

Lokaskýrsla til erfðanefndar landbúnaðarins

Arfgerðargreining á geitfé m.t.t. til riðu



EFNISYFIRLIT

FORMÁLI.....	3
INNGANGUR	4
STAÐA ÞEKKINGAR	5
MARKMIÐ	6
NIDURSTÖÐUR.....	6

FORMÁLI

Íslenski geitfjárstofninn er um margt mjög áhugaverður en frá sjónarhorni erfðafræðinnar er hann einna áhugaverðastur fyrir þá litlu virku stofnstærð sem mælst hefur. Greiningar með erfðamörkum sem fram hafa farið hafa sýnt að virk stofnstærð er vel innan við tíu dýr, sem þykir mjög lítið miðað við flesta stofna húsdýra þrátt fyrir að þar sé virk stofnstærð oft lítil. Þrátt fyrir þessa takmörkuðu virku stofnstærð virðist stofninn þrífast ágætlega og á nú vaxandi vinsældum að fagna sem sést í áhuga á ræktun og framleiðslu ýmiskonar afurða.

Starfsmenn Landbúnaðarháskóla Íslands og Erfðalindaseturs LbhÍ hafa eftir fremsta megni reynt að sinna þessum áhugaverða stofni með grunnrannsóknnum, sæðissöfnun og skráningu dýra í gagnagrunn sem allt miðar að því tryggja sjálfbærni stofnsins til lengri tíma lítið. Skráning á stofninum er nú í góðum farvegi með tilkomu gagnagrunnsins Heiðrúnar sem starfsmenn LbhÍ áttu frumkvæði að, sæði hefur verið safnað um allnokkuð skeið, einnig að frumkvæði starfsmanna LbhÍ. Sæðisbankinn gerir það að verkum að a.m.k. einhver hluti þess litla erfðafjölbreytileika sem þó finnst hérlendis er aðgengilegur til sæðinga yfir sauðfjárveikivarnarlínur og til að sporna við aukinni skyldleikarækt.

Markmið þessa verkefnis var að kanna hvort verndandi arfgerðir fyrir riðu sé að finna í íslenska geitastofninum. Verkefnið var unnið í samstarfi við Landbúnaðarháskóla Íslands, Geitfjárræktarfélag Íslands, Ráðgjafamiðstöð landbúnaðarins, Karólínu Elísabetardóttur og Prof. Dr. Gesine Lühken í háskólanum í Gießen í Þýskalandi.

Erfðanefnd landbúnaðarins eru færðar þakkir fyrir að styðja verkefnið.



Birna Kristín Baldursdóttir lektor
Umsjónarmaður erfðalindaseturs LbhÍ
verkefnisstjóri
Jón Hallsteinn Hallsson professor í erfðafræði
Landbúnaðarháskóla Íslands

INNGANGUR

Talið er að geitur (*Capra aegagrus hircus*) hafi fyrst borist hingað við landnám og talið er að sá stofn hafi verið hér síðan án innblöndunar þó útilokað sé að fullyrða um slíkt með vissu að svo stöddu. Landfræðilegur uppruni íslensku búfjárstofnanna er ekki að fullu þekktur, en jafnan er þó gert ráð fyrir að landnámsmenn hafi haft með sér búfé frá heimahögum sínum í Noregi (Stefán Aðalsteinsson, 1981). Ekki er mikið fjallað um geitur í rituðum heimildum fyrstu árhundruð Íslandsbyggðar, því ekki vel ljóst hver staða þeirra var. Í fornum frásögnum er einkum fjallað um hag hinna ríku, þó er minnst á geitfé í Snorra-Eddu, Ljósvetningasögu og Landnámu (Birna Kristín Baldursdóttir o.fl., 2017).

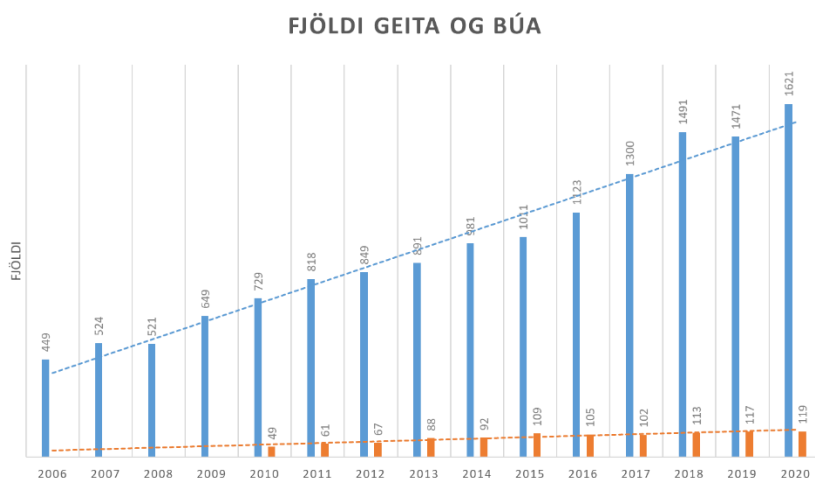
Íslenski geitfjárstofninn hefur líklega aldrei verið stór, a.m.k. ekki ef marka má skriflegar heimildir og niðurstöður greininga á dýrabeinasöfnum sem teknar hafa verið saman (Birna Kristín Baldursdóttir o.fl., 2017). Samkvæmt fyrstu áreiðanlegu búfjártalningu frá árinu 1703 voru geitur 818 talsins og eftir það hefur fjöldinn lengst af verið innan við 1000 gripir. Undantekning frá þessu eru þó árin frá 1900 og framundir seinna stríð þegar stofninn óx og komst þegar mest var í tæplega 3000 dýr árið 1930 (*Hagskinna. Sögulegar hagtölur um Ísland.*, 1997). Þessi umtalsverða fjölgun er meðal annars talin skýrast af aukinni þéttbýlismyndun og efnahagskreppu stríðsáranna 1914-1918. Geitur voru á þessum tíma haldnar víða í kaupstöðum og voru algengar í sjávarplássum (Pyndt o.fl., 1932).

Stofnstærð hefur sveiflast mjög og hefur stofninn farið í gegnum að minnsta kosti þrjá afgerandi flöskuhálsa frá því að skráningar hófust. Þann fyrsta þegar Móðuharðindin gengu yfir árin 1783-1785, árið 1703 voru skráðar 818 geitur en 1785 voru þær einungis 335 (*Hagskinna. Sögulegar hagtölur um Ísland.*, 1997). Þá er þess einnig getið að hrossum fækkaði um 48%, nautgripum um 40% og sauðfé um 75% (Einar Laxnes, 1995). Tvisvar hefur stofninn talið færri en 100 dýr, fyrst á harðindaárunum 1882-1896 þegar stofninn fór niður í 8-80 dýr og aftur í 87 gripi árið 1962 (*Hagskinna* 1997). Þessi mikla fækkun frá 1930-1960 skýrist sennilega einkum af því að fyrsta mjólkursamlagið var stofnað 1929 og upp úr því varð minni þörf fyrir mjólkurgeitur. Eftir 1930 fóru bændur einnig að stækka túnin og hey urðu meiri og betri og því fjölgaði mjólkurkúm (Benjamín Sigvaldason, 1960). Niðurskurður vegna riðu og fjárskiptin höfðu líka áhrif til fækkunar. Þess er þó vert að geta að geitur voru líklega lengi vel vantaldar og tölur um fjölda þeirra því e.t.v. ekki mjög áreiðanlegar. Þannig voru geitur t.d. lengi vel taldar fram með sauðfé og ekki var skylda að telja geitur fram sérstaklega til skatts eða tíundar langt fram á 20. öld (Jón Torfason, 2002). Þessu til staðfestingar eru t.d. skráðar átta geitur árið 1888 en árið eftir eru þær taldar 55 en slík fjölgun er ómöguleg miðað við þekkingu okkar á frjósemi geitfjár (*Hagskinna. Sögulegar hagtölur um Ísland.*, 1997).

Erfðafjölbreytileiki er mikilvægur þáttur í búfjárbótum og grunnur að því að stofnar geti aðlagast sig að breyttum umhverfisaðstæðum og tekist á við smitsjúkdóma (Woolliams, o.fl., 2005). Litlir stofnar, eins og íslenski geitastofninn, sem eru lokaðir í lengri tíma eru berskjaldaðir fyrir breytingum. Meðal annars vegna þess að skyldleikarækt gerist hraðar í litlum stofnun þar sem æxlun skyldra einstaklinga er óhjákvæmileg (Falconer & Mackay, 1996). Skyldleikaræktin leiðir til minnkandi erfðafjölbreytileika og það er síðan utanaðkomandi álag sem ræður því hvort stofnar lifa af eða deyja út (Frankham o.fl., 2002; Woolliams o.fl., 2005).

Rannsóknir sýna að erfðafjölbreytileiki íslenska geitfjárstofnsins er mjög lítill og skyldleikarækt mikil. Meðalskyldleikarækt hefur aukist úr 26,0% í 31,5% á árunum frá 1994 til 2009. Virk stofnstærð (N_e) var metin innan við 10 gripir (Birna Kristín Baldursdóttir o.fl., 2012), en það er stærð sem metin er út

frá skyldleika og nota má til að meta stöðu stofna hvað varðar erfðafjölbreytileika. Er hún hér með því allra lægsta sem finnst hjá búfjárstofnum í heiminum. Við rannsóknina voru notuð bæði ættargögn og DNA greiningar. Miðað er við að virk stofnstærð þurfi að vera að minnsta kosti 100 dýr til að koma megi í veg fyrir skyldleikaræktarhignun og jafnframt að virk stofnstærð þurfi að vera 500-5000 dýr til að viðhalda erfðafjölbreytileika og aðlögunarhæfni til lengri tíma (Bijma, 2000; Meuwissen, 2009). Mælt er með að stofnar þurfi að telja á bilinu 4800-7200 kvendýr til að tryggja sjálfbærni til lengri tíma litið (FAO, 2015).



Mynd 1 Fjöldi ræktenda og fjöldi geitfjár árin 2006 til 2020.

STAÐA ÞEKkingAR

Riða er ólæknandi taugahrörnunarsjúkdómur og einkennist af skemmdum í taugakerfi sem verður vegna uppsöfnunar smitefnis í heila sjúklunga. Príon próteinið sem veldur sjúkdómnum hefur tekið á sig óeðlilega þrívíddarmynd og orðið smitandi (Stefanía Þorgeirsdóttir, 1999). Eðlilegt príonorótein PrP^C, sem er tjáð er af geninu *PRNP*, breytist í PrP^{Sc} (classical scrapie). Smithæfni PrP^{Sc} verður fyrir áhrifum af arfgerðum *PRNP*, en þær sýna mismunandi næmi fyrir riðu. Árið 1998 fannst í norskum mjólkurgeitum stökkbreyting *PRNP*^{Ter} (atypical scrapie) sem samkvæmt niðurstöðum rannsóknar (Benestad 2012; Salvesen ofl. 2020) gerir príon próteinið óvirkt, verið nefnt Nor98. Nor98 hefur fundist í flestum Evrópulöndum, Norður Ameríku, Canada og Nýja Sjálandi (Curcio o.fl., 2016). Í geitum hafa fundist breytileikar í *PRNP* geninu sem tengdir hafa verið við næmi fyrir riðu, sérstaklega hefur verið horft til breytileika D146, S146 og K222. Í nýlegri reglugerð Evópusambandsins um varnir og útrýmingu á TSE (transmissible spongiform encephalopathies) sjúkdómum hjá nautgripum, sauðfé og geitum er tekið tillit til næmi arfgerða fyrir hefðbundinni riðu þegar skera á niður. Þar kemur fram að val á gripum með verndandi arfgerðir geti verið áhrifarík aðferð í baráttunni gegn riðu og hreinn niðurskurður gripa án tillits til arfgerða geti haft neikvæð áhrif á erfðafjölbreytileika

búfjáarkynja sem eru viðkvæmir eða í útrýmingarhættu. Ræktendur geitfjáarkynja eru einnig hvattir til þess að miða ræktunaráætlanir sínar við gripi sem eru með verndandi arfgerðir. Reglugerð Evrópusambandsins byggir á öllum tiltækum niðurstöðum rannsókna á þessu sviði og nefndir eru breytileikar í þróuninun: K222, D146 og S146 sem verndandi (Regulation EU 2020/772). Rannsókn á ítölskum geitum leiddi í ljós að breytileikar D146 og S146 voru taldir mjög verndandi fyrir hefðbundinni riðu (af sama styrkleika og ARR hjá sauðfé, sem hefur fundist hér á landi í nokkrum kindum) en K222 var þó talin mest verndandi fyrir hefðbundinni riðu (Torricelli et.al. 2021).

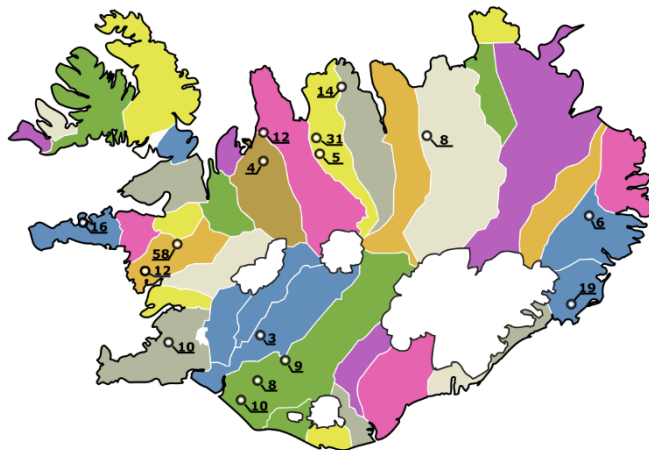
Haustið 2020 kom upp riða í Skagafirði sem gerði það að verkum að skera þurfti 38 geitur á bæ þar sem grunur var um riðusmit í sauðfé. Niðurstöður rannsókna á heilasýnum bæði sauðfjár og geitfjár á bænum sýndi að ekki var um smit að ræða, nema í einum hrút sem keyptur hafði verið frá bæ þar sem riða greindist. Það var því mikil blóðtaka fyrir lítinn stofn þegar skera þurfti niður svo stóra hjörð. Ekki hafa fundist heimildir um að riða hafi greinst í geitum á Íslandi. Í Evrópu hefur riða greinst í mörgum löndum og fyrsta skráða tilfellið var í Frakklandi 1942 (Curcio o.fl., 2016)

MARKMIÐ

Markmið þessa verkefnis var að auka þekkingu á erfðafræðilegri stöðu íslenska geitfjárstofnsins með rannsókn á arfgerðum sem tengjast næmi fyrir riðu. Mikilvægur þáttur í að sporna við þeirri miklu skyldleikarækt sem hrjáir stofninn er að nýta sæðingar og þá er mikilvægt að fyrir liggi arfgerð hafra m.t.t. til riðuarfgerða og næmi fyrir riðu. Auk þess er nauðsynlegt er að fá betri upplýsingar um „arfgerðarlandslagið“ í stofninum hvað næmi fyrir riðu varðar og kanna hvort hægt verði að haga varðveislustarfi með tilliti til þess.

NIÐURSTÖÐUR

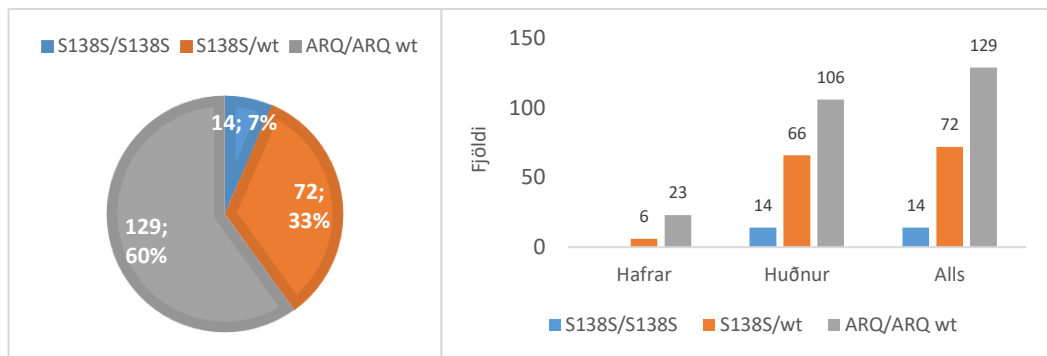
Haustið 2021 voru tekin 145 sýni á 10 bæjum í sjö sauðfjárveikivarnarhólfum. Þar af voru 5 sýni ónýt og 31 sýni var úr geitum sem lógað var vegna gruns um riðusmit í sauðfé á bænum. Alls voru því 140 sýni sem gáfu niðurstöður. Vorið 2022 voru tekin 80 sýni úr fimm varnarhólfum til viðbótar og gáfu 75 þeirra skýra niðurstöðu (Mynd 2). Sýni voru raðgreind í þýskalandi í samstarfi við Karólínu Elísabetardóttur í Hvammshlíð og Prof. Dr. Gesine Lühken í háskólanum í Gießen í Þýskalandi.



Mynd 2 Sýnatökustaðir og fjöldi sýna á hverjum bæ.

Ekki fannst breytileiki hjá þessum gripum sem talin er verndandi fyrir riðu. Aðeins fannst einn breytileiki S138S sem hefur ekki áhrif svo vitað sé, svokölluð þögl stökkbreyting (e. silent mutation). S138S fannst bæði á arfhreinu formi og arfblendnu, meiri hluti eða 60% sýndu ekki þessa stökkbreytingu og voru af svokallaðri villtri gerð ARQ/ARQ (e. wt, wild type).

Tekin voru sýni úr 11 varnarhólfum (Mynd 2) en geitur finnast í fleiri varnarhólfum og væri þá næsta skref að taka sýni úr þeim varnarhólfum sem uppá vantar. Nauðsynlegt er í framtíðinni að velja hafra á sæðingastöð sem hafa lítið eða ekkert næmi fyrir riðu sambærilegt við verklag á sauðfjársæðingastöðvum.



Mynd 3 Niðurstöður arfgerðargreiningar 215 gripa

Áframhaldandi rannsóknir eru nauðsynlegar á næmi íslenskra geita fyrir riðu. Til stendur að senda heilasýni úr þremur geitum með þær arfgerðir sem fundust í þessari rannsókn til rannsóknarstofu í Frakklandi. Þar verður gerð tilraun til að smita heilasýnin með riðu og kanna næmið.

HEIMILDIR

- Baldursdóttir, B.K. T. Kristjánsson og J. H. Hallsson 2012. Diversity of the Icelandic goat breed assessed using population data. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* 62:53-65
- Benestad S.L, Lars Austbø, Michael A Tranulis, Arild Espenes and Ingrid Olsaker (2012) Healthy goats naturally devoid of prion protein, *Veterinary Research*, 43:87
- Benjamín Sigvaldason (1960). Nokkur orð um geitur. *Freyr*, 56, 342–346.
- Bijma, P. (2000). *Long-term genetic contributions: Predictions of rates of inbreeding and genetic gain in selected populations*. [PhD]. Wageningen University.
- Birna Kristín Baldursdóttir, Albína Hulda Pálsdóttir og Jón Hallsteinn Hallsson 2017. Geitfé á Íslandi, uppruni, staða og framtíðarhorfur. *Skrína* 3. árg., grein nr. 2.
- Commission Regulation (EU) 2020/772 amending Annexes I, VII and VIII to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council as regards eradication measures for transmissible spongiform encephalopathies in goats and endangered breeds.
- Curcio L., Sebastiani C., Di Lorenzo P., Lasagna E. og Biagetti M. (2016). Review: A review on classical and atypical scrapie in caprine: Prion protein gene polymorphisms and their role in the disease. *Animal* 10:10 pp 1585-1593. doi:10.1017/S1751731116000653
- Einar Laxnes. (1995). *Íslandsaga: B. II. Vaka-Hegafell*.
- Falconer, D., & Mackay, T. (1996). *Introduction to quantitative Genetics (Fourth ed.)* (Longman).
- FAO. (2015). *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture* (FAO). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Frankham, R., Ballou, J., & Briscoe, D. (2002). *Introduction to Conservation Genetics* (Cambridge University Press).
- Hagskinna. Sögulegar hagtölur um Ísland*. (1997). Ritstjórar Guðmundur Jónsson og Magnús S. Magnússon Hagstofa Íslands [Bók og geisladiskur].
- Jón Torfason. (2002). *Melrakki*. Bókaútgáfan Hofi.
- Martina Torricelli et al. (2021) PRNP Polymorphisms in Eight Local Goat Populations/Breeds from Central and Southern Italy. *Animals*, 11,333. <https://doi.org/10.3390/ani11020333>
- Meuwissen, T. (2009). Genetic management of small population: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 59(2), 71–79.
- Pyndt O.P., Benedikt Kristjánsson, Páll Jónsson, & Kristinn Guðlaugsson. (1932). Um geitfé. *Búnaðarritið*.
- Salvesen Ø., Arild Espenes, Malin R. Reiten, Tram T. Vuong, Giulia Malachin, Linh Tran, Olivier Andréoletti, Ingrid Olsaker, Sylvie L. Benestad, Michael A. Tranulis and Cecilie Ersdal (2020) Goats naturally devoid of PrP^C are resistant to scrapie. *Veterinary Research* 51:1
- Stefanía Þorgeirsdóttir (1999). Arfgerðir þröngens og næmi fyrir riðu. *Ráðunautafundur 1999*, bls. 267-274.
- Stefán Aðalsteinsson. (1981). Origin and conservation of farm animal populations in Iceland. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 98(1–4), 258–264. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1981.tb00349.x>
- Sylvie L Benestad, Lars Austbø, Michael A Tranulis, Arild Espenes and Ingrid Olsaker (2012) Healthy goats naturally devoid of prion protein, *Veterinary Research*, 43:87
- Torricelli M. et al. (2021) PRNP Polymorphisms in Eight Local Goat Populations/Breeds from Central and Southern Italy. *Animals*, 11,333. <https://doi.org/10.3390/ani11020333>
- Salvesen Ø., Arild Espenes, Malin R. Reiten, Tram T. Vuong, Giulia Malachin, Linh Tran, Olivier Andréoletti, Ingrid Olsaker, Sylvie L. Benestad, Michael A. Tranulis and Cecilie Ersdal (2020) Goats naturally devoid of PrP^C are resistant to scrapie. *Veterinary Research* 51:1
- Woolliams, J, Berg, P, Mäki-Tanila, A, Meuwissen, T, & Fimland, E. (2005). *Sustainable Management of Animal Genetic Resources*. Nordisk Genbank Husdyr.