

BS – ritgerð

Maí 2013

# Mismunur á frjósemi milli hvítra og mislitra áa

Guðrún Eik Skúladóttir



**Landbúnaðarháskóli Íslands**  
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

BS – ritgerð

Maí 2013

# Mismunur á frjósemi milli hvítra og mislitra áa

Guðrún Eik Skúladóttir

Leiðbeinandi: Emma Eypórsdóttir

Landbúnaðarháskóli Íslands  
Auðlindadeild



## **Yfirlýsing höfundar**

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

---

*Guðrún Eik Skúladóttir*

## Ágrip

Stefán Aðalsteinsson sýndi fyrst fram á að munur væri á frjósemi milli mislitra og hvítra áa í doktorsritgerð sinni árið 1970. Síðan eru liðin rúm 40 ár og hefur margt breyst í íslenski sauðfjárrækt. Aðbúnaður og fóðrun hafa batnað til muna og hefur stofninn tekið miklum framförum með kynbótum. Markmið þessa verkefnis er að kanna hvort þessi munur á frjósemi milli mislitra og hvíta áa sé enn til staðar, hversu mikill hann er og hvort arfblendnar ær skeri sig frá hinum hópunum tveimur.

Notast var við gagnasafn frá Bændasamtökum Íslands og ærnar flokkaðar í þrjá arfgerðarflokka út frá upplýsingum um lit foreldra og afkvæma þeirra. Voru ærnar flokkaðar í mislitar, arfblendnar hvítar og arfhreinar hvítar. Eftir hreinsun gagnasafnsins taldi það 3676 ær. Þar af voru 874 mislitar, 710 arfblendnar og 2092 arfhreinar hvítar.

Niðurstöður staðfestu mun á frjósemi milli mislitra og hvítra áa. Munur á milli mislitra áa og arfhreinna hvítra var 0,12 lömb eftir ána að meðaltali. Ekki var marktækur munur á arfblendnum hvítum ám og mislitum ám. Munurinn er 0,09 lömb eftir á með lambi og þar eru arfblendnar ær ekki marktækt frábrugðnar arfhreinum hvítum ám. Þessi frjósemismunur kemur annars vegar fram í því að arfhreinar hvítar ær eru marktækt oftar geldar en arfblendnar ær og mislitar. Mislitar ær eru svo marktækt oftar fleirlembdar heldur en arfblendnar hvítar ær og arfhreinar hvítar ær. A<sup>wh</sup> genið, sem veldur hvítum lit, hefur því bæði áhrif á fanghlutfall og lambafjölda.

Lykilorð: Frjósemi, lambafjöldi, íslenska sauðkindin og mislitt fé

## **Þakkir**

Ég vil þakka leiðbeinanda mínum, Emmu Eyþórsdóttur, fyrir veitta aðstoð og ráðleggingar við vinnslu verkefnisins. Bændasamtökum Íslands þakka ég fyrir að útvega gögn. Þá fær Kári Gautason sérstakar þakkir fyrir aðstoð við tölfræðilega úrvinnslu.

Signý Ósk Sigurjónsdóttir fær þakkir fyrir yfirlestur ritgerðarinnar og hjálplegar ábendingar.

Foreldrum mínum, Ólöfu Ólafsdóttur og Skúla Einarssyni færi ég þakkir fyrir stuðninginn á meðan vinnslu verkefnisins stóð.

Bekkjarfélögum mínum færi ég mínar bestu þakkir fyrir samheldni og skemmtilegan vinnuanda.

Að lokum fær sambýlismaður minn, Óskar Már Jónsson, sérstakar þakkir fyrir stuðning og tillitssemi í minn garð á meðan vinnslu verkefnisins stóð.

# Efnisyfirlit

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Yfirlýsing höfundar.....              | i   |
| Ágrip .....                           | ii  |
| Þakkir .....                          | iii |
| Efnisyfirlit .....                    | iv  |
| 1. Inngangur.....                     | 1   |
| 1.1. Frjósemi.....                    | 1   |
| 1.2 Litaerðir sauðfjár.....           | 3   |
| 1.3 Litaerðir í íslensku sauðfé.....  | 5   |
| 1.3.1 Litalýsing .....                | 5   |
| 1.3.2 Litaerðir .....                 | 8   |
| 1.4 Tengsl frjósemi og lita.....      | 9   |
| 1.5 Markmið.....                      | 10  |
| 2 Efni og aðferðir.....               | 10  |
| 2.2 Gagnasafn úr skýrsluhaldi.....    | 10  |
| 2.3 Hreinsun og meðhöndlun gagna..... | 11  |
| 2.4 Tölfræðileg úrvinnsla .....       | 11  |
| 3 Niðurstöður.....                    | 12  |
| 4 Umræður.....                        | 18  |
| 5 Ályktanir.....                      | 21  |
| 6 Heimildaskrá.....                   | 22  |
| 7 Myndaskrá.....                      | 24  |
| 8 Töfluskrá.....                      | 24  |

# 1. Inngangur

## 1.1. Frjósemi

Frjósemi er eiginleiki sem skiptir miklu máli í öllum kjötframleiðslugreinum, sem og öðrum greinum búfjárræktar. Sérstaklega er þessi eiginleiki mikilvægur þar sem skepnur eignast afkvæmi einu sinni á ári, eins og tilfellið er með sauðfé hér á landi (Hanrahan, 1989). Fjárkyn víða um heim hafa aðlagð fengitíð sína að aðstæðum á hverjum stað, þannig að burður verði við sem hagstæðastar aðstæður hvað varðar beit og hitastig. Í temperaða beltinu er fengitíðin á haustin og snemma vetrar, svo að burður verði um vor þegar gróður er byrjaður að taka við sér. Á svæðum þar sem sumur eru heit og þurr er fengitíðin oft síðsumars og burður seint um haustið eða snemmveturs (Notter, 2012).

Æxlun er flókið ferli. Til þess að æxlun eigi sér stað þurfa eggbúin að vaxa á ákveðnum hraða í eggjastokkunum. Eggið losnar svo og kallast það egglos. Ýmis hormón koma við sögu í egglosferlinu, þau sjá til dæmis um að undirbúa legið fyrir meðgönguna og stjórna losun ferómóna, en þau eru til að laða hrútinn að ánni (Dobson, Fergani, Routly & Smith, 2012). Þar sem þetta ferli er heldur flókið og viðkvæmt geta ýmsir þættir haft áhrif á skilvirkni æxlunarinnar. Bæði á það við um hvort ærin haldi og hversu mörg fósturin verða (Dobson o. fl. 2012).

Frjósemi hefur aukist síðustu ár í íslenska stofninum, bæði vegna kynbóta og bættrar fóðrunar. Íslenski fjárstofninn er einnig fremur bráðþroska miðað við aðra stofna. Flestar ær bera sínu fyrsta lambi við eins árs aldur og er það lægri aldur en hjá mörgum erlendum kynjum (Ólafur R. Dýrmundsson & Sveinn Hallgrímsson, 1978). Hafa rannsóknir bent til þess að meðganga og mjólkurskeið lambgimbranna á þeirra fyrsta ári hafi engin áhrif á frammistöðu þeirra síðar meir, að því gefnu að þær séu vel fóðraðar og þroskaðar (Ólafur R. Dýrmundsson & Sveinn Hallgrímsson, 1978).

Fengitími hjá íslensum ám byrjar í lok nóvember og getur náð fram í byrjun maí, festi ærnar ekki fang á þeim tíma. Mest er virknin þó á miðjum vetri. Fullorðnar ær hafa egglos 6 – 11 sinnum og lambgimbrar 2 – 6 sinnum á fengitímanum. Gangmál lambgimbra er um 16 dagar og gangmál fullorðinna áa örlítið lengri. Meðgöngutími íslenskra áa er frekar stuttur, miðað við önnur fjárkyn, eða um 143 dagar að meðaltali (Ólafur R. Dýrmundsson & Sveinn Hallgrímsson, 1978).



Arfgengi fyrir eiginleika sem tengdir eru æxlun eru almennt lágir. Fyrir fjölda fæddra lamba er arfgengið að jafnaði 0,09 – 0,11. Fjöldi lamba við fráfarur er örlítið lægri, 0,06 - 0,08. Þar sem arfgengið er fremur lágt eru framfarir með vali fyrir þessum eiginleikum sjaldnan hraðari en 0,02 lömb á á að meðaltali á einu ári (Safari, Fogarty & Gilmour, 2005). Reiknað arfgengi fyrir fjölda fæddra lamba fyrir íslenska fjárkynið er 0,15 – 0,20 (Jón Viðar Jónmundsson & Stefán Aðalsteinsson, 1989).

Á Íslandi virðast mislitar ær hafa meiri tilhneigingu til að ganga utan hefðbundins fengitíma, og þar af leiðandi, bera utan hefðbundins burðartíma. Ólafur R. Dýrmundsson og Stefán Aðalsteinsson (1980) gerðu athuganir á fjölda burðartilfella utan hefðbundins burðartíma. Tilfelli sem þeir skoðuð voru alls 230 og þar af fylgdu upplýsingar um lit ána með í 110 tilvikum. Af þeim 110 ám voru 66 ær mislitar, eða 60%. Hlutfall mislitra áa í stofninum var á þeim tíma 16% og ef að hæfileikinn til að ganga utan hefðbundinnar fengitíðar væri óháður lit ættu aðeins 16% tilfellanna að vera mislitar ær. Jafnvel þó að allar ærnar sem skorti litaskráningu væru hvítar væri hlutfallið samt 66/230 eða 29% (Ólafur R. Dýrmundsson & Stefán Aðalsteinsson, 1980).

Í íslenska fjárstofninum eru tveir stakir frjósemiserfðavísar. Eru þeir báðir kenndir við fyrstu ærnar sem báru þessi gen, þær Þoku og Lóu. Bæði Þoku- og Lóugenið valda fjölgun á fæddum lömbum eftir hverja á, séu þeir í arfblendnu ástandi. Í arfhreinu ástandi verða ærnar ófrjóar, en arfhreinir hrútar geta fjölgað sér eðlilega (Jón Viðar Jónmundsson & Stefán Aðalsteinsson, 1989) (Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eypórsdóttir, 2004).

## 1.2 Litaerfðir sauðfjár

Til eru þrjár mælikvarðar sem hægt er að nota til að greina í sundur sauðfjárliti. Þetta eru gerð litarefnis, litamynstur og hvort hvítir flekkir séu til staðar. Þrjár gerðir litarefnis eru þekktar í sauðfé. Tvö þeirra eru eumelanin, sem framkalla ýmist svartan eða mórauðan lit. Þriðja litarefnið phaeomelanin, sem framkallar gulan lit (e. tan). Hvítar ær eru því litarefnislausar, eða gular (Stefán Aðalsteinsson, 1983). Átta mismunandi litamynstrum hefur verið lýst í mislitu fé. Þetta eru grátt, golsótt, grágolsótt, botnótt, agouti-botnótt, grábotnótt, einlitt (ýmist mórault eða svart) og rauðkinnótt (e. red cheeks). Þá er skrokkurinn litaður, en samhverfir rauðir blettir umlykja augun. Þessi mynstur koma fram ýmist á svörtum eða mórauðum bakgrunni (Stefán Aðalsteinsson, 1983).

Litamynstrin sitja í A-sætinu og hvítur litur,  $A^{wh}$ , ríkir þar yfir öllum hinum.  $A^{wh}$  hefur þau áhrif að svart eða mórault eumelanin litarefni breytist í gult eða rautt phaeomelanin litarefni (Stefán Aðalsteinsson, 1983). Gen í öðrum sætum taka svo við og draga úr gula litnum, eða jafnvel fjarlægja hann alveg, svo ærin verður alhvít. Brúni litur Karakul fjárins er þannig talinn vera dökkur gulur litur, sem stýrist af  $A^{wh}$  geninu. Ær af franska Solognot kyninu fæðast einnig með djúprauðgulan lit sem stýrt er af  $A^{wh}$  geninu (Stefán Aðalsteinsson, 1983). Breytileiki í lit er líklega mestur milli sauðfjarkynja í A-sætinu (Sponenberg og fl., 1996).

1. tafla. Gen í A-sæti (Stefán Aðalsteinsson, 1983)

| Samsæta  | Litur          | Ríkir yfir        | Víkur fyrir         |
|----------|----------------|-------------------|---------------------|
| $A^{wh}$ | Hvítt eða gult | Öllu              | Engu                |
| $A^{lg}$ | Ljósgrátt      | a                 | $A^{wh}$            |
| $A^g$    | Grátt          | a                 | $A^{wh}$            |
| $A^{gg}$ | Gotlands grátt | a                 | $A^{wh}$ , $A^{gw}$ |
| $A^b$    | Golsótt        | a                 | $A^{wh}$ , $A^{gb}$ |
| $A^{bl}$ | Blátt          | a                 | $A^{wh}$            |
| $A^w$    | Botnótt        | a                 | $A^{wh}$ , $A^{gw}$ |
| $A^+$    | Agouti botnótt | a                 | $A^{wh}$            |
| $A^{gb}$ | Grágolsótt     | $A^g$ , $A^b$ , a | $A^{wh}$            |
| $A^{gw}$ | Grábotnótt     | $A^g$ , $A^w$ , a | $A^{wh}$            |
| $A^{re}$ | Rauðkinnótt    | a                 | $A^{wh}$ , $A^b$    |
| a        | Ekkert mynstur | Engu              | Öllu                |

Önnur gen sem geta komið fram í A-sætinu hjá hinum ýmsu sauðfjárkynjum má sjá í 1. töflu.

C-sætið stýrir litarleysi eða albínisma (e. albinism). Albínismi lýsir sér þannig að skepnurnar eru alhvítar, með bleika húð, bleik augu og skerta sjón í skæru ljósi. Sýnt hefur verið fram á að þessi gerð af hvítum lit er víkjandi fyrir venjulegum svörtum og gráum lit. Því er talið að genið hafi ekki áhrif, nema ærin sé arfhrein fyrir því (Stefán Aðalsteinsson, 1983).

E-sætið er yfirstætt A-sætinu (Sponenberg og fl. 1996). Þekkt eru tvö gen í þessu sæti. E er víkjandi og hefur engin áhrif á tjáningu gena í A-sæti. E<sup>D</sup> er ríkjandi og hindrar alla litamyndun sem A-sætið hefur áhrif á, sem leiðir til þess að ærin verður alsvört (Stefán Aðalsteinsson, 1983).

G-sætið stýrir „agouti banding“ (sur). G er undirstætt eða víkjandi fyrir ríkjandi svörtu en yfirstætt ríkjandi brúnu (Stefán Aðalsteinsson, 1983). Sponenberg og fl. (1996) segja að um 2 gerðir sur gena sé að ræða, sem sitja þá í Sur Bukhara- (SuB) sæti og Sur Surkhandarya- (SuS) sæti.

Gen sem stýra því hvort ær verði flekkóttar eða einlitar sitja í S-sæti. Þar er s víkjandi fyrir S, en s veldur flekkóttu í arfhreinu ástandi. S hefur einnig áhrif á lit hvítra áa í flestum fjárkynjum, þar sem ær sem eru hvítar og arfhreinar fyrir s hafa ekkert gult litarefni á skrokknum og þær verða skjannahvítar, eða bjartleitar (Stefán Aðalsteinsson, 1983) (Sponenberg og fl. 1996).

Í W-sætinu sitja samsæturnar W, sem er ríkjandi hvítur, og W<sup>R</sup>, sem er ríkjandi grár. Þessar samsætur eru báðar yfirstæðar ríkjandi svörtum í Karakul fé. Ef fé hefur W<sup>R</sup> í arfhreinu ástandi er það banvænt.

## 1.3 Litaerfðir í íslensku sauðfé

### 1.3.1 Litalýsing

Í grunninn er hægt að segja að allt fé sé annað hvort hvítt eða mislitt. Gult fé telst þó ekki vera mislitt, heldur flokkast það með því hvíta. Þeir litir sem prýða mislitt fé á Íslandi eru mjög fjölbreytilegir. Þær kindur sem ekki eru hvítar sýna alltaf ýmist svartan lit á einhverju formi, eða mórauðan, en aldrei báða þessa liti samtímis. Svartur og mórauður eru því grunnlitir. Í íslenska fjárstofninum eru þekkt þrjú litamynstur. Þetta eru grátt, botnótt og golsótt. Þessi litamynstur koma fram óháð því hvorn grunnlitinn kindin hefur. Þegar mislitt fé hefur hvíta flekki, eða er bæði hvítt og mislitt kallast það flekkótt. Flekkótti liturinn kemur einnig fram óháð grunnlit og litamynstri (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

#### 1.3.1.1 Hvítt

Hvít lömb eru fædd án svarts og mórauðs litarefnis. Þau geta þó haft gul hár, allt frá því að vera algul í að guli liturinn sé í mjög litlu magni. Sum hvít lömb fæðast með litaða bletti á skrokknum. Ef þeir eru óreglulegir og lambið hefur einnig gula flekki eru þau flokkuð sem hvít. Arfhrein hvít lömb hafa þó marktækt minna af gulum lit við fæðingu, en arfblendin hvít (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

#### 1.3.1.2 Svart

Þau lömb sem fæðast svört og án nokkurra hvítra hára á líkamanum teljast svört. Þó er ekki óalgengt að eftir 6 mánaða aldur fari að sjást ljós hár, aðallega í toginu. Sumar svartar kindur lýsast með aldrinum og geta jafnvel orðið svo ljósar að þær líkist gráu fé. Þelið helst þó svart og þannig er hægt að greina þær frá þeim gráu. Halldór Pálsson lýsti þremur gerðum af svörtu í íslenska stofninum. Það er hreinsvart, sem helst svart alla ævi skepunnar, svart sem lýsist og líkist gráu og svo svart sem lýsist og verður líkara mórauðu en gráu (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

#### 1.3.1.3 Mórautt

Þau lömb sem fæðast mórauð og hafa engin sjáanleg hvít hár á líkamanum eru mórauð. Það sama getur þó átt sér stað í mórauða litnum líkt og þeim svarta, þ.e. að eftir 6 mánaða aldur getur liturinn tekið að lýsast. Halldór Pálsson lýsti 2 gerðum af mórauðu í íslenska stofninum, ljósmórautt og dökkmórautt (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

### 1.3.1.4 Grátt

Grátt fé er með dökk ullarhár í toginu, en þelið er hvítt. Mikil fjölbreytni er innan gráa litarins við fæðingu lambanna og getur í sumum tilvikum verið erfitt að greina hvort lömb séu svört eða grá. Auðveldast er að greina gráan lit frá svörtum með því að skima eftir hvítum hárum. Hvít háir eru aðeins á gráu lömbunum, en ekki þeim svörtu. Þau er helst að finna innan í eyrum, á snoppunni, á fótum rétt fyrir ofan



Mynd 1. Grá hyrnd ær

klaufir og við kvið. Ef engin hvít háir finnast á lambinu og það er ekki ljósara á búknum má með nokkurri vissu skilgreina lambið sem svart. Svört lömb sem eru arfblendin fyrir flekkóttu hafa stundum nokkur hvít háir í enni en það á ekkert skylt við gráa litinn (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Grá lömb geta einnig verið mjög ljós, þannig að megnið af toginu er ljóst á litinn. Gerð gráa litarins fer að mestu eftir því hvaða grunnlit lambið hefur. Lamb sem hefur svartan grunnlit verður dökkgrátt og lamb sem hefur mórauðan grunnlit verður grámórauðt. Ef lamb er arfhreint grátt verður það töluvert ljósara en grátt lamb sem hefur einlitt á móti og svartan grunnlit. Ekki er gerður munur á dökkgráu og gráu í daglegu tali. Hins vegar er munur gerður á gráu og grámórauðu (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

klaufir og við kvið. Ef engin hvít háir finnast á lambinu og það er ekki ljósara á búknum má með nokkurri vissu skilgreina lambið sem svart. Svört lömb sem eru arfblendin fyrir flekkóttu hafa stundum nokkur hvít háir í enni en það á ekkert skylt við gráa litinn (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Grá lömb geta einnig verið mjög ljós, þannig að megnið af toginu er ljóst á litinn. Gerð gráa litarins fer að mestu eftir því hvaða grunnlit

### 1.3.1.5 Golsótt

Golsóttá litamynstrið lýsir sér þannig að lambið er ljóst á bók en dökkt á höfði, fótum og kvið. Þetta

mynstur er samhverft og því reglulegt. Dökki liturinn teygir sig í mjórri línu frá höfði lambsins, niður á bringuna og upp aftari lærin alla leið undir dindilinn. Eitt greiningareinkenni golsóttá litarins í íslenska stofninum er sá að ljósari bletti er að finna undir augum lambanna. Ljósi liturinn á



Mynd 2. Svartgolsótt og mógolsótt lömb  
golsóttum lömbum er oftast gulur eða ljósbrúnn, en verður hvítur þegar þau eldast. Grunnliturinn ræður því hvort lömb verða svartgolsótt eða mógolsótt (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

### 1.3.1.6 Botnótt

Botnótti liturinn hefur oft verið kallaður andstæðan við golsótt. Það er að hluta til rétt, en þó ekki að öllu leyti. Botnóttur litur lýsir sér þannig að lambið er dökkt á bók, höfði og fótum en ljóst undir kviðnum. Einnig er neðri kjálki lambsins hvítur og oft liggur hvít lína frá kjálka og niður á bringu. Botnótt lömb hafa yfirleitt ljósan blett fyrir ofan augað og er það greiningareinkenni botnóttar litarins þegar hann kemur fram með öðrum munstrum (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Einnig eru innanverð eyru oft ljós. Dálítill breytileiki er innan botnóttar litarins. Til eru afbrigði þar sem skilin milli dökku og ljósu svæðanna eru mjög greinileg, en í öðrum afbrigðum er eins og skilin skolist aðeins til. Þá er ullin á fótum, hálsi og við litaskilin á kviðnum brúnleit. Þessi munur er þó aðeins greinanlegur hjá lömbum og hverfur þegar þau eldast. Þetta á ekki við um móbotnótt lömb. Grunnliturinn ræður því hvort lamb verður svartbotnótt eða móbotnótt (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

### 1.3.1.7 Flekkótt

Þegar mislitt lamb hefur hvíta flekki telst það flekkótt. Mjög mikill fjölbreytileiki er innan flekkóttar litarins sem kemur fram í mismikilli útbreiðslu hvíta litarins. Flekkótt telst ekki vera litamynstur í sama flokki og botnótt, golsótt og grátt, heldur er það talið í sérflokki. Það er vegna þess að skilin á milli litaðra svæða og hvítra eru skýrari en í litamynstrunum, auk þess að flekkóttur litur getur verið mjög óreglulegur. Hin munstrin eru hins vegar öll regluleg. Flekkótt er



Mynd 3. Mófleckóttur lambhrútur

ekki eins strangt samhverft og litamynstrin en getur þó verið samhverft upp að vissu marki. Flekkóttur litur getur komið fram með öllum grunnlitum og öllum mynstrum. Til eru lýsingar á 46 mismunandi gerðum af flekkóttu en hér verður ekki nánar út í það farið (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

### 1.3.2 Litaerfðir

Í doktorsritgerð sinni frá árinu 1970 setti Stefán Aðalsteinsson fram kenningu um litaerfðir í íslensku sauðfé. Er þessi kenning alþjóðlega viðurkennd enn þann dag í dag. Hún er á þá leið að gen í þremur genasætum stýra því hvernig íslenskt fé verður á litinn. Fyrst ber að nefna grunnlitinn, en hann situr í sæti B. Grunnlitirnir eru svart (B) og mórautt (b). Svart ríkir yfir mórauðu en mórautt er víkjandi. Það þýðir að til þess að lamb sýni mórauðan lit verður það að vera arfhreint fyrir mórauðu (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Næsta sæti er A sætið, en það sæti stýrir því hvaða litur á lambinu kemur fram. Í A sætinu eru 5 gen, hvítt ( $A^{wh}$ ), grátt ( $A^g$ ), golsótt ( $A^b$ ), botnótt ( $A^w$ ) og einlitt (a). Hvítur er ríkjandi og ríkir yfir öllum hinum litamynstrunum. Einlitt er víkjandi og víkur því fyrir öllum litamynstrunum. Grátt, golsótt og botnótt eru jafnríkjandi og beri lamb tvö þessara gena koma þau bæði fram, til dæmis þegar lamb hefur bæði gráan og golsóttan erfðavísi verður það grágolsótt. Lamb sem er arfhreint einlitt er ýmist svart eða mórautt, eftir því hvernig arfgerðin í B-sætinu er. Ef lamb hefur einlitan erfðavísi á móti botnóttum í A sæti, verður það svartbotnótt eða móbotnótt, eftir því hvaða erfðavísar sitja í B-sætinu. Hafi lamb bæði erfðavísi fyrir golsóttu og botnóttu verður það golsubotnótt. Sá litur lýsir sér þannig að mynstrin þurrka hvort annað út þar sem þau eru andstæð, svo eftir stendur litað höfuð og fætur og lituð lína eftir kviðnum þar sem



Mynd 4. Golsuflekkóttur hrútur

litaskilin væru annars og nær hún upp afturfætturna og undir dindilinn (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Í S sætinu ákvarðast hvort lamb verður flekkótt eða ekki. Þar er einlitt (golsótt og botnótt meðtalið) (S), ríkjandi yfir flekkóttu (s). Eins og með mórauða grunnlitinn kemur flekkótt aðeins fyrir í arfhreinu ástandi. Flekkótt kemur fram óháð því hvaða litamynstur og grunnlit lambið hefur. Lamb getur því auðveldlega verið golsubotnuflekkótt, þó erfitt gæti reynst að greina þann lit. Ef hvít

ær er arfhrein fyrir flekkóttu í S sætinu gerist það að flekkóttu genin eyða út öllum hvítum hárum sem ærin hefði annars haft og verður hún því hreinhvít, eða bjartleit. Þá er snoppan bleik og stundum koma fram dökkir skuggar í kringum augun. Þannig er engin gul hár að finna í ull á bjartleitu fé (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

## 1.4 Tengsl frjósemi og lita

Stefán Aðalsteinsson fjallaði um litaerfðir og tengsl lita við frjósemi í íslenskum ám árið 1970. Rannsóknir hans leiddu í ljós að litur áa hafði marktæk áhrif á frjósemi og það nokkuð mikil. Þannig gáfu hvítar ær, tveggja, þriggja og fjögurra vetra, í sömu röð 0,132, 0,176 og 0,134 lömbum færra á hverja pörun en jafngamlar mislitar ær á sömu bæjum, sömu ár. Enginn munur á frjósemi fannst milli arfblendinna hvíttra áa og arfhreinna hvíttra áa. Ekki fannst heldur munur á frjósemi mislitra áa eftir því hvaða lit þær báru. Þó voru gráar ær jafnfrjósamari öðrum mislitum ám (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Tvævetlur sem haldið var undir mislitahrúta gáfu raunhæft fleiri lömb úr hverri pörun en tvævetlur sem haldið var undir hvíta hrúta, þar sem mislitir hrútar gáfu 0.080 lömbum fleira úr hverri pörun en hvítir hrútar. Þetta kom þó hvorki fram hjá þriggja né fjögurra vetra ám. Þá hafði litur foreldra engin áhrif á lambavanhöld frá fæðingu til 6-8 vikna aldurs (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Áhrif litaerfðavísa á frjósemi í íslensku sauðfé einskorðast við A-sætið, þar sem erfðavísar í B- og S-sætum höfðu engin áhrif á frjósemi (Stefán Aðalsteinsson, 1970).

Árið 1975 rannsakaði Stefán Aðalsteinsson þetta efni nánar. Þær rannsóknir gáfu svipaða niðurstöðu, þar sem mislitar ær báru 0,15 fleiri lömbum en hvítar. Þar kom einnig fram að frjósemismunurinn var alltaf til staðar milli hvíttra og mislitra áa, óháð aldri þeirra (Stefán Aðalsteinsson, 1975a). Einnig var kannað hvort samband væri á milli gena, sem valda gulum lit í annars hvítu fé, og frjósemi. Ekki var hægt að sýna fram á að slíkt samband væri til staðar (Stefán Aðalsteinsson, 1975b).

Ein rannsókn á tengslum lita við frjósemi í sauðfé hefur verið framkvæmd í Svíþjóð. Þar kom í ljós að mislitar ær af hinum innlenda sænska stofni (Swedish Landrace og Swedish Finnsheep) áttu á bilinu 0,09 – 0,21 fleiri lömb en hvítar ær (Kurowska & Danell, 1982). Þá var einnig framkvæmd rannsókn í Frakklandi þar sem blandað var saman kynjunum Barrichon du Cher (hvítar) og Romanov (mislitar) og önnur kynslóð blendinga rannsökuð. Í ljós kom að litur þeirra hafði marktæk áhrif á frjósemina, þar sem mislitu ærnar áttu 0,09 – 0,12 fleiri lömb að jafnaði en þær hvítu (Ricordeau, Tchamitchian, Razungles & Lefevre, 1982).

Ástæðan fyrir því að mislitt fé er eðlisfrjósamara en hvítt fé, er talin vera sú að  $A^{wh}$  genið, sem stýrir hvítum lit í sauðfé, hafi deyfandi áhrif á frjósemi áa (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Eina líklega skýringin sem fram hefur komið, er sú að  $A^{wh}$  valdi auknu fósturláti hjá hvítum



og gulum ám, á fósturum sem eru hvít eða gul. Þá virtist arfblandni fyrir A<sup>wh</sup> geninu ekki hafa áhrif á fósturlátið (Stefán Aðalsteinsson, 1970; 1975a)

## 1.5 Markmið

Síðan Stefán Aðalsteinsson sýndi fyrst fram á að munur væri á frjósemi milli hvítra og mislitra áa eru liðin rúm 40 ár. Á þessum 40 árum hefur margt gerst í íslenskri sauðfjárrækt. Aðbúnaður og fóðrun hafa batnað til muna og hefur stofninn tekið miklum framförum með kynbótum. Markmið þessa verkefnis er að kanna hvort þessi munur á frjósemi milli mislitra og hvíta áa sé enn til staðar, hversu mikill hann er og hvort arfblandnar ær skeri sig frá hinum hópunum tveimur.

## 2 Efni og aðferðir

### 2.2 Gagnasafn úr skýrsluhaldi

Notast var við gögn úr gagnagrunni Bændasamtaka Íslands úr skýrsluhaldskerfi í sauðfjárrækt, Fjárvis. Valin voru 18 bú, þar sem vitað var að hlutfall mislitra áa væri í herra lagi. Fengnar voru upplýsingar um ær sem fæddar voru á árunum 2006, 2007 og 2008 og frjósemi þeirra fyrstu fjögur afurðarárin, ef þeim entist aldur til. Í upphafi taldi gagnasafnið 3730 ær. Upplýsingarnar sem fengnar voru má sjá í 2. töflu.

*2. tafla. Upplýsingar sem fengnar voru úr gagnagrunni Bændasamtaka Íslands úr skýrsluhaldskerfi í sauðfjárrækt. Upplýsingar um ær, feður þeirra, mæður og afkvæmi.*

| Ærin              | Faðir     | Móðir     | Afkvæmi                |
|-------------------|-----------|-----------|------------------------|
| Raðnúmer          | Númer     | Númer     | Fjöldi 1. ár           |
| Búsnúmer          | Nafn      | Nafn      | Fjöldi 2. ár           |
| Einstaklingsnúmer | Litanúmer | Litaheiti | Fjöldi 3. ár           |
| Nafn              |           | Litanúmer | Fjöldi 4. ár           |
| Litaheiti         |           |           | Litanúmer fyrir öll ár |
| Litanúmer         |           |           |                        |
| Förgunarár        |           |           |                        |

Allar þessar upplýsingar voru í einu skjali, að undanskildum upplýsingunum um litanúmer lambanna sem ærnar höfðu eignast á þessu fjórum árum. Þær upplýsingar, ásamt númeri

móður og búsnúmer voru í öðru skjali. Upplýsingar um litaskráningu foreldra og afkvæma voru fengnar til þess að hægt væri að flokka ærnar í þrjá flokka; mislitar, arfblendnar hvítar og arfhreinar hvítar.

## 2.3 Hreinsun og meðhöndlun gagna

Byrjað var á því að eyða út öllum hvítum lömbum úr lambaskjalinu. Lömbunum var því næst raðað upp eftir númerum móður, svo systkini röðuðust saman. Nóg var að hafa upplýsingar um að hver ær hefði átt eitt mislitt lamb, ef hún hafði átt fleiri var þeim eytt út, svo eitt lamb stóð eftir fyrir hverja á. Því næst voru skjölin tvö keyrð saman í SAS og eitt stórt grunnskjal búið til. Upplýsingarnar úr lambaskjalinu voru settar í nýjan dálk, sem fékk heitið litanúmer lambs. Þær ær sem aldrei höfðu átt mislit lömb voru því með eyðu í þeim dálki.

Næst voru ærnar flokkaðar í þrjá flokka eftir líklegum arfgerðum. Búinn var til nýr dálkur í skjalið, sem bar heitið arfgerð. Þær ær sem áttu mislitan föður, mislita móður, og/eða höfðu átt mislit afkvæmi voru flokkaðar sem arfblendnar og fengu tölustafinn 1 í arfgerðardálkinn. Þær ær sem voru með litanúmer 20 eða hærra voru flokkaðar sem mislitar og fengu tölustafinn 0 í arfgerðardálkinn. Þær ær sem stóðu eftir voru flokkaðar sem arfhreinar hvítar og fengu tölustafinn 2 í arfgerðardálkinn.

Upplýsingar frá búum sem höfðu undir 50 ær voru felldar út. Þá var þeim ám sem ekki höfðu fullnægjandi litaskráningu einnig eytt út. Að þessu loknu stóðu eftir 3676 ær frá 12 búum, þar af 874 mislitar, 710 arfblendnar og 2092 arfhreinar hvítar.

## 2.4 Tölfræðileg úrvinnsla

Tölfræðileg úrvinnsla fór fram í SAS Enterprise Guide ® 4.2 (© 2006-2008, SAS Institute inc.). Tölur voru settar fram í Microsoft Office Word ® 2010. Gerðar voru tíðnitölur yfir frjósemi eftir arfgerðarflokkum og árgöngum áa innan búa og notuð ferkagreining fyrir ójafnan fjölda (GLM) til að meta meðalfrjósemi flokkanna þar sem jafnframt var tekið tillit til búamunar. Var þetta gert fyrir alla aldurshópana, 1 vetra, 2ja vetra, 3ja vetra og 4ra vetra. Tukey próf var notað til að meta mun milli arfgerðaflokka.

### 3 Niðurstöður

Í 3. töflu má sjá heildarfjölda úrtaksins fyrir hvert ár og fjölda arfgerða fyrir hvert ár.

3. tafla. Heildarfjöldi og fjöldi áa í hverjum arfgerðaflokki fyrir hvert ár

|                        | Veturgamlar | 2ja vetra | 3ja vetra | 4ra vetra |
|------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Mislitar (0)           | 874         | 835       | 774       | 716       |
| Arfblendnar hvítar (1) | 710         | 706       | 683       | 648       |
| Arfhreinar hvítar (2)  | 2092        | 1930      | 1758      | 1593      |
| Heild                  | 3676        | 3471      | 3215      | 2957      |

Hlutfall mislitra áa var það sama fyrir alla aldurshópa, 24%. Hlutfall arfblendinna hvítra var á fyrsta ári 19%, en það hækkaði um 1% fyrir hvert ár, á kostnað arfhreinna hvítra.

Í 4. töflu má sjá tíðni frjósemi eftir flokkum og árgöngum yfir öll bú. Mislitar veturgamlar ær voru hlutfallslega oftast tvílembdar en arfhreinar hvítar, 19% mislitra veturgamalla áa báru tveimur lömbum, en fyrir arfhreinar hvítar ær var þetta hlutfall 14%. Mislitar ær voru einnig að jafnaði oftast þrílembdar en arfhreinar hvítar en litlu munar á mislitum og arfblendnum hvítum. Gilti þetta fyrir alla aldurshópa en mestur var munurinn hjá fjögurra vetra ám, 9,3% á móti 4,7%. Þá voru veturgamlar arfblendnar ær sjaldnast geldar, eða í um 18% tilvika, á móti 27% hjá mislitum ám og 26% hjá arfhreinum hvítum. Arfblendnar ær, 2ja vetra og eldri voru einnig hlutfallslega oftast tvílembdar. Þessi gögn hafa ekki verið leiðrétt fyrir mismuni í frjósemi milli búna.

4. tafla. Tíðni frjósemi eftir arfgerðarflokkum og aldri áa yfir öll bú, ásamt niðurstöðum kjí-kvaðrat prófs fyrir mun á tíðni milli arfgerðarflokka. Ekki er leiðrétt fyrir mun í frjósemi milli búa.

| <b>Veturgamlar</b> | <b>Fjöldi lamba</b> |          |          |                  |                |
|--------------------|---------------------|----------|----------|------------------|----------------|
| <b>Arfgerð</b>     | <b>Geldar</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b>         | <b>Samtals</b> |
| Mislitar (0)       | 238                 | 467      | 169      | 0                | 874            |
| Arfblendnar (1)    | 131                 | 466      | 112      | 1                | 710            |
| Arfhreinar (2)     | 543                 | 1259     | 290      | 0                | 2092           |
| Samtals            | 912                 | 2192     | 571      | 1                | 3676           |
|                    |                     |          |          | $\chi^2 = 36,71$ | p <0,0001      |

  

| <b>2ja vetra</b> | <b>Fjöldi lamba</b> |          |          |                  |                |
|------------------|---------------------|----------|----------|------------------|----------------|
| <b>Arfgerð</b>   | <b>Geldar</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b>         | <b>Samtals</b> |
| Mislitar (0)     | 32                  | 188      | 594      | 21               | 835            |
| Arfblendnar (1)  | 14                  | 153      | 530      | 9                | 706            |
| Arfhreinar (2)   | 112                 | 483      | 1308     | 26               | 1929           |
| Samtals          | 158                 | 824      | 2434     | 56               | 3470           |
|                  |                     |          |          | $\chi^2 = 30,63$ | p <0,0001      |

  

| <b>3ja vetra</b> | <b>Fjöldi lamba</b> |          |          |                  |                |
|------------------|---------------------|----------|----------|------------------|----------------|
| <b>Arfgerð</b>   | <b>Geldar</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b>         | <b>Samtals</b> |
| 0                | 23                  | 93       | 615      | 43               | 774            |
| 1                | 15                  | 91       | 539      | 35               | 680            |
| 2                | 108                 | 255      | 1320     | 73               | 1756           |
| Samtals          | 146                 | 439      | 2474     | 151              | 3210           |
|                  |                     |          |          | $\chi^2 = 29,28$ | p <0,0001      |

  

| <b>4ra vetra</b> | <b>Fjöldi lamba</b> |          |          |                  |                |
|------------------|---------------------|----------|----------|------------------|----------------|
| <b>Arfgerð</b>   | <b>Geldar</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b>         | <b>Samtals</b> |
| 0                | 29                  | 83       | 536      | 67               | 715            |
| 1                | 29                  | 63       | 505      | 49               | 646            |
| 2                | 122                 | 207      | 1190     | 75               | 1594           |
| Samtals          | 180                 | 353      | 2231     | 191              | 2955           |
|                  |                     |          |          | $\chi^2 = 37,11$ | p <0,0001      |

5. tafla. Hlutfall arfgerðarflokka milli búa

| Hlutfall arfgerða % |              |                 |                |                  |
|---------------------|--------------|-----------------|----------------|------------------|
| Bú                  | Mislitar (0) | Arfblendnar (1) | Arfhreinar (2) | Heildarfjöldi áa |
| 1                   | 32           | 18              | 50             | 442              |
| 2                   | 28           | 22              | 50             | 316              |
| 3                   | 21           | 17              | 63             | 418              |
| 4                   | 14           | 11              | 75             | 272              |
| 5                   | 25           | 23              | 52             | 132              |
| 6                   | 19           | 20              | 61             | 264              |
| 7                   | 31           | 32              | 37             | 218              |
| 8                   | 43           | 10              | 47             | 350              |
| 9                   | 23           | 26              | 51             | 313              |
| 10                  | 16           | 10              | 74             | 68               |
| 11                  | 20           | 18              | 62             | 417              |
| 12                  | 12           | 23              | 66             | 478              |
| Alls                | 24           | 19              | 57             | 3676             |

Hlutfall arfgerða var nokkuð breytilegt milli búa. 5. tafla sýnir hlutfall arfgerða á hverju búi fyrir sig. Hlutfall mislitra áa var hæst 43% á búi nr. 8 og lægst 12% á búi nr. 12, bú 12 er einnig stærsta búið.

Nokkur munur var á frjósemi milli búa. Í 6. töflu er yfirlit yfir mesta mun á milli búa fyrir öll ár.

6. tafla. Hæsti og lægsti meðallambafjöldi búa

|           | Veturgamlar | 2ja vetra | 3ja vetra | 4ra vetra |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Hæsta bú  | 1,17        | 1,84      | 1,94      | 1,99      |
| Lægsta bú | 0,50        | 1,50      | 1,70      | 1,61      |
| Öll bú    | 0,93        | 1,71      | 1,85      | 1,84      |

Í 7. töflu má sjá meðalfjölda fæddra lamba hjá hverjum aldurshóp fyrir allar arfgerðir, þegar leiðrétt er fyrir mun á milli búa. Marktækur munur var á frjósemi milli arfgerða og á milli búa, fyrir alla aldurshópa

7. tafla. Meðaltöl minnstu kvaðrata (LS means) fyrir lambafjölda áa eftir arfgerðarflokkum og aldri, leiðrétt fyrir búamun, geldar ær meðtaldar.

| Arfgerð         | Veturgamlar        | 2ja vetra          | 3ja vetra          | 4ra vetra          |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mislitar (0)    | 0,974 <sup>a</sup> | 1,746 <sup>a</sup> | 1,897 <sup>a</sup> | 1,904 <sup>a</sup> |
| Arfblendnar (1) | 0,951 <sup>a</sup> | 1,746 <sup>a</sup> | 1,880 <sup>a</sup> | 1,876 <sup>a</sup> |
| Arfhreinar (2)  | 0,871 <sup>b</sup> | 1,636 <sup>b</sup> | 1,766 <sup>b</sup> | 1,745 <sup>b</sup> |

<sup>a,b</sup> Meðaltöl með mismunandi stafamerkingu eru marktækt misjöfn, í hverjum dálki (p<0,05)

Ekki komu fram víxlhrif á milli arfgerða og búna í fjölda lamba. Eins og sést í 7. töflu skáru arfhreinar hvítar sig marktækt frá hinum arfgerðarflokkunum, fyrir alla aldurshópa. Arfhreinar hvítar ær eignast því marktækt færri lömb en bæði arfblendnar hvítar og mislitar ær. Ekki var marktækur munur á frjósemi milli mislitra og arfblendinna áa fyrir neina aldurshópa.

Svo virðist sem frjósemismunur milli mislitra og arfhreinna hvíttra áa aukist með aldri. Þannig eignuðust mislitar þriggja vetra ær 0,13 fleiri lömb en arfhreinar hvítar, og fjögurra vetra mislitar ær eiga 0,16 lömbum fleira en arfhreinar jafnöldrur þeirra. Arfblendnar ær eignuðust 0,11 fleiri lömb þriggja vetra, en arfhreinar hvítar, og munurinn er kominn í 0,13 fyrir fjögurra vetra ær. Þetta er þó það lítil munur að eins gæti verið um tilviljun að ræða.

8. tafla. Meðaltöl minnstu kvaðrata (LS means) fyrir lambafjölda á hverja á með lambi, eftir arfgerðarflokkum og aldri, leiðrétt fyrir búamun.

| Arfgerð         | Veturgamlar       | 2ja vetra          | 3ja vetra          | 4ra vetra         |
|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Mislitar (0)    | 1,27 <sup>a</sup> | 1,82 <sup>a</sup>  | 1,95 <sup>a</sup>  | 2,00 <sup>a</sup> |
| Arfblendnar (1) | 1,18 <sup>b</sup> | 1,78 <sup>ab</sup> | 1,91 <sup>ab</sup> | 1,98 <sup>a</sup> |
| Arfhreinar (2)  | 1,17 <sup>b</sup> | 1,74 <sup>b</sup>  | 1,88 <sup>b</sup>  | 1,90 <sup>b</sup> |

<sup>a,b</sup> Meðaltöl með mismunandi stafamerkingu eru marktækt misjöfn, í hverjum dálki (p<0,05)

Í 8. töflu má sjá meðaltöl fæddra lamba hjá hverjum aldurshóp fyrir allar arfgerðir, þegar geldar ær hafa verið teknar úr úrtakinu. Meðaltölin hafa verið leiðrétt fyrir mun á milli búna. Athyglisvert er að sjá að niðurstöður fyrir ær með lambi eru ekki þær sömu og niðurstöður fyrir allar ær. Arfblendnar hvítar ær skáru sig hvorki frá mislitu ánum, né arfhreinum hvítum í hópum 2ja og 3ja vetra áa. Þær skipuðu sér svo í flokk með arfhreinum hvítum ám í hópi

veturgamalla áa, en með mislitum ám í hópi 4ra vetra áa. Marktækur munur var á frjósemi milli mislitra og arfhreinna hvítra áa fyrir alla aldurshópa.

Tveggja, þriggja og fjögurra vetra ám var í lokin steipt saman í einn hóp og fundin leiðrétt meðaltöl. Leiðrétt var fyrir býli og aldri ána. Mislitar ær áttu að meðaltali 1,80 lömb og arfblendnar hvítar áttu 1,79 lömb að meðaltali. Arfhreinar hvítar áttu að meðaltali 1,68 lömb, sem var marktækt færri lömb en eftir mislitar ær, sem og arfblendnar hvítar. Það er því hægt að segja að mislitar ær og arfblendnar hvítar, eldri en veturgamlar, eignist að meðaltali 0,12 lömbum fleiri en arfhreinar ær á sama aldri, en ekki var marktækur munur á meðalfrjósemi milli mislitra áa og arfblendinna hvítra. Það sama var gert fyrir ær með lambi. Þá áttu mislitar ær að meðaltali 1,82 lömb, arfblendnar hvítar 1,78 lömb og arfhreinar hvítar 1,73 lömb. Marktækur munur var milli mislitra áa og arfhreinna hvítra, en arfblendnar hvítar skáru sig ekki marktækt frá hvorugum hópnum. Fyrir ær með lambi er því hægt að segja að mislitar ær, eldri en veturgamlar eignist að jafnaði 0,09 fleiri lömb en arfhreinar hvítar ær.

Kannað var hvort munur væri á því hvort ær bæru lambi eða væru geldar, milli arfgerða. Fervikagreining fyrir ójafnan fjölda (GLM) leiddi í ljós að marktækur munur væri á milli arfgerða fyrir þennan eiginleika. Hjá veturgömlum ám voru arfblendnar hvítar ær marktækt sjaldnar geldar en mislitar ær og arfhreinar hvítar ær. Ekki var marktækur munur á milli arfhreinna hvítra áa og mislitra áa í þessum hópi. Fyrir hina aldurshópana voru arfhreinar hvítar ær oftast geldar en arfblendnar hvítar ær og mislitar ær. Ekki var marktækur munur milli mislitra áa og arfblendinna hvítra fyrir þessa aldurshópa. Tíðnitafla með kjí-kvaðrat prófi sýndi sömu niðurstöðu.

Með sömu aðferðum var kannað hvort munur væri á milli þess hvort ær bæru einu lambi eða fleirum. Fyrir veturgamlar ær skáru mislitar ær sig marktækt frá hvítu ánum, þar sem þær eiga að jafnaði oftast tvö lömb á sínu fyrsta ári. Ekki fannst marktækur munur á arfblendnum og arfhreinum hvítum ám fyrir fyrsta afurðarárið. Fyrir 2ja vetra ær fæst önnur niðurstaða, þá er ekki marktækur munur á mislitum ám og arfblendnum hvítum ám, en þessir tveir hópar eru marktækt oftast fleirlembdir en arfhreinar hvítar ær, í þessum aldursflokki. Hjá 3ja vetra ám eru mislitar ær marktækt oftast fleirlembdar en arfhreinar hvítar ær. Ekki var marktækur munur á milli mislitra áa og arfblendinna hvítra annars vegar, og arfblendinna og arfhreinna áa hins vegar. Fyrir 4ra vetra ær var einungis marktækur munur á milli arfblendinna hvítra áa og arfhreinna hvítra áa, þar sem arfblendnar ær voru marktækt oftast fleirlembdar. Ekki var

marktækur munur á milli mislitra áa og arfblendinna hvíttra annars vegar, og mislitra áa og arfhreinna hvíttra hins vegar.

Áhrif arfgerðar á hlutfall geldra áa voru einnig könnuð innan bóa. Arfgerðarflokkur virðist þar hafa hverfandi áhrif á það hvort ær beri lambi eða séu geldar. Þannig hafði arfgerðarflokkur engin áhrif á hvort ær væru geldar á sex búum af tólf. Á fjórum búum hafði arfgerðarflokkur marktæk áhrif á einn aldurshóp og voru það mismunandi aldurshópar eftir búum. Á tveimur búum hafði arfgerðarflokkur marktæk áhrif á tvo aldurshópa, 2ja og 3ja vetra ær á öðrum bænum og 2ja og 4ra vetra ær á hinum bænum.

Arfgerðarflokkur virðist heldur ekki hafa mikil áhrif á það hvort ær eignist eitt lamb eða fleiri, innan bóa. Arfgerðarflokkur hafði engin marktæk áhrif á það hvort ær væru einlembdar, á sex búum af tólf. Algengast var að arfgerðarflokkar hefðu marktæk áhrif á hvort veturgamlar ær bæru einu eða fleiri lömbum, eða á fimm bæjum af tólf. Á búi nr. 11 var einnig marktækur munur fyrir tveggja vetra ær. Bú nr. 8 skar sig úr að því leyti að þar kom fram marktækur munur í þessum eiginleika fyrir 2ja og 3ja vetra gamlar ær.



## 4 Umræður

Við flokkun ána í arfgerðarflokka var ákvarðað hvort hvítar ær væru arfblendnar fyrir mislitu út frá upplýsingum um lit þeirra sjálfra, foreldra þeirra og afkvæma sem þær eignuðust fyrstu fjögur árin, entist þeim aldur til. Ákveðinn galli er þó á þessari flokkun. Ær geta verið arfblendnar fyrir mislitu án þess að það komi nokkurn tímann í ljós. Ef ærnar áttu hvíta foreldra og voru ekki paraðar við hrút sem var arfblendinn fyrir mislitu, var ekki hægt að flokka þær rétt með þessu móti. Því er ekki ólíklegt að hluti af hvítum ám sem arfblendnar eru fyrir mislitu hafi flokkast sem arfhreinar hvítar. Kann þetta að einhverju leyti að hafa áhrif á niðurstöðurnar. Til dæmis eru 43% fjárstofnsins mislitar á búi nr. 8, en einungis 10% flokkaðar sem arfblendnar. Verður það að teljast undarlegt, þar sem hlutfall arfblendinna í stofni með svo hátt hlutfall mislitra ætti að vera mun hærra.

Hlutfall arfgerðaflokka breyttist nánast ekkert eftir aldri ána. Það bendir til þess að ekki sé munur á endingu eftir arfgerðarflokkum.

Niðurstöður þessarar rannsóknar eru svipaðar niðurstöðum fyrri rannsókna á þessu efni, með nokkrum undantekningum þó. Í doktorsritgerð Stefáns Aðalsteinssonar (1970) kom fram að munur í frjósemi milli mislitra og hvítra áa væri á bilinu 0,132 – 0,176 fyrir ær á aldrinum 2ja-4ra vetra. Rannsókn frá árinu 1975 gaf svipaða niðurstöðu, mislitar ær áttu þá 0,15 lömbum fleira að meðaltali en hvítar (Stefán Aðalsteinsson, 1975a). Í þessari rannsókn reyndist munurinn vera 0,12 lömb, en 0,09 lömb á ær með lambi.

Í doktorsritgerð Stefán Aðalsteinssonar (1970) kom ekki fram marktækur munur á frjósemi milli arfblendinna hvítra áa og arfhreinna hvítra áa, en í þessari rannsókn er því öfugt farið. Það er, arfblendnar hvítar ær skipuðu sér í flokk með mislitum ám, í stað arfhreinna hvítra líkt og í rannsókn Stefáns Aðalsteinssonar (1970) fyrir allar ær. Arfblendnar hvítar skáru sig hvorki marktækt frá mislitum ám, né arfhreinum hvítum fyrir frjósemi á hverja á með lambi. Erfitt er að segja til um hvers vegna þessi munur á arfblendnum hvítum ám og arfhreinum hvítum ám komi fram nú í þessari rannsókn í fyrsta skipti. Stærð gagnasafns, fjöldi bæja og nákvæmari litaskráning geta þar verið áhrifaþættir, auk ítarlegra upplýsinga um litaskráningu foreldra og afkvæma ána. Þetta eru þó einungis getgátur og erfitt að sanna nokkuð hvað þetta varðar.

Þær fáu erlendu rannsóknir sem gerðar hafa verið sýna einnig svipaða niðurstöðu. Mismunur í frjósemi milli hvítra og mislitra áa í Svíþjóð var á bilinu 0,09 – 0,21 (Kurowska & Danell, 1982). Blendingar kynjanna Barrichon du Cher (hvítar) og Romanov (mislitar) sýndu einnig marktækan mun í frjósemi milli lita, þar sem mislitur ærnar áttu að jafnaði 0,09 – 0,12 fleiri lömb en þær hvítu (Ricordeau og fl., 1982).

Athyglisvert er að sjá að ekki fékkst sama niðurstaða um mismun í frjósemi milli arfgerðarflokka þegar geldar ær voru teknar út úr úrtakinu og einblínt á ær með lambi. Minnu munaði þá á meðalfrjósemi arfgerðarflokkanna. Arfblendnar ær skáru sig hvorki marktækt frá mislitum ám né arfhreinum hvítum ám þegar geldar ær voru láttnar sitja hjá. Eins og sést í 4. töflu var þetta sérstaklega áberandi hjá veturgömlum ám. Einnig má draga þá ályktun að hlutfall geldra áa sé hærra hjá arfhreinum hvítum ám en hjá mislitum ám, þar sem munur á meðalfrjósemi minnkar þegar úrtakið átti við ær með lambi.

Ekki fengust sömu niðurstöður fyrir áhrif arfgerðar á hlutfall geldra áa og hlutfall fleirlemba innan búa og fyrir hópinn í heild. Það verður að teljast líklegt að þetta stafi af því að búin eru misstór og greiningar innan búa því í sumum tilvikum með of fá gögn. Hlutfall arfgerða var einnig nokkuð misjafnt á milli búa. Til dæmis má nefna að bú nr. 8 skar sig frá hinum búunum þegar kannaður var munur á milli arfgerða hjá einlembum og fleirlembum, en bú nr. 8 var með hæst hlutfall mislitra áa.

A-sætið er eina sætið sem hefur áhrif á frjósemi í íslensku sauðfé, þar sem litaerfðavísar í B- og S-sætum hafa engin áhrif (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Kenningin er sú að  $A^{wh}$  genið sem stýrir hvítum lit hafi deyfandi áhrif á frjósemi áa, líklega að því leiti að aukið fósturlát verður hjá ám sem bera þetta gen (Stefán Aðalsteinsson, 1970). Þetta hefur þó aldrei verið sannað með afgerandi hætti. Aðrir þættir sem gætu haft áhrif á þennan mun sem fram kom í frjósemi milli arfgerðarflokka eru áhrif  $A^{wh}$  á egglosafjölda og getu ærinnar til að festa fang.

Mismunurinn sem var til staðar í frjósemi milli arfgerðaflokka var tvíþættur. Annars vegar voru arfhreinar hvítar ær oftast geldar heldur en mislitar ær og arfblendnar hvítar. Hins vegar voru mislitar ær oftast fleirlembdar en hvítar ær. Arfblendnar hvítar ær skipuðu sér í hóp með þeim mislitu hvað hlutfall geldra áa varðar en með arfhreinum hvítum ám fyrir fleirlembur. Þetta veldur því að ekki fékkst sama niðurstaða fyrir allar ær annars vegar og ær með lambi hins vegar. Bendir þetta til þess að áhrif  $A^{wh}$  gensins hafi ekki sömu áhrif í arfhreinu ástandi og arfblendnu. Ær, sem eru arfblendnar fyrir geninu, voru marktækt oftast einlembdar heldur en mislitar ær. Þær voru þó marktækt sjaldnar geldar en arfhreinar stallsystur þeirra. Það er

Því hægt að draga þá ályktun að arfblandni fyrir  $A^{wh}$  hafi einungis áhrif á lambafjölda ána en ekki á fanghlutfall þeirra, það er, getu þeirra til að festa fang. Séu ær hins vegar arfhreinar fyrir  $A^{wh}$  hafi það bæði áhrif á fanghlutfall þeirra, sem og lambafjölda.

Fleiri gen sitja í A-sætinu, en auk  $A^{wh}$  eru þar einnig genin  $A^g$  sem stýrir gráu,  $A^b$  sem stýrir golsóttu,  $A^w$  sem stýrir botnóttu og  $a$  sem stýrir einlit (Stefán Aðalsteinsson, 1983). Fróðlegt væri að athuga hvort einhver þessara gena hefðu einnig áhrif á frjósemi, eða hvort þessi áhrif á frjósemi einskorðist við  $A^{wh}$  genið. Til þess að það verði framkvæmanlegt með nokkurri nákvæmni þarf nákvæmara litaskráningakerfi í sauðfjárrækt. Skráningakerfið, eins og það er í dag, byggist á 2ja stafa kerfi. Hvítar ær fá litanúmer undir 20, gráar ær og grá litaafbrigði fá númer á bilinu 20 – 29, svartar ær og svört litaafbrigði fá númer á bilinu 30 – 39, mórâuðar ær og mórâuð litaafbrigði fá númer á bilinu 40 – 49 og grámórâuðar ær og grámórâuð litaafbrigði fá litanúmer 50 – 59. Flekkóttar ær fá seinni töluna 9, golsóttar fá seinni töluna 8 og botnóttar fá seinni töluna 7. Ær sem eru því annað hvort golsuflekkóttar, botnuflekkóttar, golsubotnóttar eða golsubotnuflekkóttar er því ekki hægt að skrá rétt í kerfið, þar sem þær bera liti sem þyrfti þrjá tölustafi til að greina. Ekki er ólíklegt að flekkóttu afbrigðin séu margar hverjar skráðar flekkóttar í kerfið, sérstaklega ef þær eru mikið hvítar. Þar með glatast hluti af ám sem bera golsótt og botnótt gen í kerfinu, sem gerir uppgjör á frjósemi milli arfgerða í A-sæti erfiðara og ónákvæmara en ef skráningakerfið hefði þrjá tölustafi.

## 5 Ályktanir

Íslenska sauðkindin er bráðþroska og nokkuð frjósöm, miðað við önnur kyn. Undanfarin ár hefur frjósemi aukist í íslenska stofninum, bæði vegna fóðrunar og aðbúnaðar, sem og kynbóta. Mismunur er á frjósemi áa eftir því hvort þær eru mislitar, arfblendnar fyrir hvítu, eða arfhreinar fyrir hvítu. Munurinn er 0,12 lömb á hverja á, og 0,09 lömb á hverja á með lambi. Þessi munur kemur fram á tvennan hátt. Arfhreinar hvítar ær eru oftast geldar heldur en mislitar ær og arfblendnar hvítar ær. Mislitar ær eru svo oftast fleirlembdar heldur en hvítar ær og breytir þar engu um hvort ærnar eru arfhreinar eða arfblendnar hvítar. Þetta bendir til þess að  $A^{wh}$  genið hafi ekki sömu áhrif í arfblendnu og arfhreinu ástandi.

## 6 Heimildaskrá

- Dobson, H. Fergani, C. Routly, J.E. & Smith, R.F. (2012). Effects of stress on reproduction in ewes. *Animal Reproduction Science*, 130, 135 – 140.
- Hanrahan, J. P. (1989). Alternating reproductive rate in sheep: Some genetic and non-genetic options. Í Ólafur Dýrmundsson og Sigurgeir Þorsteinsson (ritstj.), *Reproduction, growth and nutrition in sheep. Dr. Halldór Pálsson Memorial Publication* (bls. 45 – 55). Reykjavík: Agricultural Research Institute and Agricultural Society.
- Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eyþórsdóttir (2004). Lóu genið – nýr frjósemiserfðavísir staðfestur. *Freyr* 100(4) 56 – 57.
- Jón Viðar Jónmundsson & Stefán Aðalsteinsson (1989). Selection for lambing rate: The discovery of the Thoka gene. Í; Ólafur Dýrmundsson og Sigurgeir Þorsteinsson (ritstj.), *Reproduction, growth and nutrition in sheep. Dr. Halldór Pálsson Memorial Publication* (bls. 105 – 112).
- Kurowska, Z. & Danell, Ö. (1982). *Colour inheritance and effects of colour genes on productivity in sheep. Report 55*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1-28
- Notter, D.R. (2012). Genetic improvement of reproductive efficiency of sheep and goats. *Animal Reproduction Science*, 130, 147 – 151
- Ólafur R. Dýrmundsson & Stefán Aðalsteinsson (1980). Coat-color gene suppresses sexual activity in Icelandic sheep. *The Journal of Heredity*, 71, 363 – 364.
- Ólafur R. Dýrmundsson & Sveinn Hallgrímsson (1978). Reproductive efficiency of Iceland sheep. *Livestock Production Science*, 5(2), 231-234.
- Ricordeau, G., Tchamitchian, L., Razungles, J. & Lefevre, C. 1982. Relation between colour and performance in crossbred ewes of synthetic INRA line. *Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production II*. 597 - 606 Madrid.
- 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 (3), 271 - 289
- Sponenberg, D.P., Dolling, C.H.S., Lundie, R.S., Rae, A.L., Renieri, C., Lauvergne, J.J. (1996). 1. Coat Colour Loci (Category 1). Í; Lauvergne, J.J., Dolling, C.H.S. & Renieri, C. (ritstj.), *Mendelian inheritance in sheep* (bls. 14 – 57). Camerino, Italy: Univ. of Camerino
- Stefán Aðalsteinsson (1970). Colour inheritance in Icelandic sheep and relation between colour, fertility and fertilization. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 2 (1),3-135
- Stefán Aðalsteinsson (1975a). Depressed fertility in Icelandic sheep caused by a single colour gene. *Ann. Génét. Sél. anim.*7(4), 445 - 447

Stefán Aðalsteinsson (1975b). Effect of genes affecting tan colour on productivity in Icelandic sheep. *Ann. Génét. Sél. anim.*7(4), 357 – 364.

Stefán Aðalsteinsson (1983). Inheritance of colours, fur characteristics and skin quality traits in Northern European sheep breeds: A review. *Livestock Production Science.* 10, 555 - 567.

## 7 Myndaskrá

|   |   |
|---|---|
| Mynd 1. Grá hyrnd ær. Fengin af vef<br><a href="http://icelandroadguide.com/index.php?cmsszd=sheep&amp;cmsszs=en">http://icelandroadguide.com/index.php?cmsszd=sheep&amp;cmsszs=en</a> .....  | 6 |
| Mynd 2. Svartgolsótt og mógolsótt lamb. Fengin af vef<br><a href="http://www.dolcefarm.com/53001.html">http://www.dolcefarm.com/53001.html</a> .....  | 6 |
| Mynd 3. Móflekkóttur lambhrútur. Fengin af vef<br><a href="http://keepingthefarm.blogspot.com/2009/05/icelandic-sheep-2009-sales-list.html">http://keepingthefarm.blogspot.com/2009/05/icelandic-sheep-2009-sales-list.html</a> ..... | 7 |
| Mynd 4. Golsuflekkóttur hrútur. Fengin af vef<br><a href="http://keepingthefarm.blogspot.com/2009/05/icelandic-sheep-2009-sales-list.html">http://keepingthefarm.blogspot.com/2009/05/icelandic-sheep-2009-sales-list.html</a> .....  | 8 |

## 8 Töfluskra

|  |    |
|--|----|
| 1. tafla. Gen í A-sæti (Stefán Aðalsteinsson, 1983).....   | 3  |
| 2. tafla. Upplýsingar sem fengnar voru úr gagnagrunni Bændasamtaka Íslands úr skýrsluhaldskerfi í sauðfjárrækt. Upplýsingar um ær, feður þeirra, mæður og afkvæmi.....                                     | 10 |
| 3. tafla. Heildarfjöldi og fjöldi áa í hverjum arfgerðarflokki fyrir hvert ár.....   | 12 |
| 4. tafla. Tíðni frjósemi eftir arfgerðarflokkum og aldri aa yfir öll bú, ásamt niðurstöðum kjí-kvaðrat prófs fyrir mun á tíðni milli arfgerðarflokka. Ekki er leiðrétt fyrir mun í frjósemi milli búa..... | 13 |
| 5. tafla. Hlutfall arfgerða milli búa.....   | 14 |
| 6. tafla. Hæsti og lægsti meðallambafjöldi búa.....  | 14 |
| 7. tafla. Meðaltöl minnstu kvaðrata (LS means) fyrir lambafjölda áa eftir arfgerðarflokkum og aldri, leiðrétt fyrir búamun, geldar ær meðtaldar.....   | 15 |
| 8. tafla. Meðaltöl minnstu kvaðrata (LS means) fyrir lambafjölda á hverja á með labmi, eftir arfgerðarflokkum og aldri, leiðrétt fyrir búamun.....   | 15 |