

Greinargerð um möguleika á ræktun fyrir riðuónæmi

Jón Hjalti Eiríksson og Egill Gautason

Deild Ræktunar og fæðu

Landbúnaðarháskóli Íslands



Samantekt

Hægt er að innleiða verndandi arfgerðir gagnvart riðusmiti á takmörkuðum svæðum þannig að eftir fimm ár verði yfir 80% ásetts fjár á mestu áhættusvæðunum arfblendið eða arfhreint fyrir verndandi samsætum og þar af leiðandi ólíklegt til að veikjast af riðu. Jafnframt því er mögulegt og skynsamlegt að auka verulega tíðni verndandi samsæta á öðrum riðusvæðum og í stofninum í heild. Til þess að þetta gangi þarf almennan áhuga bænda, fjármagn og afkastagetu til að greina arfgerð þrion ginsins í 15 til 40 þúsund fjár á ári næstu ár. Sé farið í verkefnið af fullum krafti áætluð við kostnað um og yfir 100 milljónir á ári næstu fjögur ár en svo minnkandi kostnað eftir það. Á móti koma hratt minnkandi líkur á að fara þurfi í stórfelldan niðurskurð.

Frekari fundur verndandi samsæta er ekki forsenda fyrir hraðri innleiðingu verndandi arfgerða á mestu áhættusvæði en myndi hjálpa til. Þess vegna mælum við með frekari leit á afmörkuðum svæðum en það er ekki forgangsatriði.

Við teljum ekki verulega hættu á að langtímahagsmunir sauðfjárræktar skaðist vegna hraðrar innleiðingar ARR samsætunnar. Til skamms tíma verða þó skaðleg áhrif af aukningu skyldleikaræktar og tapaðra erfðaframsvara.

Að okkar mati eru mikilvægar erfðaauðlindir eða erfðaframsvarir í íslenska sauðfjárstofninum ekki í hættu þó sauðfjárstofninn í Miðfjarðarhólfi útilokist frá sameiginlega ræktunarstarfinu.

Inngangur

Í þessari greinargerð reynum við að svara eftir okkar bestu vitneskju þessum spurningum Yfirdýralæknis:

„...greint verði hvernig hægt sé að nýta þessar arfgerðir í baráttunni gegn riðuveiki og hversu langan tíma það tæki að ná góðri útbreiðslu í sauðfjárstofni landsins.“

„... hvaða atriði þarf að huga að við aukningu í tíðni verndandi og hugsanlega verndandi arfgerða í stofninum sem geta haft áhrif á langtímahagsmuni sauðfjárræktar. Einnig væri æskilegt að fá mat á það hvaða áhrif það hefur á erfðaframsvarir í stofninum sem heild að Miðfjarðarhólf sé nú sýkt svæði með tilheyrandi takmörkunum á flutningi fjár á milli bæja. Að auki að leggja mat á hvaða þýðingu það hefur að efna til stórataks í arfgerðargreiningum núna í vor, við það verkefni að auka tíðni verndandi og hugsanlega verndandi arfgerða í stofninum sem heild.“

„Að framansögðu er óskað eftir að LbhÍ leggi mat sitt á möguleika útbreiðslu verndandi og hugsanlega verndandi arfgerða hér á landi sem einnig fæli í sér tímaramma sem full útbreiðsla gæti tekið á tilteknum landsvæðum, með forgangsútbreiðslu á þekktum riðusvæðum, svo sem miður Skagafjörður, Línakradalur og Miðfjarðarhólf. Næstu forgangslandsvæði yrðu Hreppa-, Skeiða- og Flóahólf, Vatnsneshólf, Húna- og Skagahólf og Tröllaskagahólf.“

Til þess að gera okkar greinargerð skýrari eru hér skýringar á nokkrum mikilvægum hugtökum úr erfðafræði sem hafa aðeins verið á reiki í umræðunni:

Gen/erfðavísir: Minnsta eining erfða, einn staður á erfðamenginu sem hefur áhrif á einhvern eiginleika, til dæmis sem skráir fyrir einu próteini. Príon genið er dæmi um gen. Allar kindur eru með príon genið, en með mismunandi samsætur þess og þar af leiðandi mismunandi arfgerðir.

Sæti: Erfðasæti, staður í erfðamenginu, til dæmis gen eða erfðamark sem hægt er að greina.

Samsæta: Mismunandi gerðir hvers gen eða sætis. Hver gripur er með tvær samsætur hvers gens, eina frá hverju foreldri. Dæmi um samsætur príon gensins eru ARR og AHQ.

Arfgerð: Hvaða tvær samsætur gripur er með í tilteknu sæti. Dæmi um arfgerð er ARR/AHQ og ARR/ARR (arfhrein ARR).

Arfgerðargreining/arfgreining: Almenn hugtak um að greina arfgerð fyrir eitt eða fleiri sæti í erfðamengi. Til dæmis að greina hvaða tvær samsætur kind hefur í príon geninu.

Raðgreining: Greining á öllum basapörum í erfðaefni á einhverju svæði erfðamengis lífveru eða erfðamenginu í heild.

Arfhreint: Einstaklingur er arfhreinn á ákveðnu sæti ef báðar samsætur þess eru eins.

Arfblendið: Einstaklingur er arfblendinn á ákveðnu sæti ef samsæturnar tvær í því sæti eru mismunandi.

Arfberi: Gripur sem er með minnst eitt eintak af tiltekinni samsætu.

Mögulegar ræktunar fyrir riðuónæmi

Fordæmi eru fyrir mikilli fækkun riðutilfella erlendis með vali fyrir verndandi arfgerðum með samsætunni sem auðkennd er ARR (EFSA 2014, Hagensaars o.fl. 2010). Með fundi samsætunnar í stofninum er mögulegt að gera slíkt hið sama hér á landi. Mjög lág tíðni ARR samsætunnar í stofninum gerir verkefnið þó erfiðara hér á landi en víða annarstaðar. Aftur á móti getur notkun sæðinga í sauðfjárrækt, öflugt skýrsluhald og víðtæk æternisskráning í íslenskri sauðfjárrækt hjálpað til við innleiðingu arfgerða hér á landi.

Í þessari greinargerð setjum við fram hugmyndir sem við teljum raunhæfar um hvernig má innleiða verndandi arfgerðir á helstu útbreiðslusvæði riðu hér á landi. Við teljum eðlilegt að þær aðgerðir verði gerðar í samhengi við áherslur á ræktun sem stefnir að riðuónæmi á landsvísu og því eru möguleikar fyrir stofninn í heild einnig ræddir. Þessi áætlun er ekki fullmótuð og hefur ekki verið finnstillt til að hámarka árangur og/eða lágmarka kostnað. Gerð slíkrar áætlunar krefst meiri vinnu en möguleg var við gerð þessarar greinargerðar. Sem stendur er verkefni í gangi hjá Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins (RML) sem kallast „Ræktun gegn riðu – hermírannsókn“ með aðkomu Landbúnaðarháskólans (LbhÍ). Þórdís Þórarinsdóttir er verkefnisstjóri. Verkefnið hefur það markmið að bera saman aðferðir við innleiðingu verndandi arfgerða í sauðfjárstofninn með tilliti til hraða innleiðingar, þörf fyrir arfgerðargreiningar, áhrifa á framför í öðrum eiginleikum og skyldleikaræktar sem af því hlýst. Í verkefninu er það gert með hermílikönnum í tölvu sem líkja eftir íslenska sauðfjárstofninum. Niðurstaðna um samanburð á mismunandi leiðum er að vænta í sumar. Þær hugmyndir sem eru settar fram hér ættu þó að gefa ágætis mynd af því hvað er mögulegt,

hver tímaramminn er og stærðargráðu á þörf á arfgerðargreiningum. Við byggjum hér að hluta til á vinnu við Ræktun gegn riðu verkefnið. Einnig byggjum við á tölum frá Eyþóri Einarssyni hjá RML og skýrsluhaldsgrunni sauðfjárræktarinnar.

Riðusvæði í fyrsta forgangi

Við setjum hér fram hugmynd að áætlun til hraðrar innleiðingar verndandi arfgerða á áherslusvæðum í fyrsta forgangi skv. erindi Yfirdýralæknis.

Miðað við niðurstöður fyrri leitar (Thorgeirsdóttir 1999, Eyþór Einarsson 2022) er ólíklegt að gripir með staðfestar verndandi arfgerðir, þ.e. með ARR samsætur, finnist á svæðum í fyrsta forgangi fyrir utan hrúta sem voru fluttir á svæðið í fyrra. Mögulega verndandi samsætur (t.d. T137) geta verið þar, en ólíklegt er að nægur fjöldi sé til að endurreisa sauðfjárbú á þeim séu gripir með allar aðrar arfgerðir skornir. Auk þess er mótstaða þeirra ekki full sönnuð og fyrir samsætur í lágri tíðni eru flestir arfberar arfblendnir. Hér setjum við því fram hugmynd að áætlun sem miðar einungis við innleiðingu ARR samsætunnar og setur sem upphafspunkt þekkta arfbera hennar.

Við gerum við ráð fyrir 27 þúsund ám á svæðunum sem eru í fyrsta forgangi. Aðrar forsendur eru að 400 lambhrútar arfblendnir fyrir ARR samsætunni geti komið til notkunar næsta vetur á þessu svæði, notkun sæðinga sé 15-20% næstu árin, nóg sé arfgreint af lömbum næstu ár þannig að tryggt sé að bæði ásettir hrútar og gimbrar sé með verndandi arfgerðir eins og hægt er, og að endurnýjun ærstofnsins sé hraðað nokkuð. Helstu niðurstöður eru í töflu 1.

Tafla 1. Mögulegur hraði innleiðingar verndandi arfgerða í ærstofninum á svæðum þar sem mest hættu er á riðu ásamt grófu mati á þörf á arfgerðargreiningum. Hlutfallstölur arfgerða eru fyrir ærnar á búinu á hverjum tíma.

Ár	Hlutfall arfhreinar ARR/ARR	Hlutfall arfblendnar ARR/-	Hlutfall án ARR	Fjöldi greininga
2023-2024	0%	0%	100%	14.000
2024-2025	0%	14%	86%	13.000
2025-2026	1%	38%	61%	24.000
2026-2027	5%	57%	37%	14.000
2027-2028	14%	68%	19%	4.000
2028-2029	25%	68%	7%	3.000
2029-2030	37%	61%	2%	3.000
2030-2031	49%	51%	0%	2.500
2031-2032	59%	41%	0%	2.000
2032-2033	68%	32%	0%	2.000

Miðað við þessar forsendur væri hægt að ná yfir 80% af ærstofninum arfblendnum eða arfhreinum fyrir ARR samsætuna veturinn 2027-2028. Erlendar niðurstöður hafa sýnt að líkur á riðu minnka hjá gripum með næmar arfgerðir við fjölgun gripa með verndandi arfgerðir í hjörðinni (Hagenaars o.fl. 2010) og að ekki þurfa allir gripir að vera arfhreindir fyrir verndandi samsætuna til að hjarðónæmi náist (Nodelijk o.fl. 2011). Við hvaða mark útbreiðsla verndandi arfgerða er næg til að koma í veg fyrir riðu er ekki vitað nákvæmlega og getur

verið mismunandi á milli hjarða. Eftir fimm til sjö ár ættu möguleikar á útbreiðslu riðu á þessum svæðum þó að vera orðnir litlir.

Hraði innleiðingar verndandi arfgerða, þar sem farið er í þær af fullum krafti og arfgerðargreining er ekki takmarkandi, ræðst að miklu leyti af endingu þeirra áa sem fyrir eru á búunum og bera ekki verndandi samsætur. Ending ána ræðst af því hversu hratt stofninn er endurnýjaður á hverju búi. Séu ærnar láttnar endurnýjast jafn hratt og algengast er á íslenskum sauðfjárbúum næst 80% markið á arfblendnum og arfhreinum tveimur árum síðar en hér er gert ráð fyrir, fyrst 2029-2030. Ef á hinn bóginn væri farið enn hraðar í að skera eldri ær en áætlunin gerir ráð fyrir gæti 80% markið náðst 2026-2027.

Til að þessi áætlun gangi upp þarf almenna þátttöku bænda á svæðinu. Von um að þurfa ekki að lóga gripum vegna riðu með breyttu verklagi gæti tryggt þann áhuga á svæðum þar sem miklar líkur eru á riðu. Auk þess ætti hratt minnkandi líkur á riðu að stuðla að áhuga. Bændur munu þurfa að breyta ræktunaráherslum og missa af erfðaframförum í öðrum eiginleikum. Nokkur kostnaður og tekjumissir er fólgin í því fyrir bændur að hraða endurnýjun ærstofnsins. Það eykur kostnað við uppeldi nýrra gripa og dregur úr framleiðslu og þar með tekjum búans.

Til þess að þessi áætlun gangi til hins ítrasta þarf í einhverjum tilfellum að fást leyfi til flutnings hrúta sem bera ARR samsætu, ef hin samsætan er ekki áhættusamsætan VRQ, inn á áherslusvæðin og á milli bæja innan þeirra. Þetta á sérstaklega við í haust þegar fjöldi hrúta með ARR samsætur er takmarkaður.

Áhætta er fólgin í því að óþekktum erfðagöllum verði dreift með ARR arfberunum. Ef slíkt kemur í ljós myndi það hægja á innleiðingunni. Á þessari stundu eru ekki vísbendingar um að svo sé en sérstaka prófun þyrfti til að geta útilokað þennan möguleika.

Líklegt er að innleiðingu af þessum krafti leiði til meiri aukningar skyldleikaræktar en ráðlegt er fyrir búfjárfstofna. Betra mat fæst á það þegar niðurstöður Ræktun gegn riðu verkefnisins liggja fyrir. Bráðabirgðaniðurstöðu benda til þess að skyldleikaræktaraukning verði vel innan marka ef hrútanotkun er dreift markvisst. Jafnframt teljum við mikla skyldleikarækt réttlætanagera þar sem aðeins um hluta stofnsins er að ræða og því mögulegt að sækja nýtt erfðaeefni frá öðrum svæðum þegar nægjanlegt riðuónæmi hefur byggst upp innan áherslusvæðanna. Jafnframt gerir þessi hugmynd að áætlun ráð fyrir að unnið sé gegn of mikilli skyldleikarækt með eftirfarandi aðgerðum:

1. Takmarka fjölda afkvæma hrúta, með því að nota þá aldrei nema eitt ár á hverju búi.
2. Sauðfjársæðingastöðvarnar bjóði upp á sæði úr mörgum hrútum með verndandi arfgerðir og reyna að fá hrúta af eins fjölbreyttum uppruna og mögulegt er.
3. Hrútar með verndandi arfgerðir geti flust á milli búa, bæði innan riðusvæða og inn í hólfi að einhverju marki. Þannig geti búin skipst á erfðaeefni.

Möguleikar fyrir riðusvæði í öðrum forgangi

Hér setjum við fram hugmyndir fyrir innleiðingu ARR samsætunnar í sauðfjárstofninn á riðusvæðum í öðrum forgangi. Við teljum ekki réttlætanagera að fara í jafn hraða innleiðingu og lýst er fyrir riðusvæði í fyrsta forgangi á stærra svæði vegna mikils kostnaðar við greiningar. Hér verða því ræddar hugmyndir að áætlun með hægari innleiðingu verndandi arfgerða. Fjórþjöldi í Hreppa-, Skeiða- og Flóahólfi, Vatnsneshólfi, Húna- og Skagahólfi og

Tröllaskagahólfi eru höfð til hliðsjónar, að frátöldum þeim kindum innan þessara hólfa sem eru á svæðum í fyrsta forgangi. Hér gerum við ráð fyrir 75 þúsund ásettum kindum á svæðinu. Aðeins er gert ráð fyrir að arfgerðargreina gimbrarlömb fyrstu árin, en stór hluti hrútlamba sem mögulega bera verndandi arfgerðir verði greindir og að hrútar á búunum verði uppfærðir í skrefum í aukna hlutdeild hrúta með ARR arfgerðir, fyrst arfblendna og síðar arfhreina. Gert er ráð fyrir að endurnýjunartíðni í ærstofninum sé það sama og landsmeðaltal.

Tafla 2. Mögulegur hraði innleiðingar verndandi arfgerða á svæðum í öðrum forgangi ásamt grófu mati á þörf á arfgerðargreiningum. Hlutfallstölur arfgerða eru fyrir ærstofninn á búunum á hverjum tíma.

Ár	Hlutfall arfhreinar ARR/ARR	Hlutfall arfblendnar ARR/-	Hlutfall án ARR	Fjöldi greininga
2023-2024	0%	0%	100%	5.500
2024-2025	0%	2%	98%	10.500
2025-2026	0%	6%	94%	5.500
2026-2027	0%	13%	87%	5.500
2027-2028	1%	19%	80%	5.500
2028-2029	1%	26%	73%	5.500
2029-2030	3%	36%	61%	5.500
2030-2031	6%	45%	48%	3.500
2031-2032	11%	53%	36%	3.500
2032-2033	17%	57%	26%	3.500

Miðað við þessar hugmyndir hækkar hlutfall verndandi arfgerða hægar en á svæðum í fyrsta forgangi. Eftir 10 ár eru yfir 70% áнна með arfgerðir með minnst einni ARR samsætu. Aftur á móti er minni þörf á arfgerðargreiningum, meira svigrúm til að koma í veg fyrir óhóflega skyldleikarækt og að velja fyrir öðrum eiginleikum í þessari áætlun samanborið við hugmyndirnar fyrir mestu áherslusvæðin. Einnig gæti nokkuð val fyrir minna næmum arfgerðum farið fram samhliða innleiðingu ARR sem stuðlar að ónæmi í stofninum. Hversu hratt árangur næst við að rækta upp riðuónæmi á þessu svæði ræðst trúlega að miklu leyti af áhuga bænda til þátttöku. Hugsanlega er minni og misjafnari áhugi meðal bænda á þessum svæðum en á mestu áherslusvæðunum. Sumir bændur gætu viljað ganga hraðar til verks en hér er gert ráð fyrir, en aðrir hægjar.

Stofninn í heild

Við teljum æskilegt að sauðfjárstofninn í landinu í heild stefni að riðuónæmi, enda gæti riðusmit leynst víðar en þekkt er á þessari stundu og reynslan sýnir að riðusmit berst milli svæða. Jafnframt styður aukin tíðni verndandi samsæta um allt land við innleiðinguna á áherslusvæðunum með því að framleiða kynbótahrúta til sölu og inn á sæðingastöðvarnar. Ljóst er að allnokkuð þarf að arfgerðargreina um land allt í viðbót við áherslusvæðin, einkum gripri sem mögulega bera verndandi eða mögulega verndandi samsætur, og ásetningshrúta. Ásettir hrútar á landinu eru um 6000 á ári samkvæmt sauðfjárskýrsluhaldi. Æskilegt er að notkun arfblendinna ARR og T137 hrúta utan forgangssvæða sé nokkur og að reynt sé að arfgerðargreina sem mest af þeim lömbum sem út úr því koma, að minnsta kosti fyrstu árin. Fjöldi lamba undan foreldrum sem eru arfblendnir fyrir ARR eða T137 getur verið kominn

yfir 100 þúsund árið 2025. Ekki verður þó ástæða til að greina öll þau lömb og stór hluti þeirra verður innan forgangssvæða. Við áætluðum að 2024 verði stór hlut lamba sem mögulega bera verndandi arfgerð arfgerðargreindur og einnig töluverður hluti árið 2025. Eftir það verði greiningar utan helstu riðusvæða einkum á ásettum hrútum og hrútum sem koma til greina til ásetnings. Með því væri hægt að útiloka hrúta sem bera VRQ samsætur og velja frekar hrúta sem bera verndandi samsætur. Við áætluðum utan riðusvæða þurfi um 15,000 greiningar hvort ár árin 2024 og 2025, og 10,000 á ári nokkur ár eftir það.

Það myndi styðja við innleiðingu verndandi arfgerða og draga úr áhættu við innleiðinguna ef sauðfjársæðingastöðvar bjóða upp sæði úr mörgum arfberum verndandi arfgerða og skipta þeim út hraðar en venja er með hrúta á stöðvunum. Rétt er að hvetja til þess. Því fylgir trúlega kostnaður umfram raunhæfar tekjur af sæðissölu sem þyrfti að koma til móts við.

Gildi mögulega verndandi arfgerða og lítið næmra arfgerða

Í þeim hugmyndum að áætlunum fyrir forgangsvæði sem eru útlistaðar hér að ofan er aðeins gert ráð fyrir innleiðingu ARR samsætunnar byggt á þekktum uppruna hennar. Sannað riðuónæmi kinda með aðrar arfgerðir eða frekari fundur ARR arfbera er því ekki forsenda hraðrar uppbyggingar riðuónæmis fyrir forgangssvæði. Frekari fundur ARR arfbera og/eða sönnun á verndandi virkni fleiri arfgerða myndi þó auðvelda verkið og draga úr áhættu því tengdu. Það er einkum vegna þess að flestir þeir ARR arfberar sem hafa uppgötvast eru skyldir innbyrðis. Ef fleiri ARR arfberar finnast, óskyldir þeim sem fundust í Þernunesi, er hægt að draga úr þeirri áhættu sem felst í mikilli notkun á fáum skyldum gripum.

Riðuónæmi fjár með arfgerðir með T137 samsætunni er til rannsóknar, en sýnt hefur verið fram á að hún verndi kindur á Ítalíu gegn riðu (Vaccari o.fl. 2007, 2009). Hún er því talin mögulega verndandi. Sannist verndandi áhrif T137 getur val fyrir henni farið fram líkt og val fyrir ARR samsætunni og þannig breikkað erfðagrunninn verulega fyrir verndandi samsætur. Þrátt fyrir að þær niðurstöður liggi ekki fyrir er rétt að stuðla að fjölgun fjár sem ber T137 samsætuna. Samsætunna sem eru táknaðar með C151 og N138 eru líka til rannsóknar sem mögulega lítið næmar eða verndandi. Styðji frekari gögn verndargildi þeirra er sjálfsagt að stuðla að fjölgun þeirra.

Minnkað næmi arfgerða með AHQ samsætunni samanborið við algengustu arfgerðina ARQ/ARQ er vel þekkt (Thorgeirsdóttir o.fl. 1999, Goldmann 2008). Arfgerðir með AHQ samsætu fundust í 14,3 % fjár í átaksverkefni í arfgerðargreiningum (Eypór Einarsson, 2022). AHQ samsætan er þess vegna útbreiddasta lítið næma eða verndandi samsætan og því tækifæri til að fjölga henni hratt án þeirrar skyldleikaræktar sem fylgir hraðri útbreiðslu ARR. Sama á við ef fleiri samsætur reynast draga úr riðunæmi. Auknar líkur á riðu sem fylgja arfgerðum með VRQ samsætuna er vel þekkt (Goldmann 2008, EFSA 2014). Áfram ætti að stuðla að útrýmingu hennar með vali. Aukinn þungi í arfgerðargreiningum við leit og val fyrir verndandi samsætum getur stutt við það. Jafnframt nýtast niðurstöður þeirra greininga til að fjölga AHQ og T137, og C151 og N138 ef rannsóknir benda til þess að þær hafi verndandi áhrif. Öll mótstaða við riðusmiti gerir sjúkdómnum erfiðara fyrir að dreifast og dregur úr líkum á að kindur veikist og stuðlar þannig að hjarðónæmi. Skipuleg notkun annarra samsæta en ARR til að ná upp hjarðónæmi gagnvart riðu er aftur á móti flóknari í skipulagningu en að nota einungis ARR, og erlend fordæmi eru ekki til staðar.

Við teljum ekki rétt að stefna að því allur stofninn sé arfhreinn ARR/ARR til að viðhalda erfðafjölbreytileika og svo stofninn geti brugðist við ef t.d. koma fram nýir riðustofnar sem verka öðruvísi á mismunandi arfgerðir en sú riða sem er hér á landi í dag (sjá t.d. Nodelijk o.fl. 2011). Tíðni VRQ og ARQ samsæta er of há. Stefna ætti að útrýmingu VRQ samsætunnar og mjög lágrí tíðni ARQ.

Átak í erfðagreiningum (í vor)

Fagråd í sauðfjárrækt hefur ákveðið að forgangsraða greiningum á afkvæmum arfblendinna ARR og T137 hrúta og niðurgreiðir greiningar á þeim gripum í vor (Eyþór Einarsson 2023). Við erum sammála þeirri forgangs röðun. Eyþór Einarsson hjá RML hefur metið, byggt á notkun hrúta sem eru arfblendnir fyrir ARR og T137 samsætunni, að þar sé um nálægt 5000 gripi að ræða.

Það er mikilvægt að gera greinarmun á arfgreiningum sem hafa tvenns konar tilgang, annarsvegar athugun á arfgerð afkvæma arfblendinna gripa eins og lýst hefur verið hér að ofan og hins vegar leit að verndandi samsætum. Tekin hafa verið sýni úr um þriðjungi sauðfjárbúa og um 7% sauðfjástofnsins (Eyþór Einarsson, 2022). Sýnatakan var ekki jafndreifð um landið. Eftir þessa leit og byggt á þekktri ræktunarsögu stofnsins teljum við lítið gagn af frekari leit að verndandi arfgerð í stærstum hluta stofnsins. Aftur á móti, byggt á samtölum við Vilhjálmm Svansson hjá Tilraunastöð HÍ í meinafræði á Keldum og Eyþór Einarsson hjá RML teljum við gagnlegt að fara í frekari leit að verndandi samsætum á afmörkuðum svæðum. Sú leit tæki þá sérstaklega til bæja á Austurlandi og hugsanlega Vestfjörðum þar sem fé hefur ekki verið skorið niður í fjárskurði síðustu áratuga og árhundraða. Við leggjum til að allt að 15.000 kindur verði arfgerðargreindar í þessu sjónarmiði. Ekki liggur á þessari leit þannig að áriðandi sé að fara í það í vor, en kostur að það verði ekki seinna en næsta haust eða vetur. Helsti ávinningurinn af því að finna fleiri einstaklinga með verndandi eða mögulega verndandi samsætur er að það dregur úr áhættu af völdum skyldleikaræktar ef fleiri óskyldir gripir finnast með samsætuna. Þá er hugsanlega hægt að ná meiri erfðaframmförum samhliða vali fyrir ARR, ef samsætunnar finnast á fleiri búum sem hafa náð langt í kynbótastarfi.

Áhrif á langtímahagsmuni sauðfjárræktar

Spurt var um hvað þurfi að hafa í huga sem gæti haft áhrif á langtímahagsmuni sauðfjárræktar. Við teljum að það þurfi einkum að huga að erfðaframmförum, aukningu skyldleikaræktar og erfðabreytileika.

Óhjákvæmilegt er að innleiðing verndandi arfgerða í sauðfjástofninn dragi úr erfðaframmför fyrir aðra eiginleika á meðan mesta áherslan er á riðuónæmi. Fyrir stóran hluta af stofninum verður þó hægt að velja nokkuð fyrir öðrum eiginleikum samhliða vali fyrir vali fyrir verndandi arfgerðum.

Skyldleikarækt hefur ýmiss konar skaðleg áhrif á dýrastofna. Það eru einkum fjögur atriði sem við teljum að þurfi að hafa í huga varðandi skyldleikarækt þegar kynbætt er fyrir riðuónæmi. Í fyrsta lagi veldur skyldleikarækt auknum arfhreinindum sem veldur tjáningu víkjandi erfðagalla. Í öðru lagi dregur skyldleikarækt úr frammistöðu í mikilvægum eiginleikum búfjár, fyrirbæri sem kallast skyldleikaræktarhignun. Í þriðja lagi getur mikil notkun á fáum gripum valdið dreifingu erfðagalla. Í fjórða lagi dregur skyldleikarækt úr

erfðabreytileika. Minnkaður erfðabreytileiki dregur úr getu stofna til að bregðast við áföllum og dregur úr möguleikum til kynbóta til framtíðar.

Nokkuð hefur verið rætt um áhrif þess á erfðabreytileika að fjölga ARR samsætunni mjög hratt í stofninum. Annars vegar varðandi erfðabreytileika sem tapast við niðurskurð, og hins vegar þann erfðabreytileika sem tapast við innleiðingu ARR arfgerðar.

Afar fáir einstaklingar hafa fundist sem eru arfberar fyrir ARR samsætuna. Þeir eru allir frá bænum Þernunesi, og flestir skyldir innbyrðis. Þar af leiðandi munu arfhreinir ARR gripir óhjákvæmilega vera skyldleikaræktaðir að nokkru marki. Séu víkjandi erfðagallar eða banagen til staðar í ARR gripunum er hætt við að þeir nái mikilli útbreiðslu. Það er því mikilvægt að fylgjast með þeim gripum sem koma úr pörum skyldra ARR gripa og jafnvel gera skipulegar þannir mikið skyldra gripa, t.d. föður-dóttur þannir, til að ganga úr skugga um að ekki séu erfðagallar til staðar.

Ráðunautar RML hafa boðið upp á pörunarátlanir fyrir bændur sem miða að því að lágmarka pörum skyldra gripa. Rétt er að hvetja til notkun slíks þar sem unnið er hratt að innleiðingu ARR. Pörunarátlanir hafa ekki mikil áhrif á erfðabreytileika í stofninum en þær má nýta til að draga úr skyldleikaræktarhignun og tjáningu erfðagalla innan bús.

Hvað varðar áhrif aukinnar skyldleikaræktar á erfðabreytileika stofnsins í heild sinni er munur á því hvort um er að ræða hraða innleiðingu á ARR í allan stofninn eða hluta stofnsins. Almenn gildir það að aukning skyldleikaræktar dregur úr erfðabreytileika. Hröð aukning skyldleikaræktar á áhættusvæðum mun draga úr erfðabreytileika í þeim hluta stofnsins. Það er ekki vandamál til framtíðar ef hægt verður að flytja óskilt erfðaefni inn á áhættusvæðin frá öðrum svæðum. Öðru máli gildir færa ætti ARR samsætuna inn í allan eða mestallan íslenska sauðfjárstofninn. Ef það væri gert mjög hratt eru líkur á umtalsverðu tapi á erfðabreytileika.

Aðgerðir og kostnaður

Eins og sést í töflum 1 og 2 er þörf fyrir umfangsmiklar greiningar á arfgerð þrion gensins á næstu árum til að ná skjótum árangri í innleiðingunni. Í töflu 3 er samantekinn fjöldi arfgerðargreininga þrion gensins miðað við þær hugmyndir sem reifaðar eru í þessari greinargerð.

Þau ár sem mest þarf að greina er gert ráð fyrir meiri greiningum en áður hafa verið gerðar árlega hér á landi. Tryggja þarf að næg afkastageta sé til staðar. Miðað við 3000 króna greiningarkostnað fyrir hverja kind verður greiningarkostnaður 567 miljónir samtals á næstu 7 árum. Verkefnið mun taka lengri tíma en það, en minnkar trúlega að umfangi með tímanum. Við bendum á að bændur hafa ekki burði til að fjármagna allar þær arfgreiningar sem þarf og mikill kostnaður gæti dregið verulega úr almennri þátttöku í verkefninu. Þess vegna teljum við nauðsynlegt að fjármagn til arfgerðargreininga komi úr sameiginlegum sjóðum.

Við bendum jafnframt á að fleiri þættir skapa kostnað við að koma upp riðuónæmum sauðfjárstofni. Fyrir bændur sem fara hraðast í innleiðingu verður allnokkur kostnaður af hraðari endurnýjun ærstofnsins, vegna kaupa á hrútum frá öðrum bæjum og neikvæð áhrif á val fyrir öðrum eiginleikum. Fyrir sameiginlega ræktunarstarfið getur kostnaður sauðfjársæðingastöðvanna aukist eins og fyrr var rakið. Einnig þarf að tryggja fjármögnun fyrir frekari rannsóknir, skipulagningu og ráðgjöf til að bændur hafi gott aðgengi að réttum upplýsingum til að hrinda því sem hér er lagt til í framkvæmd. Við höfum ekki forsendur fyrir

mati á kostnaði við þessa þætti en grófar hugmyndir eru listaðar sem annar kostnaður í töflu 3. Miðað við þær forsendur verður heildarkostnaður fyrir næstu 7 ár um 608 milljónir en mikil óvissa er um þá tölu.

Á móti þessum kostnaði koma hratt minnkandi líkur á að fara þurfi í umfangsmikla niðurskurði á heilum hjörðum sem getur haft með sér mikinn kostnað fyrir hið opinbera og bændur.

Tafla 3 Áætluð þörf á arfgerðargreiningum til hraðrar innleiðingar verndandi arfgerða í íslenska sauðfjárstofninn auk grófrar kostnaðaráætlunar.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Svæði í fyrsta forgangi	2.000	14.000	13.000	24.000	14.000	4.000	4.000
Svæði í öðrum forgangi	1.500	5.500	10.500	5.500	5.500	5.500	5.500
Önnur svæði	1.500	15.000	15.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Leitarátak	15.000	0	0	0	0	0	0
Samtals grein.	20.000	34.500	38.500	37.500	29.500	19.500	19.500
Greiningar kost. (millj)*	45	103,5	106,5	112,5	82,5	58,5	58,5
Annar kost. (millj)	10	10	7	5	5	2	2
Samtals (millj)	55	113,5	113,5	117,5	87,5	60,5	60,5

*Miðað við 3000 kr. hverja kind

Mikilvægi Miðfjarðarhólfs

Miðfjarðarhólf stendur framarlega í ræktun á helstu eiginleikum sem eru kynbættir í íslenska sauðfjárstofninum. Þú á svæðinu hafa tekið þátt í sameiginlega ræktunarstarfinu bæði með notkun sæðinga og með því að leggja til hrúta á stöð. Á síðustu árum hafa til dæmis að jafnaði verið 5-7 hrútar á sæðingastöðvum frá bæjum í hólfinu. Það að þau detti alveg úr ræktunarstarfinu mun draga úr framförum á landsvísu þar sem minna verður af hrútum að velja úr. Aftur á móti eru ekki líkur á að einhverjir sérstakir eiginleikar séu í hættu þó núverandi stofn viki né heldur eru einhverjar sérstakar og mikilvægar erfðauðlindir í hættu. Mikilvægi fjár í Miðfjarðarhólfi fyrir sauðfjarrækt í landinu teljum við því ekki atriði sem þarf að taka sérstakt tillit til við áætlanagerð í riðuvörnum.

Heimildir

EFSA. (2014). Scientific Opinion on the scrapie situation in the EU after 10 years of monitoring and control in sheep and goats. EFSA Journal, 12(7), 3781.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3781>

Eyþór Einarsson 2022. Uppgjör átaksvæðingarsins og árangur leitar að verndandi arfgerðum. Bls. 54-55 í Guðmundur Jóhannesson (ritstj.), Hrútaskrá 2022-2023.

Goldmann, W. (2008). PrP genetics in ruminant transmissible spongiform encephalopathies. Veterinary Research, 39(4), 1–14. <https://doi.org/10.1051/vetres:2008010>

Hagenaars, T. J., Melchior, M. B., Bossers, A., Davidse, A., Engel, B., & van Zijderveld, F. G. (2010). Scrapie prevalence in sheep of susceptible genotype is declining in a

population subject to breeding for resistance. BMC Veterinary Research, 6, 25.
<https://doi.org/10.1186/1746-6148-6-25>

Nodelijk, G., van Roermund, H.J.W., van Keulen, L.J.M., Engel, B., Vellema, P., & Hagenaars, T.J. (2011). Breeding with resistant rams leads to rapid control of classical scrapie in affected sheep flocks. *Veterinary Research* 42:5.

Eyþór Einarsson 2023. Arfgerðargreiningar lamba vorið 2023. Vefur RML, sótt 19. apríl 2023 á <https://www.rml.is/is/starfsemi/frettir/arfgerdargreiningar-lamba-vorid-2023>

Thorgeirsdóttir, S., Sigurdarson, S., Thorisson, H. M., Georgsson, G., & Palsdóttir, A. Y. (1999). PrP gene polymorphism and natural scrapie in Icelandic sheep. *Journal of General Virology*, 80(9), 2527–2534. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-80-9-2527>

Vaccari, G., D'Agostino, C., Nonno, R., Rosone, F., Conte, M., Di Bari, M. A., Chiappini, B., Esposito, E., De Grossi, L., Giordani, F., Marcon, S., Morelli, L., Borroni, R., & Agrimi, U. (2007). Prion Protein Alleles Showing a Protective Effect on the Susceptibility of Sheep to Scrapie and Bovine Spongiform Encephalopathy. *Journal of Virology*, 81(13), 7306–7309. <https://doi.org/10.1128/JVI.02880-06>

Vaccari, G., Scavia, G., Sala, M., Cosseddu, G., Chiappini, B., Conte, M., Esposito, E., Lorenzetti, R., Perfetti, G., Marconi, P., Scholl, F., Barbaro, K., Bella, A., Nonno, R., & Agrimi, U. (2009). Protective effect of the AT₁₃₇RQ and ARQK₁₇₆ PrP allele against classical scrapie in Sarda breed sheep. *Veterinary Research*, 40(3), 1–11. <https://doi.org/10.1051/vetres/2009002>