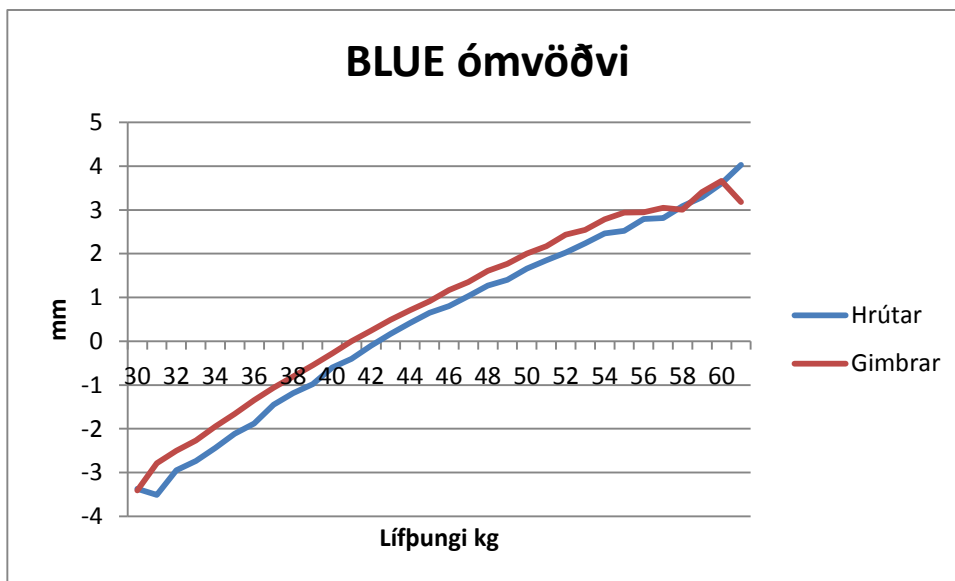
Mynd I. BLUE gildi fyrir fitu eftir kyni og fallþungaflokkum



Mynd II. BLUE gildi fyrir holdfyllingu eftir fallþunga- og kynflokkum



Mynd III. BLUE gildi fyrir ómfitu eftir kyn- og fallþungaflokkum



Mynd IV. BLUE gildi fyrir ómvöðva eftir kyn- og fallþungaflokkum