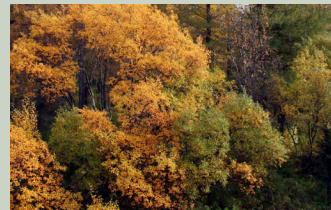
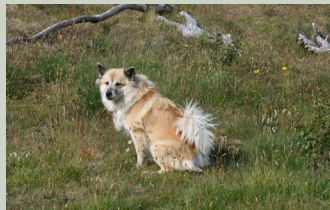
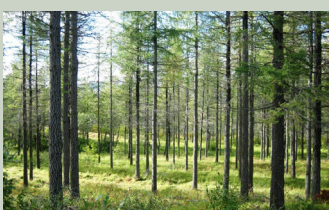
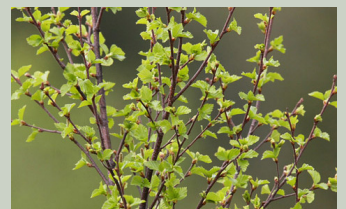


LANDSÁÆTLUN ERFÐANEFNDAR LANDBÚNAÐARINS



VARÐVEISLA ERFÐAAUÐLINDA Í ÍSLENSKRI NÁTTÚRU OG LANDBÚNAÐI



2024 – 2028

Erfðanefnd Landbúnaðarins 2024©

Ritstjóri: Birna Kristín Baldursdóttir, Erfðalindasetur Landbúnaðarháskóla Íslands.

birna@lbhi.is

Þakkir: Eigenda- og ræktendafélag landnámsþænsna, Samson B. Harðarson og Ingólfur Guðnason fyrir faglega aðstoð.

Hönnun forsíðu og baksíðu: Rósa Björk Jónsdóttir

Uppsetning: Þórunn Edda Bjarnadóttir

EFNISYFIRLIT

ERFDANEFND LANDBÚNAÐARINS	IV
FORMÁLI.....	V
HUGTAKALISTI	VI
INNGANGUR.....	1
STJÓRNTÆKI OG ERFÐAAUÐLINDIR	3
Erfðanefnd landbúnaðarins	3
Málsaðilar búfjárræktar.....	3
Norræn miðstöð erfðaaauðlinda - NordGen	4
Evrópskt og alþjóðlegt samstarf.....	4
NYTJAJURTIR.....	6
Fóður- og landgræðslujurtir	7
Varðveisla <i>ex situ</i>	8
Varðveisla <i>in situ</i>	8
Mat- og lækningajurtir	10
Varðveisla <i>ex situ</i>	12
Varðveisla <i>in situ</i>	12
TRJÁTEGUNDIR	14
Varðveisla <i>ex situ</i>	18
Varðveisla <i>in situ</i>	18
GARÐ- OG LANDSLAGSPLÖNTUR.....	20
Varðveisla <i>In situ</i>	21
Varðveisla <i>Ex situ</i>	21
BÚFÉ.....	23
Mat á varðveislugildi	23
Leiðir til varðveislu	24
NAUTGRIPIR (Bos taurus).....	27
SAUÐFÉ (Ovis aries)	31
FORYSTUFÉ.....	34
HROSS (Equus ferus caballus).....	37
GEITUR (Capra aegagrus hircus).....	40
HÆNSN (Gallus gallus domesticus)	45
HUNDAR (Canis lupus familiaris).....	48
FERSKVATNSFISKAR.....	50
Ferskvatnsfiskar á Íslandi	50
Nýting og vernd villtra stofna	51
Eldi á ferskvatnsfiskum	55
FRAMKVÆMD OG EFTIRFYLGNI	57
HEIMILDIR.....	58
VERKEFNI SEM ERFÐANEFND LANDBÚNAÐARINS HEFUR STYRKT	68

ERFÐANEFND LANDBÚNAÐARINS

Nefndarmenn

Árni Bragason, formaður, skipaður af Matvælaráðuneytinu, (arni.bragason@gmail.com)

Brynja Hrafnkelsdóttir, tilnefnd af Landi og skógi (brynja.hrafnkelsdottir@landogskogur.is)

Ólöf Ósk Guðmundsson, tilnefnd af Landbúnaðarháskóla Íslands (olofosk@lbhi.is)

Birna Kristín Baldursdóttir, tilnefnd af Landbúnaðarháskóla Íslands (birna@lbhi.is)

Pawel Wasowicz, tilnefndur af Náttúrufræðistofnun Íslands (pawel.wasowicz@ni.is)

Leó Alexander Guðmundsson, tilnefndur af Hafrannsóknarstofnun

(leo.alexander.gudmundsson@hafogvatn.is).

Þorvaldur Kristjánsson, tilnefndur af Bændasamtökum Íslands (thorvaldur@holt.is).

Varamenn (í sömu röð)

Freydís Vigfúsdóttir, skipuð af Matvælaráðuneytinu, (freydis.vigfusdottir@mar.is)

Aðalsteinn Sigurgeirsson, tilnefndur af Landi og skógi (adalsteinn.sigurgeirsson@landogskogur.is).

Jón Hjalti Eiríksson, tilnefndur af Landbúnaðarháskóla Íslands, (jonhjalti@lbhi.is)

Hrannar Smári Hilmarsson, tilnefndur af Landbúnaðarháskóla Íslands, (hrannar@lbhi.is)

Járngerður Grétarsdóttir, tilnefnd af Náttúrufræðistofnun Íslands, (jarngerdur@ni.is)

Jóhannes Guðbrandsson, tilnefndur af Hafrannsóknarstofnun (johannes.gudbrandsson@hafogvatn.is)

Sigurborg Hanna Sigurðardóttir, tilnefnd af Bændasamtökum Íslands, (s.hanna@lbhi.is)

Nefndin var skipuð þann 1. mars 2023 til þriggja ára.

FORMÁLI

Landsáætlun erfðanefndar landbúnaðarins 2024 -2028 er fjórða áætlun nefndarinnar.

Starf erfðanefndarinnar er skilgreint í 16. grein búnaðarlaga nr. 70/ 1998 og 5. gr. laga um innflutning dýra nr. 54/1990. Um starf nefndarinnar gildir reglugerð 151/2005 um varðveislu og nýtingu erfðaauðlinda í landbúnaði. Reglugerðin er sett með skírskotun til samnings Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni. Samkvæmt ákvæðum samningsins skuldbinda þjóðir heimsins sig til að vernda og viðhalda erfðaauðlindum, bæði í villtum og ræktuðum tegundum. Litið er á líffræðilega fjölbreytni sem sameiginlega auðlind alls mannkyns. Jafnframt er lögð áhersla á umráðarétt þjóða yfir eigin erfðaauðlindum og þar með ábyrgð á verndun þeirra.

Með Landsáætlun er mótuð stefna erfðanefndar um varðveislu og sjálfbæra nýting erfðaauðlinda í landbúnaði. Landsáætlunin er byggð á fyrri áætlun að mjög miklu leyti en einstakir kaflar hafa verið endurskrifaðir og uppfærðir eftir því sem við á. Leitað hefur verið til einstaklinga og stofnana um hugmyndir og endurskrift texta. Erfðanefnd þakkar þeim fjölmörgu sem lagt hafa nefndinni lið við verkið.

Landsáætlunin nær yfir nytjaplöntur, skóg, búfé og ferskvatnsfiska. Íslensku búfjárkynin hafa sérstöðu og þau eru því áberandi í áætluninni en einnig eru aðrar tegundir og/eða stofnar sem gæta þarf að.

Varðveisla erfðafjölbreytni og sjálfbær nýting erfðaauðlinda eru lykilatriði varðandi framtíð matvælaframleiðslu. Erfðabreytileiki er undirstaða þess að hægt sé að stunda árangursríkar kynbætur til að aðlaga nytjategundir að breyttu loftslagi og umhverfisaðstæðum.

Töluvert hefur áunnist frá því að síðasta landsáætlun var sett fram. Nefndin hefur styrkt fjölmörg verkefni svo sem rannsóknir á riðu, blæösp, bleikju, forystufé og genbanka fyrir sæðingahrúta. Íslenskum geitum fjölgar og nýting afurða af geitum eykst. Íslenskt forystufé hefur verið skilgreint sem sérstakt sauðfjárkyn en því fjölgar því miður hægt. Erfðanefnd hefur einnig látið sig varða verndun villtra laxastofna í ám í ljósi aukningar á laxeldi í sjó.

Erfðalindasetur Landbúnaðarháskóla Íslands sinnir margvíslegum verkefnum í umboði erfðanefndar. Erfðanefnd þakkar Birnu Kristínu Baldursdóttur, starfsmanni Erfðalindaseturs, sérstaklega fyrir að halda utan um starf nefndarinnar og fyrir að hafa umsjón með gerð landsáætlunar 2024-2028.

Febrúar 2024

Árni Bragason, formaður erfðanefndar landbúnaðarins.

HUGTAKALISTI

Aðlögun (adaptation): Þróunarfræðileg breyting á lífveru sem gerir hana hæfari til að lifa af í tilteknu umhverfi.

Afbrigði (variety): Flokkunareining lífvera fyrir neðan undirtegund. Afbrigði plantna eru yfirleitt afleiðing einhvers konar kynbóta og víkja einungis að litlu leyti frá foreldrahópnum.

Arfblendinn (heterozygous): Á við þegar tvílitna lífvera hefur ólík eintök af tilteknu geni eða genum á samstæðum litningum sínum.

Arfgerð (genotype): Skilgreining á erfðavísunum sem lífvera býr yfir með tilliti til ákveðins eiginleika.

Arfgerðargreining (genotyping): Greining á breytileika í þekktum kennileitum á litningum.

Arfhreinn (homozygous): Á við þegar tvílitna lífvera hefur eins eintök af tilteknu geni eða genum á samstæðum litningum sínum.

Búfjarkyn (animal breed): Hópur með ákveðin ytri einkenni sem hægt er að greina frá öðrum hópum sömu tegundar eða staðbundinn hópur sem fengið hefur viðurkenningu á sérstöðu sinni.

Einblendingsrækt (single hybrid breeding): Ræktun blendinga þar sem hreinræktaðir foreldrar koma úr sínu búfjarkyninu hvort.

Einkirnafjölbrigðni (single nucleotide polymorphism, SNP): Breytileiki milli einstaklinga í einu kirni í erfðaeftinu. Má nota sem erfðamörk í kortlagningu gena. Margar stökkbreytingar sem hafa áhrif á svipgerð einstaklinga eru aðeins í einu kirni og eru því einkirnafjölbrigðni.

Erfðablöndun (genetic mixing): Stofnar sem eru erfðafraeðilega aðgreindir frá öðrum stofnum blandast framandi stofnum.

Erfðafjarlægð (genetic distance): Reiknuð fjarlægð milli erfðahópa eða tegunda oftast út frá samanburði á tíðni samsætna í tilteknum erfðamörkum.

Erfðafjölbreytni (genetic diversity): Erfðabreytileiki innan tegunda sem er ýmist mældur út frá svipgerð eða með aðferðum sameindalífraeðinnar, annað hvort með því að ákvarða hlutfall gena sem búa yfir fjölbrigðni eða með fjölda arfblendinna einstaklinga í tilteknum stofni.

Erfðaframlag (genetic contribution): Hlutfall erfðavísa (gena) í stofni sem eru upphaflega komnir frá einum forföður eða - móður.

Erfðahópur (population): Hópur lífvera sömu tegundar á afmörkuðu svæði sem venjulega æxlast innbyrðis, venslahópur (samheiti við stofn).

Erfðamengi (genome): Einlitna erfðaefti frumu. Líkamsfrumur dýra og plantna eru yfirleitt tvílitna, með tvö erfðamengi, en kynfrumur einlitna.

Erfðamengjaúrval (genomic selection): Val ræktunargripa á grunni erfðamengis.

Erfðamörk (genetic markers): Þekktir staðir í erfðamengi sem búa yfir einhverskonar fjölbrigðni.

Erfðavísir/gen (gene): Starfseining á litningi lífveru sem hefur ákveðin áhrif á svipgerð einstaklings.

Ex situ varðveisla (ex situ conservation): Varðveisla erfðaaufkinda utan náttúrulegra heimkynna t.d. í genbanka.

Fjölbrigðni (polymorphism): Notað yfir gen þegar þekktar eru tvær eða fleiri samsætur og þegar tíðni tveggja eða fleiri samsætna er hærra en 2%.

Genbanki (Cryobank): Aðstaða þar sem safnað er saman og geymt í fljótandi köfnunarefni erfðaeftni sem hægt er að nota til æxlunar: sæði, egg, fósturvísar.

Gensæti (locus): Sæti gens á litningi.

In situ varðveisla (in situ conservation): varðveisla erfðaaufkinda í náttúrulegum heimkynnum eða á upprunalegum vaxtastað.

Kirni (nucleotide): Byggingareining kjarnsýru-sameindar gerð úr sykru, fosfati og niturbasa.

Kjörerfðafamlagaúrval (optimal contribution selection): Aðferð við kynbætur sem hámarkar erfðafamlagar á sama tíma og aukningu í skyldleikarækt er haldið innan ákveðinna marka.

Klón (clone): Einstaklingur sem fjölgað hefur verið kynlaust og er með sömu arfgerð og foreldrið.

Kvæmi, staðbrigði (ecotype): Afbrigði tegundar sem hefur aðlagast sérstöku, oft einangruðu búsvæði.

Landsstofn (landrace): Búfé eða ræktarplöntur sem eru aðlagðar því umhverfi eða búsvæðum/búskap sem þær lifa við. Landsstofn varð til fyrir daga vísindalegra kynbóta með meðvitunni vali mannsins á ólíkum svipgerðum, tilviljanakenndu genaflokti og ekki síst náttúruúrvali, og býr yfirleitt yfir mikilli erfðafjölbreytni.

Ræktunarhópur (breeding group): Afmarkaður stofn búfjárkyns sem er ræktaður án reglulegrar innblöndunar gripa utan hópsins.

Samsætur (alleles): Mismunandi form af sama geni.

Samnyttja kyn (compatible breeds): Búfjárstofnar sem eru haldnir við svipaðar aðstæður og gefa af sér líkar afurðir.

Setröð (haplotype): Einkennandi röð samsætna á einstökum litningi sem haldast saman í stofninum vegna nálægðar sinnar á litningnum, landnemaáhrifa eða náttúruvals.

Skyldleikaræktarhnignun (inbreeding depression): Hnignun eiginleika sem tengjast lífsþrótti vegna minnkandi arfblandni af völdum skyldleikaræktar.

Skyldleikatengsl (genetic kinship): Reiknaður skyldleiki milli stofna eða tegunda sem byggist á tölfræðilegri greiningu á niðurstöðum arfgerðagreiningar.

Stofn (population): Hópur lífvera sömu tegundar á afmörkuðu svæði sem venjulega æxlast innbyrðis, venslahópur.

Svipgerð (phenotype): Útlitseinkenni og/eða mælanlegir eiginleikar lífveru.

Tegund (species): Afmarkaður hópur lífvera sem eru í meginatriðum eins að útliti og líkamsgerð og geta átt saman frjó afkvæmi (grundvallareining í flokkunarfræði lífvera).

Varðveisla (conservation): Varðveisla erfðaauðlinda. Gerður er greinarmunur á *in situ* varðveislu, þ.e. í náttúrulegum heimkynnum eða á upprunalegum vaxtarstað, og *ex situ* varðveisla varðveislu, þ.e. utan náttúrulegra heimkynna, t.d. í genbanka.

Virk stofnstærð (effective population size): Sá fjöldi einstaklinga í stofni sem eru ekki meira skyldleikaræktaðir en heildarstofninn að meðaltali.

Yrki (cultivar): Ræktunarafríðni nytjaplöntu sem hefur orðið til við úrval af mannavöldum og haldið er við þannig að eiginleikar þess breytast ekki. Hefur hlotið viðurkenningu stjórnvalda og nýtur yrkisverndar í tiltekinn tíma.

Viltir ættingjar nytjapantna (crops wild relatives): Villtar tegundir plantna sem eru náskyldar nytjaplöntum og geta búið yfir breytileika sem hægt er að sækja (t.d. sjúkdómsþol).

INNGANGUR

Áhyggjur af minnkandi erfðafjölbreytni dýra og plantna hafa aukist samhliða því að fleiri litlir og oft einangraðir erfðahópar víkja fyrir útbreiddum búfjarkynjum og plöntuþyrkjum. Á umhverfisráðstefnunni í Stokkhólmi 1972 komu þessar áhyggjur skýrt fram og var meðal annars vísað til þess að erfðahópar sem tapast kunna að geyma verðmæta eiginleika auk þess að hafa menningarsögulegt gildi. Í ályktun ráðstefnunnar segir:

„...hvert land ber ábyrgð á eigin búfjarkynjum og að leggja sérstaka áherslu á þau kyn sem eru að hverfa.“

Árið 1992 var á vegum Sameinuðu þjóðanna gerður samningur um líffræðilega fjölbreytni (Convention on Biological Diversity), oft nefndur Ríó-sáttmálinn, sem Alþingi fullgilti árið 1994. Markmiðum Ríó-sáttmálans er þannig lýst:

„Markmið samnings þessa, sem keppt skal að samkvæmt viðeigandi ákvæðum hans, eru vernd líffræðilegrar fjölbreytni, sjálfbær nýting efnisþátta hennar og sanngjörn og réttlát skipting þess hagnaðar sem stafar af nýtingu erfðaauðlinda...“

Aðildarlöndum er gert að skila skýrslum um ástand mála og hefur umhverfisráðuneytið sent frá sér tvær slíkar, hin fyrri geymir almennt yfirlit um íslenskt lífríki en hin síðari yfirlit um stöðu mála gagnvart ákvæðum samningsins og stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni¹. Þar segir meðal annars:

„Erfðabreytileiki meðal einstaklinga sömu tegundar er grunnur þróunar og aðlögunar lífvera að nýjum búsvæðum og umhverfi. Kynbætur í landbúnaði byggja á tiltækum náttúrulegum erfðabreytileika en skapa jafnframt nýjan í formi plöntuþyrkja og búfjarkynna. Plöntuþyrki og búfjarkynnar ásamt náttúrulegum erfðabreytileika sem landbúnaður nýtir er oft einu nafni nefndur erfðaauðlindir landbúnaðarins. Samningurinn um líffræðilega fjölbreytni lætur sig varða bæði náttúrulegan erfðabreytileika og erfðaauðlindir landbúnaðarins (greinar 8 og 9)“

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) stendur fyrir umfangsmiklu starfi á sviði erfðaauðlinda búfjár og plantna og hefur gefið út skýrslur, Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, síðast 2015², um ástand erfðaauðlinda húsdýra í heiminum. The Second Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture var gefin út 2011³ og fjallar um nauðsyn varðveislu erfðaauðlinda plantna og sjálfbæra nýtingu þeirra. Nýjar áskoranir eins og loftslagsbreytingar, hlýnun jarðar, þurrka og flóð sem mun hafa áhrif á fæðuframboð í framtíðinni. Öll aðildarríki SP eru aðilar að þessu starfi og markmið þess er að tryggja komandi kynslóðum nægilegt fæðuframboð.

STJÓRNTÆKI OG ERFÐAAUÐLINDIR

Erfðanefnd landbúnaðarins

Samningurinn um líffræðilega fjölbreytni nær til allra tegunda lífríkisins. Nytjaplöntur og húsdýr hafa þar nokkra sérstöðu og af hálfu Íslands er ábyrgð þeirra erfðaauðlinda falin sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytinu með búnaðarlögum nr. 70/1998⁴ með síðari breytingum, nú matvælaráðuneytið. Sér til fulltingis hefur ráðuneytið erfðanefnd landbúnaðarins, en verkefnum hennar er lýst í 16. grein laganna.

Með reglugerð 151/2005 um varðveislu og nýtingu erfðaauðlinda í landbúnaði⁵ og lögum 54/1990 um innflutning dýra⁶ er nánar kveðið á um verkefni nefndarinnar, en á meðal þeirra er:

- að annast samráð innanlands um varðveislu og sjálfbæra nýtingu erfðaauðlinda í landbúnaði,
- veita umsagnir vegna innflutnings á nýjum dýrategundum eða erlendum stofnum tegunda sem eru hér fyrir,
- að hafa forgöngu um gerð áætlana um verndun og nýtingu búffárstofna,
- að tryggja viðhald á plöntum sem fjölgað er kynlaust og notaðar eru í landbúnaði,
- að fylgjast með stofnstærð og veita ráðgjöf um ræktun innlendra búffárkynja,
- að gera tillögur um aðgerðir og styrki til verndar og varðveislu búffárkynja sem eru í útrýmingarhættu,
- að stuðla að rannsóknum á erfðaauðlindum í landbúnaði,
- að stuðla að kynningu og fræðslu um erfðaauðlindir í landbúnaði og gildi þeirra,
- að veita ráðgjöf til hagsmunaaðila og stjórnvalda um varðveislu og nýtingu erfðaauðlinda í landbúnaði,
- að annast samskipti við erlenda aðila á starfssviði sínu í samstarfi við landbúnaðarráðuneytið og tengiliði hjá alþjóðastofnunum.

Málsaðilar búffárræktar

Allt skipulag í búffárrækt er á grundvelli búnaðarlaga nr. 70/1998. Framkvæmd laganna hvað búffárrækt varðar er í höndum Bændasamtaka Íslands og fé veitt til þess á fjárlögum. Fagrað eru starfandi fyrir hrossarækt, nautgriparækt og sauðfjárrækt og þau móta stefnu í kynbótum og þróunarstarfi, skilgreina ræktunarmarkmið og setja reglur um ræktunarstarfið.

Kynbætur hrossa hafa nokkra sérstöðu með því að kynbótamarkmiðin eru reglugerðarbundin, reglugerð um uppruna og ræktun íslenska hestsins nr. 442/2011⁷. Skipun fagráða er staðfest af landbúnaðarráðherra og þau hafa með því aukið vægi sem umsagnaraðilar í málum sem undir þau falla.

Áhugamannafélög um ræktun eru nokkur en eiga það sameiginlegt að vera ekki beinir aðilar að stjórnarsýslu eða ákvarðanatöku. Slík félög eru Eigenda- og ræktendafélag landnámsheimsna, Geitfjárræktarfélag Íslands, Forystufjárræktarfélag Íslands og deild íslenska fjárhundsins innan Hundaræktarfélags Íslands.

Mikilvægt er að virkja og styrkja þessi félög til þátttöku í varðveislu viðkomandi hópa.

Norræn miðstöð erfðaaauðlinda - NordGen

Ísland er fullgildur aðili að NordGen, (www.nordgen.org) sem rekinn er á ábyrgð norrænu ráðherranefndarinnar og tilnefnir matvælaráðherra einn fulltrúa í stjórn stofnunarinnar og annan til vara. Starfsemi NordGen er á þremur sviðum, þ.e. erfðaaauðlindir nytjaplantna, búfjár og skógar. Norræni genbankinn fyrir plöntur er umfangsmesti hluti starfseminnar. Á vegum NordGen starfa fagráð og sérfræðingahópar sem fjalla um erfðaaauðlindir innan tegundahópa. Genbankanum er falið að varðveita fræ af íslenskum nytjaplöntum og halda utan um upplýsingar vegna varðveislu á klónasöfnum eftir því sem þörf er talin á hverju sinni.

Evrópskt og alþjóðlegt samstarf

Ísland er eitt stofnríkja Matvæla- og landbúnaðarstofnunar Sameinuðu þjóðanna (FAO) sem var sett á fót árið 1945. Á vettvangi FAO sinna íslensk stjórnvöld málum sem varða hagsmuni Íslands í sjávarútvegi, landbúnaði og þróunarsamvinnu.

Hlutverk FAO er að bæta fæðuöryggi og velferð fólks í ríkjunum með því að stuðla að aukinni framleiðni í landbúnaði, framleiðslu og skilvirkari dreifingu matvæla. Á vettvangi FAO eru sjávarafurðir, fiskeldi og skógarafurðir einnig taldar til landbúnaðar. Á nokkura ára fresti óskar FAO eftir upplýsingum um stöðu mála hvað varðar erfðaaauðlindir búfjár.

ECPGR (European Cooperative for Plant Genetic Resources) er samstarfsvettvangur Evrópulanda sem sér m.a. um að styðja við framkvæmd áætlunar FAO um verndun erfðaeftnis plantna og stuðla að sjálfbærri nýtingu þeirra í Evrópu.

EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme) er samstarfsvettvangur Evrópulanda sem vinnur að verndun evrópskra erfðaaauðlinda í skógrækt og sjálfbærri skógarnýtingu.

Ísland er aðili að EFABIS-Net (European Farm Animal Biodiversity Information System). EFABIS gagnagrunnurinn er tengdur DAD-IS upplýsingakerfinu sem geymir upplýsingar um erfðaaauðlindir búfjár í öllum heiminum og rekið er á vegum FAO, <http://www.fao.org/dad-is/en>.

CryoWeb upplýsinga- og gagnavörslukerfi fyrir erfðaeftni búfjár var tekið í notkun hérlendis árið 2009. CryoWeb geymir upplýsingar um sæði úr nautum, hrútum og höfrum sem ætlað er til langtíma varðveislu.

ERFP (European Regional Focal Point for Animal Genetic Resources) er samstarfsvettvangur Evrópulanda sem sér m.a. um að styðja við framkvæmd áætlunar FAO um verndun erfðaeftnis búfjár og heldur utan um skráningar búfjarkynja í samræmda gagnagrunna.

ICES (The International Council for the Exploration of the Sea) Alþjóðlega hafrannsóknarráðið og NASCO (North Atlantic Salmon Conservation Organization) Alþjóða laxaverndunarsamtökin sem koma m.a. að rannsóknum, ráðgjöf og stjórnun veiðinýtingar á laxi í hafi.



Mynd 1 Mikill breytileiki finnst í byggrykjum á heimsvísu en nauðsynlegt er að finna réttu arfgæðirnar fyrir sérstakar umhverfisaðstæður á Íslandi (Mynd: Jón Hallsteinn Hallsson)

NYTJAJURTIR

Til íslensku æðplöntuflórunnar teljast 426 innlendar tegundir⁸. Til viðbótar eru 10 tegundir skráðar sem óvissar innlendar tegundir, 10 tegundir eru aðfluttar tegundir með óþekkta landnámssögu og 19 tegundir eru fornaðfluttar⁹. Auk þess eru 65 tegundir æðplantna sem hafa numið land á Íslandi og teljast nú innlendar. Að auki eru 282 erlendar tegundir sem hafa verið skráðar að minnsta kosti

einu sinni í íslenskri náttúru, utan ræktaðra svæða, en hafa ekki náð fótfestu. Á Íslandi eru því samanlagt 530 tegundir (innlendar og aðfluttar) sem geta myndað stofna og viðhaldið sér⁸. Þegar íslenska æðplöntuflóran er borin saman við flóru annara landa kemur í ljós að hún er tegundafá, fyrst og fremst vegna einangrunar og loftslags.

Talið er að fram undir miðja 17. öld hafi ekki verið reynt að flytja hingað grös eða aðrar fóðurjurtir¹⁰. Um miðbik 19. aldar var farið að hvetja til túnræktar og sáningar. Innflutningur var eftir sem áður lítill lengst af en eftir því sem á leið 20. öldina jókst nýræktun og innflutningur sáðvöru til túnræktar¹⁰.

Innlend grös hafa verið notuð til landgræðslu um langt skeið þó svo að innflutt sáðgresi hafi verið ríkjandi í landgræðslustarfinu lengst af¹¹. Á síðari árum hefur verið lögð áhersla á að rækta fræ af innlendum tegundum, einkum **túnvingli** (*Festuca richardsonii*) og er fræi af nokkrum staðbrigðum af **melgresi** (*Leymus arenarius*) einnig safnað af Landi og skógi.

Fóður- og landgræðslujurtir

Í ritinu *Nytjaplöntur á Íslandi*¹² er listi yfir yrki sem mælt er með til ræktunar hérlendis. Þar má finna nafngreinda stofna sex tegunda sem hafa verið valdir eða kynbættir á Íslandi. Þar má fyrst nefna vallarfoxgras sem er mikilvægasta tegundin í íslenskri túnrækt^{13,14}. Tvö yrki eru af vallarfoxgrasi eftir íslenskar kynbætur, Korpa¹⁵ og Adda, en til grundvallar þeim var úrval plantna sem var að mestu safnað úr gömlum túnnum. Nýlegt á listanum er yrkið Snorri, sem er afsprengi sameiginlegs kynbótaverkefnis um norðanverð Norðurlönd og á sér fjölbjóðlegt upphaf¹⁶.

Á listanum er aðeins einn nafngreindur stofn til túnræktar sem valinn hefur verið hérlendis, en það er beringspuntur undir nafninu Origin Norcoast sem fluttur var hingað frá Alaska. Hann hefur reynst vel til landgræðslu en er ekki lengur notaður í því skyni^{17,18}.

Tveir íslenskir stofnar til uppgræðslu eru nafngreindir, Sámur túnvingull og Mela, óvalinn stofn Alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*). Lúpína er mjög ágeng tegund og eru skiptar skoðanir á því hvort nota eigi hana til landgræðslu. Landgræðslan hætti notkun lúpínunnar til landgræðslu árið 2018.

Til kornræktar eru nefnd fjögur byggryrki (*Hordeum vulgare*), tveggja raða yrkin **IsKria** og **Skegla** og sex raða yrkin **IsLomur** og **IsSkumur**^{19,20}.

Sá gróður sem aðlagast hefur túnrækt hérlendis er án efa verðmæt erfðaauðlind fyrir íslenskan landbúnað. Hér ber að nefna **vallarfoxgras** (*Phleum pratense*), **háliðagras** (*Alopecurus pratensis*), **vallarsveifgras** (*Poa pratensis*), **hálíngresi** (*Agrostis capillaris*), **túnvingul** (*Festuca richardsonii*), **Snarrótarpuntur** (*Deschampsia cespitosa*) og **hvítmára** (*Trifolium repens*). **Hávingull** (*Schedonorus pratensis*), **axhnoðarpunt** (*Dactylis glomerata*) og **rauðsmára** (*Trifolium pratense*) má einnig telja með þar sem að allar þessar tegundir hafa myndað stofna sem geta haldið sér í íslenskri náttúru utan ræktunarsvæða⁸. Þrátt fyrir að aðrar tegundir grasa og tvíkímblöðunga séu algengar í gömlum túnnum hefur ekki verið litið svo á að þessar tegundir hafi sjálfstætt varðveislugildi.

Varðveisla ex situ

Með aðild að NordGen hefur Ísland góðan aðgang að varðveislu fræplantna. Á vegum NordGen hefur verið safnað fræi úr gömlum túnnum á kerfisbundinn hátt og eru varðveittir þar erfðahópar sem eru ýmist skráðir sem yrki, landsstofnar, villtir eða hálfviltir. Vel er séð fyrir varðveislu á hálíngresi, snarrót, túnvingli og vallarsveifgrasi. Meðal þeirra tegunda sem nú eru varðveittar hjá NordGen eru (fjöldi erfðahópa í sviga): Hálíngresi (*Agrostis capillaris*) (52), skriðlíngresi (*Agrostis stolonifera*) (1), snarrótarpuntur (*Deschampsia cespitosa*)(18), túnvingull (*Festuca rubra*)(97), hávingull (*Festuca pratensis*)(1), vallarfoxgras (*Phleum pratense*) (22), háliðagras (*Alopecurus pratensis*) (33), og vallarsveifgras (*Poa pratensis*) (104).

Hjá NordGen eru nú varðveitt yrkin Korpa, Adda og Snorri (vallarfoxgras), Norcoast (beringspuntur), Mela (alaskalúpína), Skegla og IsKria (bygg).

Leita má að íslenskum plöntum sem varðveittar eru hjá NordGen hér: <https://www.nordic-baltic-genebanks.org/gringlobal/search>

Varðveisla in situ

Fram hefur komið í rannsóknum²¹ að verulegur hluti túna í fullri notkun var á þeim tíma mjög gamall. Skrásett hafa verið 50 gömul tún víðsvegar um landið í sérstaka skrá þar sem fram koma sögulegar upplýsingar, ásamt gróðurfari, myndum og GPS hnitum²². Líta má á þau sem menningarminjar og auk þess sem þangað mætti sækja efnivið til kynbóta. Söfnun fyrir NordGen hefur einkum beinst að slíkum túnnum. Tún eru kvik samfélög hvað varðar tegunda- og erfðasamsetningu og gefa fræsöfnun á tilteknum tíma því augnabliksmýnd af ástandi sem getur gjörbreyst á skömmum tíma. Gömlum túnnum hefur farið fækkandi á undanförunum árum en til að viðhalda breytileika er mikilvægt að gömlum túnnum sé í einhverjum mæli haldið við.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Skrásetja fleiri gömul íslensk tún með hnitsetningum í sérstaka skrá.

Hvetja eigendur gamalla túna til óbreyttrar nýtingar en að þeir láti annars vita ef túnið er brotið eða nýtingu þess breytt verulega.

Kanna hvort villtir stofnar hávinguls, axhnoðapunts og rauðsmára sem geta þrífist utan ræktunar á Íslandi gætu nýst sem uppspretta nýrra yrkja fyrir landbúnað.

Stuðla að rannsóknum á útbreiðslu og vistfræði innfluttra plöntutegunda, þar sem stofnar sem hafa aðlagast íslensku umhverfi geta verið mjög verðmætir fyrir landbúnað.



Mynd 2 Burnirót „ginseng norðursins“ (Mynd: Pawel Wasowicz)

Mat- og lækningajurtir

Fáar tegundir í íslensku flórunni eru nýttar til manneidis. Þó eru þekkt dæmi þess að villtar plöntur hafi verið notaðar í mat og til lækninga. Þær algengustu voru **ætihvönn** (*Angelica archangelica*), **geithvönn** (*angelica sylvestris*), **njóli** (*Rumex longifolius*), **hundasúra** (*R. Acetocella*), **skarrafakál** (*Cochlearia officinalis*), **bláber** (*Vacciniumu liginosum*), **aðalbláber** (*V. Myrtillus*), **krækiber** (*Empetrum nigrum*), **jarðaber** (*Fragaria vesca*), **fjallagrös** (*Cetaria islandica*), **blóðberg** (*Thymus praecox ssp. arcticus*), **selgresi** (*plantago lanceolatum*), **gæðasúra** (*plantago major*), **stúfa** (*succisa pratensis*) og **söl** (*Rhodymenia palmata*). Sumar þessara tegunda eru nú í tilraunaræktun og jafnvel

komnar á markað má þar nefna ætihvönn, geithvönn og skarfakál. Einnig hafa villtar plöntur lengi verið notaðar til litunar, bæði háplöntur og fléttur^{23,24}.

Ræktun nytjaplantna óx um öll Norðurlönd á miðöldum og líklegt er að hingað hafi þá borist eitthvað af mat- og lækningajurtum. Svokallaðar klausturjurtir eru tegundir sem hafa fundist á gömlum klausturjörðum og stöku kirkjújörðum og útbreiðsla takmarkast að miklu leiti við þær jarðir eða dreifst þaðan. Einnig eru tegundir sem hafa fundist við frjókornarannsóknir. Hér má nefna **villilauk** (*Allium oleraceum*), **spánarkerfil** (*Myrrhis odorata*), **mjaðarlyng** (*Myrica gale*), **ljósatvítönn** (*Lamium album*), **desurt** (*descuriana sophia*), **hagabrúða** (*Valeriana sambucifolia*), **kál** (*Brassica* sp.), **villiepli** (*Malus* sp.), **blóðkollur** (*Sanguisorba officinalis*), **lín** (*Linum usitatissimum*) og **búrót** (*Artemisia vulgaris*)^{23,24}. Lítið varð þó úr þessari ræktun og það var ekki fyrr en um miðja 17. öld að áhugi kviknar á ræktun nytjaplantna²⁵. Ræktun matjurta varð þó ekki almenn fyrr en eftir aldamótin 1800. Talið er að Vísi-Gísli hafi flutt **kúmenplöntuna** (*Carum carvi*) til landsins um 1660 og ræktaði í Fljótshlíð og seinna í Skálholti. Stofn villts kúmens vex enn á þessum stöðum²⁶

Melgresi (*Leymus arenarius*) er fjarskyldur ættingi hveitis og var melkorn nýtt til brauðgerðar áður fyrr²⁷. Áhugi hefur verið á að nýta ákveðna eiginleika melgresis eins og þurrkþol, öfluga sprotamyndun og þol gegn ýmsum sjúkdómum í tengslum við kynbætur hveitis²⁸.

Kartöflur (*Solanum tuberosum*) bárust fyrst til Íslands árið 1758. Kartöflurækt breiddist hægt út en henni óx fiskur um hrygg á 19. öld. Þrjú afbrigði eru flokkuð sem íslensk en það eru bláar íslenskar, gular íslenskar og rauðar íslenskar²⁹.

Gulrófan (*Brassica napus* var. *rapifera*) barst til Íslands á síðmiðöldum. Rakin hefur verið saga gulrófnaræktar á Íslandi og stofnum og staðbrigðum sem hér hafa vaxið lýst²⁵. Í *Nytjaplöntum* er að finna tvo nafngreinda stofna af gulrófu, það eru Maríubakkarófa og Sandvíkurrófa.

Rabarbari (*Rheum x hybridum*) á sér langa ræktunarsögu hérlendis. Schierbeck landlæknir sem starfaði hér á árunum 1882-1890 var m.a. ötull við að dreifa rabarbara um landið³⁰. Aðrar heimildir geta einnig um ræktun rabarbara á þessum árum.

Berjarunnar á Íslandi eru nokkrir, m.a. tegundir villtra berja. Á 19. öld var farið að flytja inn berjarunna frá útlöndum til ræktunar í görðum. Var það einkum **rifs** (*Ribes spicatum*) og var „rault hollenskt“ flutt inn og gróðursett. Með tíð og tíma gætu hafa orðið til ný afbrigði hér á landi en það hefur ekki verið kannað. Miklu minna hefur verið ræktað af **sólberjum** (*Ribes nigrum*), **hindberjum** (*Rubus idaeus*) og **stikilsberjum** (*Ribes uva-crispa*).

Burnirót (*Rhodiola rosea*) er fjölær jurt af helluhnoðraett sem vex á köldum stöðum, svo sem á norðurslóðum og í fjalllendi í Evrópu, Asíu og Norður-Ameríku. Plantan inniheldur meira en 140 lífvirk efni, verðmætust eru virku efnin rósín, rósavín, rósarin og salídrosíð³¹. Verkefni er í gangi með að hefja skipulega ræktun burnirótar á Íslandi. Þekking á efnasamsetningu og erfðafræði villtra íslenskra stofna hefur ekki verið mikið rannsakað.

Varðveisla *ex situ*

Hjá NordGen eru varðveittir 27 stofnar af melgresi sem safnað var hérlandis á undanförunum áratugum. Þar eru einnig 13 stofnar af gulrófu, m.a. skyldgreindu yrkin Maríubakkarófa og Sandvíkurrófa.

Bændasamtök Íslands bera ábyrgð á varðveislu íslensku kartöfluafríðanna og eru bæði rauðar íslenskar og gullauga í sérstakri stofnrækt. Auk þess eru í stofnrækt Helga (rautt gullauga) og Premiere¹².

Starfsmenn NordGen komu hingað til lands fyrir nokkrum árum í þeim tilgangi að safna krydd- og lækningajurtum m.a. kúmeni.

Árið 1978 var yrkjum rabarbara safnað víða um land og valin voru sjö yrki sem ástæða þótti til að vernda. Safn þetta er geymt í Grasagarði Reykjavíkur. Grasagarðar og byggðasöfn hafa einnig tekið að sér að varðveita einstaka rabarbarayrki. Loks má nefna að kominn er vísir að safni berjarunna í Kristnesi í Eyjafirði.

Aðrar tegundir, sem ræktaðar hafa verið hér í a.m.k. hundrað ár eins og graslaukur, skessujurt og jafnvel spánarkerfill, þyrfti að rannsaka og jafnvel varðveita sem sérstök yrki. Þetta eru tegundir sem m.a. Björn í Sauðlauksdal ræktaði og hafa verið taldar ómissandi í jurtagarða alveg frá miðöldum³².

Varðveisla *in situ*

Í íslenskri náttúru finnast plöntutegundir sem hafa eða geta hugsanlega haft þýðingu, ýmist sem matjurtir, kryddplöntur eða til lækninga. Flestar eru algengar um allt land og varðveitast ágætlega í náttúrunni. Undantekning frá þessu er villilaukurinn, en hann finnst aðeins á nokkrum stöðum á landinu og er varðveittur hjá NordGen. Á Bæ í Borgarfirði er hann sennilega frá tíð Hróðólfs biskups sem var þar fyrir miðja 11. öld og í Laukabrekkum í landi Skáneyjar í Reykholtssdal er

laukurinn talinn vera frá dögum Skáneyjar-Lassa sem þar bjó á 16. öld. Þó svo villilaukurinn sé friðaður sem planta í útrýmingarhættu er einnig nauðsynlegt að huga að varðveislu hans út frá menningarsögulegu gildi.

Á undanförnum árum hefur erfðanefnd landbúnaðarins gert samninga við grasagarða og byggðasöfn víða um land um varðveislu á rabarbara, yrkin hafa verið valin með tilliti til menningar og sögu á hverjum stað.

ÆSKILEGAR AÐGERDIR

Safna fræi af áhugaverðum villtum efniviði.

Styrkja samstarf við grasagarða og byggðasöfn til að varðveita gamlar nytjaplöntur í klónasöfnum.

Viðhalda og bæta klónasöfn eftir því sem við á.

Rannsaka erfðabreytileika og næringargildi íslenskra villijurta.

Kanna möguleika á ræktun og nýtingu íslenskra villijurta til matvælagarðar og lækninga.

Meta í samstarfi við NordGen hvort ástæða sé til þess að varðveita valda erfðahópa villtra nytjaplantna *in situ*.



Mynd 3 Ilmbjörk í Austurdal í Skagafirði (Mynd: Brynja Hrafnkelsdóttir)

TRJÁTEGUNDIR

Skóglendi á Íslandi þekur tæplega 199 þúsund hektara eða um 2% af flatarmáli landsins³³. Náttúrulegir birkiskógar þekja um 153 þúsund hektara eða um 1.5% af flatamáli landsins. Ræktaðir skógar birkis og innfluttra trjátegunda þekja rúmlega 46 þúsund hektarar³³.

Af ýmsum tegundum trjáplantna eru til nafngreindir stofnar sem í flestum tilfellum eru klónar eða kvæmi. Nokkra sérstöðu hefur birkiyrkið Embla en stofntrén eru varðveitt hjá Landi og skógi sem ber ábyrgð á erfðaaudlindum í íslenskri skógrækt. Mikil þekking og reynsla liggur fyrir um

kvæmi og klóna þeirra tegunda sem notaðir eru í íslenskri skógrækt og er hún að mestu varðveitt hjá Landi og skógi.

Ilmbjörk (*Betula pubescens*) - íslenskt birki er fjölbreytilegt með tilliti til vaxtarlags, vaxtargetu og útlits, jafnt innan og milli landshluta. Stór hluti náttúrlegra, íslenskra birkiskóglenda teljast vera kjarrlendi frekar en skógar³⁴. Náttúrulegt birki á Íslandi er að stórum hluta blendingur ilmbjarkar við fjalldrapa (*Betula nana*) sem skýrir stóran hluta breytileikans^{35,36,37}. Í ræktun birkis er lögð áhersla á að nota efnivið sem er tiltölulega hávaxinn og beinvaxinn, þ.e. myndar skóg frekar en kjarr, ásamt því að sýna góða aðlögun. Eins er leitað eftir því að finna kvæmi sem mynda mikið fræ og hafa þol fyrir skaðvöldum svo sem birkiryði. Birki ættað af Suðurlandi hefur reynst best hvað þetta varðar um land allt³⁸ og þá einkum birki ættað úr Bæjarstaðarskógi í Morsárdal.

Yrkið Embla er að mestu undan trjám sem valin voru í Reykjavík m.t.t. vaxtarlags og þess að skarta hvítum berki. ‘Embla’ er beinvaxin og hraðvaxta af íslensku birki að vera. Að öllum líkindum eru flest móðurtrén ættuð úr Bæjarstaðarskógi. Kynbætur Emblu hefur verið undir stjórn Þorsteins Tómassonar og fræframleiðsla hefur að mestu verið innandyra í gróðurhúsi í Gróðrarstöðinni Mörk. Bæjarstaðarúrval er nafn sem notað er yfir birki undan 40 trjám sem valin voru í Bæjarstaðarskógi árið 1994. Frekara val hefur ekki farið fram en afkvæmatilraunir hafa verið gerðar. Bæjarstaðarbirki er fjölbreyttara útlits en ‘Embla’, og er þetta það birki sem mest er notað í íslenskri skógrækt ásamt Emblu. Fræ er nú safnað af afkomendum Bæjarstaðabirkis víða um land s.s. á Tumastöðum, Haukadal, Mógilsá og Reykjarhóli.

Kvæmin Vaglaskógur, Þórðarstaðaskógur og Skuggabjörg eru óvalið birki úr Fnjóskadal. Það er yfirleitt beinvaxið og góð reynsla er af því á norðanverðu landinu en alls ekki er hægt að mæla með því til almennrar notkunar um land allt. Önnur kvæmi, sem hafa reynst vel eru Steinadalur, Þingvellir, Þórsmörk og Bæjarstaður en þau eru öll upprunnin á Suðurlandi³⁸.

Víðir (*Salix* spp.) - Víðitegundir eru allmargar en eftirspurn er einkum eftir innfluttu tegundunum alaskavíði (*S. alaxensis*), jörfavíði (*S. hookeriana*) og viðju (*S. myrsinifolia*) í skjólbeltarækt. Innlendu tegundirnar, gulvíðir (*S. phylicifolia*) og loðvíðir (*S. lanata*) eru oftast notaðar til uppgræðslu. Af alaskavíði og jörfavíði eru notaðir skilgreindir klónar sem reyndir hafa verið í klónatilraunum víða um land^{39,40}. Sá efniviður af viðju, gulvíði og loðvíði sem notaður er hérlendis er aftur á móti að mestu óvalinn, lítt prófaður og/eða óskilgreindur⁴¹. Aðrar víðitegundir eru minna notaðar. Einstakir víðiklónar sem talsvert hafa verið ræktaðir hafa fengið nöfn sem um tegund væri að ræða. Má þar nefna klónana ‘glitvíði’, ‘brekkuvíði’, ‘tunguvíði’ og ‘strandavíði’, sem

eru gulvíðiklónar. Einnig hafa verið á garðplöntumarkaðinum klónarnir ‘hreggsstaðavíðir’ og ‘grásteinsvíðir’ sem eru blendingar gulvíðis og viðju. Þessir gulvíði- og viðjublendingsklónar hafa verið notaðir í garðrækt en ekki í skógrækt. Hafa þessir klónar reynst misjafnlega. Sumir þeirra hafa reynst næmir gagnvart laubjöllumni asparglyttu (*Phratora vitellinae*) en aðrir ekki. Sumir hafa reynst næmir gagnvart víðiryði (*Melampsora epitea*) en aðrir síður og þar eftir götunum.

Reyniviður (*Sorbus aucuparia*) - Á síðustu árum hefur gróðursetning reyniviðar í skógrækt stóraukist. Sú aukning stafar af því að skógræktendur vilja auka fjölbreytni og einnig getur reyniviður gefið af sér verðmætan smíðavið. Afkvæmatilraunir voru gróðursettar árið 2005 í þeim tilgangi að finna sterkan efnivið sem gæti gefið af sér afkvæmi með góðan vöxt, háa lifun sem og gott viðnám gegn reyniátu og kali. Einnig hjálpa tilraunirnar við að skilgreina betur þann breytileika sem finnst í stofninum héraendis. Við fyrstu úttekt virtist ekki vera mikill munur á milli klóna í þessum afkvæmatilraunum⁴².

Blæösp (*Populus tremula*) - Blæösp finnst á Íslandi og eru sex fundarstaðir taldir náttúrulegir: Garður í Fnjóskadal, Egilsstaðaskógur, Gestsstaðir í Fáskrúðsfirði, Strönd í Stöðvarfirði, Jórvík í Breiðdal og Höfði á Völlum. Sjöundi fundarstaðurinn, Hallland í Eyjafirði, er vafasamur en hann er innan Vaðlareits, einnar elstu skógræktargirðingar landsins. Öll þessi blæsparkvæmi eru nú varðveitt í trjásafninu á Hallormsstað. Tvær tilraunir hafa verið gerðar til að arfgerðagreina íslenskar blæaspir og benda þær til þess að mjög fáar arfgerðir séu til og að á flestum náttúrulegum fundarstöðum blæaspar sé aðeins að finna eina arfgerð tegundarinnar og hún af norskum uppruna^{43,44}. Blæösp er lítið sem ekkert gróðursett í skóg- eða garðrækt en henni hefur þó verið dreift víða.

Lerki (rússalerki, *Larix sukaczewii*, evrópu-rússalerkiblandingur, *L. decidua x sukaczewii*) - Rússalerki er ein mest gróðursetta trjátegundin í íslenskri skógrækt undanfarna áratugi. Fræið er að mestu flutt inn frá finnskum frægörðum⁴⁵ en Skógræktin hefur stundað kynbætur á lerki síðan 1993. Framleiðsla á blendingsfræi rússalerkis og evrópulerkis er hafin. Blendingurinn - sem ber yrkisheitið ‘Hrymur’ - varð til við stýrða víxlun eins klóns af evrópulerki sem valinn var í Hallormsstaðaskógi og um tuttugu rússalerkiklóna sem einnig voru valdir héraendis. Rannsóknir hafa sýnt að Hrymur getur vaxið mun hraðar en rússalerki á sama stað⁴⁶. Rússalerki þrífst einkum vel inn til landsins á Norður- og Austurlandi en yrkið ‘Hrymur’ getur þrífst um land allt. Kvæmatilraunir evrópulerkis sýna að tegundin lifir þokkalega víða um land allt en verður oft fyrir kalskemmdum og fær hlykkjótt form. Búið er að velja klóna víða um land, sem eru lausir við kal og eru beinvaxnir og koma fyrir í frægarði á Tumastöðum. Markmið úrvals og kynbóta á

evrópulerki er að eiga heppilegt erfðaeefni lerkis til að mæta hlýnandi loftslagi, ekki síst hlýrri og umhleypingasamari vetrum, sem reynist rússalerkinu erfitt og veikir lerkið gagnvart sjúkdómum á borð við lerkiátu (*Lachnellula willkommii*).

Sitkagreni (*Picea sitchensis*) - Innlend kvæmi eru orðin uppistaðan í ræktun, því tegundin ber frjótt og gott fræ í flestum fræárum, á 7-10 ára fresti. Kvæmið Tumastaðir var mest notað á árunum 1996 - 2008, en uppruni þess er fremur suðlægur. Kvæmi, gróðursett í Þjórsárdal og á Egilsstöðum, sem upprunin eru á Cordovasvæðinu í Alaska, eru harðgerðari og hefur verið mest notuð síðustu árin. Árin 2005 - 2008 fór fram val á sitkagreni til ágræðslu héraendis. Valið tók mið af vaxtarhraða, formi og viðnámi gegn sitkalús. Árið 2012 var gróðursett til frægarðs með þessum ágræddu trjám á Tumastöðum og haustið 2018 var fræi safnað þar í fyrsta skipti. Til stendur að hefja frekari úrval, með efnivið úr kvæma- og afkvæmatilraunum sem fóru af stað víða um land á árunum 1995-96 sem grunn og bæta við frægarðinn. Tilraunirnar voru mældar 2018 og gefa góðan grunn fyrir val á góðum klónum innan bestu erfðahópanna⁴⁷. Einnig er hafinn undirbúningur að frægarði með sitkabastarð með úrvali klóna úr sömu kvæmatilraunum og fyrir sitkagrenið. Sitkabastarðurinn myndar frostþol fyrr en sitkagrenið á haustin og er því mikilvægur valkostur með sitkagreninu. Ekki er búið að velja stað fyrir frægarðinn.

Alaskaösp (*Populus balsamifera ssp. trichocarpa*) - Fjöldi nafngreindra, vel þekktra og prófaðra klóna eru í notkun héraendis⁴⁸. Græðlingaframleiðsla á klónum fer fram á vegum Lands og skógar en einnig eru einkareknar gróðrarstöðvar með eigin framleiðslu sem þó er ekki vottuð. Á undanfórnum árum hafa farið fram kynbætur með það að markmiði að auka þol gegn asparryði (*Melampsora larici-populina*). Afkvæmatilraunir hafa verið gróðursettar og hópur vel aðlagðra og ryðþolinna klóna áframræktaður á 8 stöðum á landinu. Líklegt er að flestir þessara klóna sem eru í prófun verði uppistaðan í ræktaðri alaskaösp á næstu áratugum. Einnig hafa verið framleiddir á fjórða hundrað blendingsklónar af alaskaösp og balsamösp (*P. deltoides*) sem bíða úrvals og prófunar.

Stafafura (*Pinus contorta*) - Stafafura á Íslandi er að mestu ættuð frá Skagway í Alaska og hefur hún reynst vel um land allt⁴⁹. Á síðustu árum hefur verið safnað nægu af innlendu fræi til að anna eftirspurn og líklegt er að svo verði áfram. Nokkuð er þó flutt inn af fræi frá Yukon og Bresku Kólumbíu til gróðursetningar á Norður- og Austurlandi og kynbætt stafafurufre úr sænskum frægörðum virðist gefa góð fyrirheit um árangur víða um land. Áform eru um að hefja fljótlega úrval eða kynbætur á stafafuru.

Af öðrum tegundum sem fjölgað er með innlendu fræi má nefna **sitkaelri** (*Alnus sinuata*), **fjallaþin** (*Abies lasiocarpa*) og **lindifuru** (*Pinus cembra*). Fræ annarra tegunda er enn að mestu flutt inn, en þær helstu í skógrækt eru **blágreini** (*Picea engelmannii*), **hvítgreini** (*Picea glauca*), **rauðgreini** (*Picea abies*), **hengibjörk** (*Betula pendula*), **degli** (*Pseudotsuga menziesii*), **svartelri** (*Alnus glutinosa*), **blæelri** (*Alnus tenuifolia*), **gráelri** (*Alnus incana*), **ryðelri** (*Alnus rubra*), **glæsiþinur** (*Abies fraseri*), **eðalþinur** (*Abies procera*), **norðmannsþinur** (*Abies nordmanniana*), **rauðþinur** (*Abies magnifica*), **balkanfura** (*Pinus peuce*) o.fl.

Varðveisla ex situ

Víða um land eru kvæma-, klóna- og afkvæmatilraunir flestra þeirra tegunda sem notaðar eru í skógrækt hérlendis. Þær eru allar skráðar og upplýsingar um þær eru varðveittar á mismunandi hátt. Eldri tilraunir eru m.a. skráðar í NOLTFOX gagnagrunninum (www.noltfox.metla.fi). Þá eru til klónasöfn af víðitegundum og ösp og flestar gróðursetningar í þjóðskógunum eru vel skráðar. Við gerð nýtingaráætlaða í þjóðskógunum eru tilraunir og trjásöfn tilgreind og flokkuð sem svæði sem njóta sérstakrar verndar. Tilraunir, söfn og reitir hafa mismikið varðveislugildi m.t.t. erfðaauðlinda, en ekkert heildstætt mat hefur farið fram á því. Búið er að skrá flestar kvæma- og klónatilraunir inn í gagnagrunn ásamt öðrum svæðum sem talin eru hafa varðveislugildi sem erfðaauðlind til skógræktar.

Varðveisla in situ

Fyrir erfðaauðlindir innlendra trjáteygunda skiptir miklu máli að auka útbreiðslu þeirra. Er það til að draga úr útrýmingarhættu trjáa á einstaka svæðum með tilheyrandi tapi á erfðafni þeirra og til að stuðla að virkni þróunarfræðilegra ferla í tengslum við sjálfsáningu og endurnýjun skóganna. Nauðsynlegt er að rannsaka stofngerð innan tegunda og kanna mögulega aðlögun stofna að mismunandi umhverfi en slík vitneskja gæti gagnast vernd erfðafjölbreytni og skógrækt almennt.

Íslenskt birki býr yfir talsverðri erfðafjölbreytni og finna má mun milli landshluta³⁵. Birkikvæmið Bæjarstaðarskógur er langmikilvægast fyrir skógrækt á Íslandi en önnur kvæmi kunna einnig að hafa verndargildi fyrir framtíðina, t.d. ef áhersla eykst á uppgræðslu með skógrækt í meiri hæð yfir sjávarmáli en hingað til hefur tíðkast. Skuggabjargaskógur í dalsmynni Fnjóskadals hefur verið skilgreindur sem erfðaverndarskógur með áherslu á erfðavernd birkis og er skráður sem slíkur í gagnagrunni EUFGIS (<http://portal.eufgis.org/>). Lítið er vitað um erfðafræði reyniviðar, blæspar, gulvíðis eða loðvíðis hér á landi.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Viðhald og viðbætur skráningar svæða sem hafa varðveislugildi m.t.t. erfðaaauðlinda skógræktar ásamt upplýsingum um þau, þ.m.t. kort sem sýna staðsetningu kvæma, klóna og afkvæmahópa.

Stunda úrval, kynbætur og frærækt á mikilvægustu trjátegundum til skógræktar og tryggja þannig framboð á vel aðlöguðu efni fyrir loftslag í nútíð og framtíð.

Gera upplýsingar um erfðaaauðlindir skógræktar aðgengilegar á netinu.

Tryggja varðveislu þeirra svæða sem ekki eru í þjóðskógunum.

Halda áfram að afla þekkingar á erfðum og aðlögun birkis með rannsóknum.

Efla erfðafræðirannsóknir á reyniviði, blæösp, gulvíði og loðvíði.

Afla þekkingar á erfðum og aðlögun annarra innlendra trjátegunda.

Skilgreina Bæjarstaðaskóg og fleiri birkiskóga sem erfðaverndarskóg í gagnagrunni EUFGIS og tryggja að þeir stækki að flatarmáli og endurnýi sig.

Stuðla að aukinni þekkingu og rannsóknum um hugsanlegum áhrifum innfluttra trjátegunda á innlendar tegundir.



Mynd 4 Íslenski loðvíðirinn 'Lyngberg' í plöntusafni Yndisgróðurs á Blönduósi (Mynd: Samson B. Harðarson)

GARÐ- OG LANDSLAGSPLÖNTUR

Mikið er til af verðmætum garð- og landslagsplöntum í görðum og grænum svæðum um allt land. Nokkur hluti þessara tegunda eru innlendar trjá- og runnategundir eins og víðir, einir, ilmbjörk og reyniviður auk nokkurra jurtakenndra plantna á borð við burnirót og lyngbúa. Stór hluti garð- og landslagsplantna á Íslandi er þó erlendar tegundir sem garðyrkjumenn hafa valið einstaklinga af til áframhaldandi ræktunar með hliðsjón af þrifum þeirra við íslenskar aðstæður og finnast hvergi annars staðar en á Íslandi⁵⁰. Þessir gömlu klónar, bæði af innlendum og erlendum uppruna, hafa verið valin til ræktunar á rúmlega hundrað ára ræktunarsögu Íslands vegna eftirsóknarverðra

ræktunareiginleika og aðlögun þeirra að íslenskum aðstæðum. Þessir klónar hafa löngum lítið verið skilgreindir eða rannsakaðir hvað þrif varðar og eru enn sumir hverjir án sértækra yrkisnafna. Þeir finnast víða um land, í almenninggörðum, einkagörðum og á grænum opnum svæðum bæjarfélaga. Eins eru villtir stofnar innlendra garðplantna víða í íslenskri náttúru. Ekki getur talist raunhæft að halda skrá yfir upprunalega eða náttúrulega vaxtarstaði allra garðplantna en ákveðnir hópar og einstaklingar plantna gegna þó mikilvægu menningarsögulegu hlutverki og er full ástæða til að varðveita þá einstaklinga á upprunastað sínum ásamt sögu þeirra (sjá nánar, *in situ*).

Varðveisla *In situ*

Þegar um varðveislu plöntuefniviðar garð- og landslagsplantna *ex situ* má annarsvegar skipta henni í varðveislu kvæma og stofna villtra planta sem hafa verið eða má mögulega nýta til ræktunar eins og algengt er með innlendar trjá- og runnategundir auk jurtkenndra tegunda. Þegar um er að ræða fágætar og í sumum tilfellum friðaðar tegundir eins og; blæösp, margar tegundir skógarbotnstegunda og fleira s.s. ýmsar burknategundir, rauðberjalyng/títuber, lyngbúa, súrsmæru, maríulykil og blátoppu, þarf að tryggja verndun þeirra á náttúrlegum vaxtarstað en ekki síður að stuðla að aukinni útbreiðslu þeirra með ræktun og gróðursetningu á nýja staði. Einnig er reynsla og þekking á ræktun innlendra tegunda mikilvæg þegar nýta þarf landslagsplöntur við frágang á náttúrusvæðum auk þess sem möguleg tækifæri gætu verið fólgin í því að rækta tegundir sem lítið eða ekki hafa verið í ræktun áður.

Varðveisla *in situ* á innfluttum efnivið mætti best gera með því að viðhalda þeirri fjölbreytni sem er til staðar í görðum og grænum svæðum landsmanna og að opinberir aðilar jafnt sem einkaaðilar noti gamalreynd og vel aðlöguð yrki garð- og landslagsplantna sem mest.

Varðveisla *Ex situ*

Eina örugga leiðin til að varðveita plöntuefnivið garð- og landslagsplantna er að vera með lifandi plöntusöfn. Á vegum Yndisgróðurs verkefnisins 2007-2020 var komið á stofnsafngörðum sem höfðu þann tilgang að auka yfirsýn og samanburð á plöntuefnivið sem í notkun var og sem klónasöfn til varðveislu verðmætra íslenskra garð- og landslagsplantna. Aðalsafni verkefnisins var komið á fót við Garðyrkjuskólann á Reykjum í Ölfusi sem fram til 2022 var starfsstöð Landbúnaðarháskólans auk fimm tilrauna og sýningarreita dreift um landið (Kópavogi, Reykjavík, Sandgerði, Blönduósi og Hvanneyri).

Klónasafnið á Reykjum, sem telur um 400 yrki eða klóna 200 tegunda, er nú orðið tæplega 20 ára gamalt og margar plöntur að vaxa úr sér eða hafa orðið undir vegna samkeppni við nágretta sína eða vegna ónógrar umhirðu og viðhalds. Síðast nefndu atriðin eru m.a. vegna óljósrar stöðu safnsins m.t.t. eignarhalds og ábyrgðar. Önnur söfn sem voru stofnsett á vegum Yndisgróðurs eru

ekki lengur á ábyrgð LbhÍ nema safnið á Hvanneyri. Það safn inniheldur þó einungis brot af því sem er á Reykjum enda varð það fyrst og fremst hugsað til að vera sýningar og kennslusafn fyrir nemendur og nokkuð er ábótavant umhirðu á því safni.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Tryggja áframhaldandi rannsóknir á garð- og landslagsplöntum á Íslandi.

Stuðla að varanlegri skráningu á uppruna, útbreiðslu og notkun á íslenskum efnivið garð- og landslagsplanta.

Stuðla að skráningu staðsetningar plantna með menningarsögulegt gildi.

Tryggja aðgengi almennings og fagaðila að upplýsingum um garð- og landslagsplöntur sem eru vel aðlagaðar að íslenskum aðstæðum.

Gera lista yfir þá klóna og erfðahópa garð- og landslagsplantna m.a. í safni Yndisgróðurs sem talið er mikilvægt að varðveita.

Gera ný klónasöfn og/eða viðhalda og endurnýja eldri söfn.

Hvetja opinbera aðila jafnt sem einkaaðila til að nota harðger yrki garð- og landslagsplantna. Samhliða því þarf að tryggja aðgengi ræktenda að móðurplöntuefnivið þessara tegunda.

Vernda búsvæði íslenskra tegunda og nánustu skyldleikahópa sem hafa gildi fyrir garðrækt á Íslandi og Norðurlöndum.

Safna efnivið og þekkingu á innlendum tegundum til notkunar á garða- og skógræktarsvæðum og við frágang framkvæmda á sérstökum náttúrusvæðum.

Koma upp safni innlendra tegunda til frekari rannsókna, varðveislu og úthlutunar móðurplöntuefniviðar m.a. safn íslenskrar blæspar, reyniviðar, eini og skógarbotnstegunda.

BÚFÉ

Íslensk búfjarrækt býr við þá sérstöðu að búfé hefur búið hér við einangrun frá landnámi og byggir því að mestu á séríslenskum erfðaaauðlindum.

Með vaxandi vitund um mikilvægi þess að varðveita erfðafjölbreytni hefur áhersla verið lögð á að greina uppruna búfjarkynja og skyldleika við önnur kyn. Slíkar rannsóknir byggjast á sögulegum gögnum, svipfarseiginleikum og sameindaerfðafræði. Í stuttu máli má telja líklegt að íslensku húsdýrin séu að mestu ættuð frá Noregi og hafi borist hingað til lands um landnám þó svo að ekki hafi verið sýnt fram á það óyggjandi.

Í samanburði við evrópsk kyn kemur sérstaða íslenskra búfjarkynja skýrt fram⁵¹ en helsta ástæðan er sennilega einangrun búfjár hér á landi. Við landnám er talið að hingað hafi borist hundar, hross, nautgripir, sauðfé, geitfé, svín og hænsn. Talið er fullvíst að landnámssvínið hafi dáið út á 16. öld, en að annars megi hér finna afkomendur allra þeirra búfjarkynja sem hingað bárust við landnám.

Eitt helsta einkenni íslenskrar búfjarræktar er að ekki er hægt að tala um mismunandi búfjarkyn í sama skilningi og í nágrennalöndunum og telst íslenska búféð í meginatriðum einn ræktunarhópur innan hvernar tegundar. Fjárskipti og flutningar hafa jafnað mun milli landshluta og almenn notkun sæðinga í nautgriparækt og sauðfjarrækt hefur orðið til þess að sömu kynbótagripir eiga hlutdeild í hjörðum um allt land.

Annað einkenni íslenskrar búfjarræktar er að þættir eins og litir og hornalag hafa ekki verið samræmd eins og tíðkast víða erlendis þegar aðgreina á t.d. tvö kúakyn í sundur⁵².

Mat á varðveislugildi

Ýmsum aðferðum er beitt til að meta varðveislugildi stofna. Oft er miðað við aðra stofna í sama landi, en jafnframt litið svo á að stóra stofna þurfi ekki að meta sérstaklega⁵³, enda sé ekki þörf aðgerða til varðveislu. Stóru íslensku búfjarkynin falla í þann flokk en ef til þess kemur að meta eigi varðveislugildi gagnvart öðrum kynjum eru nokkur atriði sem hafa þarf í huga⁵⁴:

(1)
Er stofninn í
fyrirsjáanlegri
útrýmingarhættu?

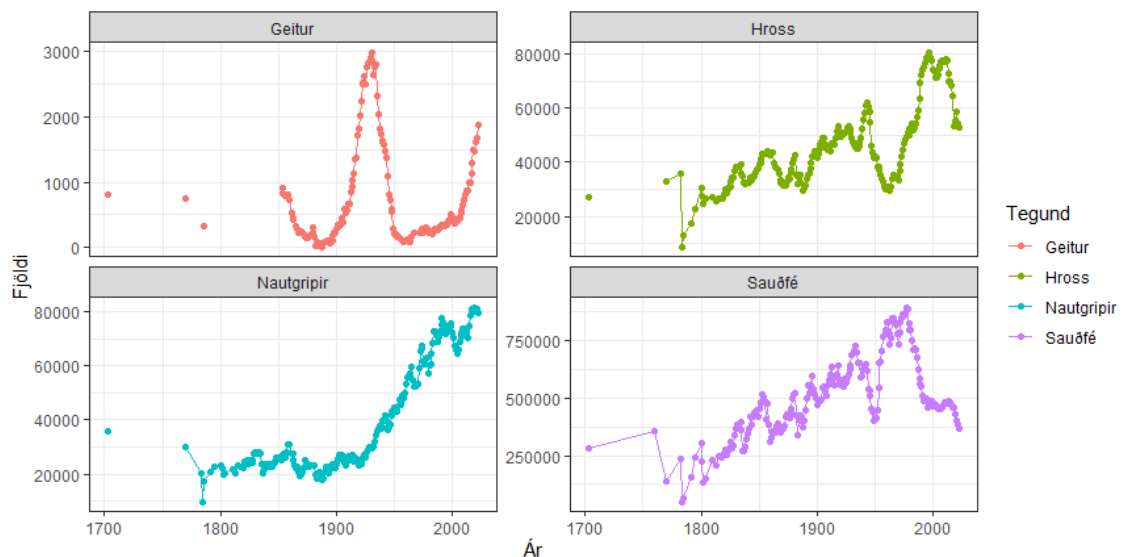
(2)
Er stofninn
aðlagður sérstökum
umhverfisskilyrðum?

(3)
Er stofninn
markaðslega
samkeppnisfær við
aðra stofna?

(4)
Býr stofninn
yfir einstæðum
eiginleikum?

(5)
Hefur stofninn
þjóðmenningarlegt
og sögulegt gildi?

(6)
Er stofninn mikilvægur
til að viðhalda almennri
erfðafjölbreytni innan
tegundarinnar?



Mynd 5 Brúun fjölda búfjár 1703-2022 (Heimild: Hagskinna, 1997 og Hagstofa Íslands, 2022)

Leiðir til varðveislu

Þrjár leiðir eru jafnan nefndar til verndar búfjarkynjum:

(1) **In situ** varðveisla þar sem gripirnir eru haldnir til framleiðslu og stofninn fjárhagslega sjálfbær til lengri tíma litið. Með því helst erfðabreytileiki við og stofninn varðveitir aðlögunarhæfni⁵⁴.

(2) **Ex situ** varðveisla felur í sér að gripir eru aðeins haldnir í varðveisluskyni. Gripir eru fáir, framleiðsla lítil og kostnaður hár. Sérstaða stofnsins helst en aðlögunarhæfni síður⁵⁴.

(3) **Cryoconservation** varðveisla felur í sér varðveislu á frystum fósturvísimum, sæði eggjum og vefjum sem gerir mögulegt að styðja við varðveislu húsdýrakynja og mögulega endurskapa einstaklinga sem búa yfir verðmætum eiginleikum⁵⁵.

Genbankar þjóna mikilvægu hlutverki og eru öflug tól til að varðveita erfðaeftni (*ex situ - in vitro conservation*) og geta þjónað sem öryggisnet fyrir framtíðina og til að styðja við plöntu- og búfjarrækt. Helstu ógnanir sem steðja að húsdýrum á heimsvísu eru hve fá húsdýrakyn, af þeim fjölda sem til er, standa undir stærstum hluta af matvælaframleiðslu heimsins, hnattræn hlýnun, sníkjudýr og smitsjúkdómar, ágengar tegundir og mengun svo eitthvað sé nefnt. Evópusambandið og FAO hafa undanfarin ár lagt mikla áherslu á að aðildarlönd starfræki genbanka fyrir húsdýr hliðstætt genbanka fyrir plöntur. FAO hefur gefið út ítalegar leiðbeiningar fyrir frystingu á erfðaeftni (*Innovation in cryoconservation of animal genetic resources*)⁵⁵.

Varðveisla á erfðaeftni íslenskra búfjarkynja er ekki skipulögð sérstaklega og er alfarið á hendi ræktunaraðila, eingöngu fryst sæði. Eðlilegt er að þessi starfsemi heyri undir genbanka í umsjón opinberra aðila til að draga úr hættu á ófyrirséðum áföllum.

Nauðsynlegt er að fylgjast vel með skyldleikarækt hjá geitfé, forystufé, nautgripum, hrossum og sauðfé. Þátttaka í skýrsluhaldi er almenn og ættfærslur góðar, það eru því allir möguleikar á að forðast skyldleikarækt. Að óbreyttu verður því að telja að varðveisla erfðafjölbreytileika nautgripa, sauðfjár og hrossa sé í góðu lagi og ekki ástæða til sérstakra aðgerða varðandi þá stofna. Þó er nauðsynlegt að fylgjast með þróun skyldleikaræktar og lækkun virkrar stofnstærða nautgripa, sauðfjár og hrossa. Á undanförunum árum er merki um allhraða aukningu í skyldleikarækt. Ástæða er til að rannsaka sérstaklega áhrif úrvals á erfðabreytileika þessara stofna og kanna hvort merkja megi s.k. erfðarof (genetic erosion) sem kemur fram sem tap á breytileika og aukin hættu á útbreiðslu gena sem hafa óæskileg áhrif⁵⁶. Rýrnun erfðabreytileika getur leitt til lakari lífsþróttis erfðahópa og mikilvægt er að bregðast við slíkri þróun ekki síst fyrir einangruð kyn sem ekki finnast annars staðar.

Sérstaklega þarf að huga áfram að verndun geitastofnsins og eftirliti með forystufé. Erfðanefnd landbúnaðarins gaf út árið 2012 verndaráætlun fyrir íslenska geitastofninn, sem er aðgengileg á heimasíðu nefndarinnar, www.agrogen.is. Auk þess má benda á mikilvægi þess að fylgst sé með einstökum litum og öðrum eiginleikum í búfé. Endurtekið hafa komið upp hugmyndir um innflutning erfðaeftnis til blöndunar við kúakynið og mun slíkur innflutningur hafa áhrif á varðveislugildi stofnsins. Aukinn innflutningur búfjárafurða hefur einnig breytt samkeppnisstöðu

innlendarar búfjarræktar til hins verra og aukið þörf á eftirliti og aðgerðum til verndunar, ekki síst í nautgriparækt.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Að vekja athygli stjórnvalda á nauðsyn þess að vinna að stofnun genbanka fyrir erfðaefni búfjár og tryggja þannig langtíma varðveislu erfðaefnis.

Stuðla að erfðarannsóknnum á íslenskum búfjarkynjum sem leiði í ljós þróun og stöðu þeirra með tilliti til erfðabreytileika og nýta niðurstöður í átt að sjálfbærri ræktunarstefnu.

Til að standa vörð um erfðaaauðlindir í landbúnaði er nausynlegt að vendun þeirra tegunda búfjár sem standa höllustum fæti sé tryggð.



NAUTGRIPIR (*Bos taurus*)

Kýrin gegndi sérstakri stöðu í sveitum landsins þegar mjólk var nánast eina uppspretta nýmetis á útmánuðum. Kýr voru ekki settar á guð og gaddinn og fór stofninn því ekki hlutfallslega jafnlangt niður í harðindum og annað búfé.

Útlitseinkenni og blóðflokkar sýna líkindi við Þelamerkur-, Dala- og Þrændakýr⁵⁷. Arfgerðargreining kynja frá Skandinavíu og Eystrasaltslöndunum bendir til sérstöðu íslenska kúakynsins og að uppruna sé að leita í norðanverðri Skandinavíu⁵⁸. Niðurstöður arfgerðargreininga

frá 2017-18 sýna að íslenska kúakynið hefur mestan skyldleika við “Finncattle (Eastern, Northern og Western)” og “Svensk Fjällrasavel”. Niðurstöður eru í samræmi við sögulegar heimildir og áætlaður aðskilnaðartími norskra og íslenskra kúakynja stenst á við tíma frá landnámi⁵⁹.

Nokkur dæmi eru um innflutning nautgripa á 18. og 19. öld, t.d. danskra nautgripa árið 1838 að Möðruvöllum og um 1870 að Spákonufelli og að afkomendur þeirra hafi dreifst nokkuð um landið⁶⁰.

Bættar samgöngur juku flutning nauta milli landshluta sem jafnaði mun innanlands og varð enn áhrifaríkara með tilkomu sæðingastöðva. Áhersla á ákveðin svipgerðareinkenni hefur verið lítil og því hefur fjölbreytni í litum haldist. Litafjölbreytileiki er töluverður í stofninum, en algengustu litir eru rautt og bröndótt en sjaldgæfastar eru sægráar kýr⁶¹.

Íslenski kúastofninn telur í dag rúmlega 79.000 gripi, þar af tæplega 26.000 mjólkurkýr⁶². Skýrsluhald í nautgriparækt er mjög gott með 100% þátttöku⁴⁹ og eru rúmlega 90% kúnna en aðeins tæplega 30% kvígna sæddar⁶³. Kynbótaskipulag miðast við einn ræktunarhóp⁶⁴ sem endurspeglast í því að skyldleiki milli sveita var árið 2000 svipaður og innan sveita⁶⁵.

Fyrir árin 2000-2005 og var aukning í skyldleikarækt yfir kynslóð 0,43% og virk stofnstærð 115 gripir saman borið við 0,79% og 63 gripi fyrir árin 2005-2010⁶⁶. Skyldleikaræktarstuðull metinn með erfðamörkum var 8,8-9,7% og virk stofnstærð 111 einstaklingar. Engar vísbendingar fundust um skiptingu stofnsins í undirhópa né heldur um erfðafræðilega flöskuhálsa⁶⁷. Nýrri niðurstöður sýna skyldleikaræktarstuðul út frá ætterni upp á 6,2% og 10,1% samkvæmt lengd arfhreinna svæða (ROH, e. runs of homozygosity). Virk stofnstærð fyrir árin 2009-2017 samkvæmt ætterni, lengd arfhreinna svæða (ROH), erfðafræðilegu tengslafylki og aukningu í skyldleikarækt var 81, 65, 60 og 92 í sömu röð⁶⁸. Þessar niðurstöður sýna að skyldleikaræktin fer vaxandi og því er ástæða til að ítreka ábendingar um nauðsyn þess að nýta aðferðir í ræktunarstarfinu sem sporna við aukningu skyldleikaræktar.

Meðal ársnyt hefur aukist undanfarin ár og í samanburði við gömul norræn kúakyn telst íslenska kýrin standa sig vel. Auk þess hefur tíðni erfðavísa fyrir próteingerðum í mjólk mælst ólík því sem algengt er í öðrum evrópskum kynjum. Telst sá munur jákvæður með tilliti til hollustu og vinnslu mjólkur⁶⁹. Ekki er vitað hvort þessi tíðni hefur haldist óbreytt undanfarin 25 ár. Há tíðni kálfadauða hjá fyrsta kálfs kvígum er vandamál sem hefur herjað á íslenska kúastofninn undanfarna áratugi^{70,71}. Verið er að vinna að rannsókn á mögulegum erfðafræðilegum orsökum kálfadauða og þróað hefur verið kynbótamat fyrir eiginleikana lifun kálfa og gang burðar svo

hægt sé að nýta þessar upplýsingar fyrir kynbótastarf íslenska kúastofnsins⁷². Auk þess er í gangi PhD verkefni við Landbúnaðarháskóla Íslands sem fjallar meðal annars um tíðni og áhættuþætti kálfadauða og burðarerfiðleika hjá íslenskum kúm.

Um nokkurra áratuga skeið hefur verið í landinu stofn Galloway nautgripa. Þrátt fyrir 85 ára sögu hér á landi hefur erfðanefnd landbúnaðarins ályktað að ekki sé ástæða til að telja Galloway gripa hér íslenskan stofn með sjálfstæðu verndargildi. Auk þess eru ræktaðir holdanautgripir af Limousin og Aberdeen Angus kynjum.

Frá árinu 2017 hafa verið fluttir inn fósturvísar af Angus kyni frá Noregi og settir í íslenskar fósturmæður á sérstakri einangrunarstöð á Stóra-Ármóti í Flóahreppi. Markmið þessa verkefnis er að endurnýja holdanautastofninn og auka möguleika bænda á framleiðslu nautakjöts. Þessi stofn er ekki ætlaður til innblöndunar í íslenska kúakynið. Reglulega hafa komið upp umræður um innflutning á erlendu kúakyni til mjólkurframleiðslu.

Það er trúlega einsdæmi að til sé virkt, kynbótahæft kúakyn með jafn langa, einsleita og trausta forsögu og hið íslenska. Íslenski kúastofninn er nægilega stór til að standa undir virku kynbótastarfi og meðan hann er eini kúastofn landsins þarf ekki að hafa áhyggjur af viðgangi hans, en aðgæslu þarf vegna skyldleikaræktar. Tímamót urðu í nautgriparæktinni í lok árs 2022 þegar erfðamengjaúrval var tekið upp með tilheyrandi umbyltingu á því kynbótaskipulagi sem hefur verið við lýði undanfarna áratugi. Erfðamengjaúrval er úrvalsaðferð sem byggir á að greina erfðamörk (SNP) á skilgreindum svæðum á tilteknum litningum og áhrif þeirra á eiginleika ræktunarmarkmiða í erfðahóp⁷³. Unnið er að nýju kynbótaskipulagi fyrir stofninn þar sem verður m.a. horft til notkunar á kjörerfðaframlögum (e. Optimal Contribution Selection) við val og notkun á nautum (Guðmundur Jóhannesson, 2023, munnleg heimild).

Ekki er ljóst að svo stöddu hvaða áhrif nýtt kynbótaskipulag muni hafa á skyldleikarækt innan stofnsins⁷⁴. Að óbreyttu verður að telja stöðu íslenska kúastofnsins allgóða og því ekki þörf fyrir umfangsmiklar aðgerðir honum til verndar en breytinga er sennilega að vænta sem fylgjast þarf með. Ástæða er til árvækni varðandi mögulegar breytingar á stöðu stofnsins og ef markaðsaðstæður breytast.

Nautasæði hefur frá upphafi sæðinga verið safnað og geymt í frysti hjá Nautastöð Bændasamtaka Íslands (NBÍ ehf) og mun vera til þar sæði úr öllum nautum sem verið hafa á stöðinni til lengri tíma varðveislu.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Fylgjast náið með ástandi stofnsins m.t.t. stærðar erfðahópsins og kynbótamarkmiða og áhrifa nýrra kynbótaaðferða á skyldleikarækt.

Skoða hvernig best sé að innleiða notkun á kjörerfðaframlögum, þ.e. hvernig og hvar í valferli foreldra næstu kynslóðar sé best að beita þeim til þess að hamla skyldleikarækt.

Staðsetja erfðavísa sem stjórna hornalagi nautgripa, sem og einstökum litum, sér í lagi gráum litum en einnig svörtum, rauðum, bröndóttum, kolóttum o.fl.

Gera úttekt á verðmæti og verndunargildi kúastofnsins. Þar verði einnig tekið á ræktun og viðhaldi verndaðs stofns ef til innflutnings kemur.

Á fimm ára fresti óskar erfðanefnd eftir skýrslu frá BÍ/RML um erfðafræðilega stöðu stofnsins, næst árið 2026.



SAUÐFÉ (*Ovis aries*)

Íslenska sauðféð tilheyrir flokki Norður-Evrópsku stuttrófufjár en í útlitseinkennum líkist það mest norska dindilfénu (Norsk Spælsau).

Niðurstöður samanburðarrannsókna á sauðfjárkynjum í norðanverðri Evrópu gefa til kynna ótvíræða sérstöðu íslenska stofnsins og staðfesta skyldleika við norskt stuttrófufé og fé frá Grænlandi, sem er að mestu leiti hreinræktað íslenskt fé, og Færeyjum⁷⁵.

Fyrsti innflutningur sem vitað er um eftir landnám var um miðja 18. öld, en hann fór hraklega vegna kláða sem fylgdi innflutta fénu. Var því útrýmt með skipulögðum niðurskurði í flestum sýslum landsins og fjárskiptum eftir fjárlaus ári. Þetta þýddi að fjárstofnar á Suður-, Vestur- og Norðurlandi hurfu en fé af austurhluta landsins kom í staðinn. Móðuharðindin höfðu enn fremur mikil áhrif á stofnstærðina (Mynd 5). Kláðinn gaus upp aftur um miðja 19. öld að líkindum vegna innflutnings og leiddi til einhvers niðurskurðar þó mest væri beitt öðrum ráðum^{76,77}.

Oxford Down hrútur sem fluttur var til landsins 1878 bar riðuveiki með sér og upp úr 1930 voru fluttir inn gripir af Border Leicester og Karakúl fjárkynjum. Með Karakúlfénu fylgdu smitsjúkdómar sem urðu tilefni til kerfisbundins niðurskurðar og fjárskipta fram yfir miðja 20. öld^{76,77}.

Seinasti innflutningur var 1945-46 þegar flutt var inn sæði og hrútar af þremur breskum fjárkynjum^{76,77}. Við fjárskiptin á 20. öld voru þeir ræktunarhópar sem til voru flestir felldir og blendingar af innfluttum stofnum féllu sömuleiðis.

Heildar fjárfjöldi er nú rúmlega 365 þúsund (2022)⁶² vetrarfóðraðar kindur og af þeim eru um 96% skýrslufærðar⁷⁸ sem er einstakt í svo stórum fjárstofni og gefur möguleika á að fylgjast náið með skyldleikarækt innan stofnsins. Stærðin er nægileg til að standa undir mjög öflugum kynbótastarfi⁷⁹. Íslenska féð hefur þannig mikla sérstöðu meðal skyldra kynja þar sem stofnar eru smáir og jafnvel þegar blandaðir íslensku fé.

Miklar hömlur hafa verið á flutningi hrúta á milli bæja vegna sauðfjárveiki varna í nokkra áratugi. Í hólfulum sem teljast ósýkt eða hrein hafa bændur mátt flytja hrúta á milli bæja en í hólfulum þar sem riðuveiki hefur greinst á síðustu 20 árum hefur ekki verið leyfður flutningur milli búna. Hafa bú á þessum svæðum einungis getað keypt hrúta frá fjársölusvæðum (úr hreinum hólfulum). Í kjölfar þess að verndandi arfgerðir og mögulega verndandi arfgerðir gegn riðuveiki hafa fundist hér á landi var gerð reglugerðarbreyting sumarið 2023 sem leyfði flutning milli bæja innan sýktra svæða og yfir varnarlínur samkvæmt ákveðnum skilyrðum á lambhrútum með verndandi og mögulega verndandi arfgerðir.

Sauðfjársæðingar eiga sér ríka hefð hér á landi. Sæddar ær sem hlutfall af fullorðnum ám var 8% á árunum 2013 til 2017 en 6% að jafnaði árin 2018 til 2022. Ef skoðaðir eru ásettir hrútar árin 2015 til 2022 eru að jafnaði 33% þeirra undan sæðingahrútum. Ætla má að á næstu árum gæti orðið aukning á notkun sæðinga í tengslum við innleiðingu verndandi arfgerða.

Söfnun á frystu hrútasæði til langtíma varðveislú hófst hjá Sauðfjársæðingastöð Suðurlands árið

2005 og er markmiðið að koma upp hliðstæðu safni og hjá nautgripum. Erfðanefnd landbúnaðarins veitti styrk til þessa verkefnis.

Skyldleikaræktarstuðull yfir 700.000 lamba fæddra 1998-2002⁸⁰ var að meðaltali um 1,3%. Önnur úttekt á skýrslufærðu fé (fætt 1977-2011) sýndi að skyldleikaræktarstuðull fjár sem fætt var 2011 var að meðaltal um 2,0% ef ekki var tekið tillit til misjafnrar ættfærslu en nær 3,5% hjá gripum með mjög góða ættfærslu. Skyldleikarækt er hægt vaxandi í stofninum og á árunum 2006-2011 mældist aukningin 0,53% á ári á 40 búum með hyrnt fé og 0,42% á ári á 20 búum með kollótt fé⁸¹. Ný úttekt á skyldleikarækt frá 2018 sýndi að meðalskyldleikarækt á fæddra 2009-2013 á 42 búum var 4,0%⁸². Egill Gautason (óbirt gögn) mat virka stofnstærð íslenska sauðfjárstofnsins á bilinu 200-250 með ætternisgögnum árið 2023.

Varðveist hafa mismunandi litir sem allir eru víkjandi fyrir hvítu og haldast við í stofninum þó svo mislitar kindur séu lítill hluti hans. Erfðavísir fyrir grábotnóttu er þó talinn glataður. Nýtt litaafbrigði kom nýlega fram í kindum í Lóni og hefur verið nefnt úlfgrátt. Það sýnir erfðamynstur sem er frábrugðið öðru mislitu⁸³. Þetta afbrigði þarf að varðveita og rannsaka frekar. Mælt er með því að fylgjast áfram með lita- og hornaafbrigðum svo grípa megi til ráðstafana ef í óefni horfir. Tvö tilfelli fjölbrigðni eru þekkt sem bæði valda aukinni frjósemi; kennd við ættmæður þeirra ætta þar sem áhrifin komu fyrst fram, Þoku frá Smyrlabjörgum í Suðursveit og Lóu frá Hafrafellstungu í Öxarfirði. „Þokusamsætunni“ hefur verið dreift töluvert með sæðingum en „Lóusamsætan“ er staðbundin í Norður-Þingeyjarsýslu⁸⁴.

Riða hefur komið upp á undanförunum árum og hefur verið beitt niðurskurði í baráttunni við þennan illvíga sjúkdóm. Uppgötvun arfgerða sem veita vernd gegn riðuveiki í íslenska fjárstofninum gefur möguleika á að verjast riðuveiki með ræktun þolins stofns í stað niðurskurðar heilla hjarða eða sauðfjár í heilum sveitum. ARR samsætan, sem er alþjóðlega viðurkennd sem verndandi fannst aðeins á einu búi í upphafi en hefur nú fundist í fleiri landshlutum og verið dreift með sæðingum og lambhrútasölu um allt land. Stíft val fyrir ARR samsætunni kann því að leiða til taps á erfðafjölbreytileika. Niðurstöður hermírannsóknar benda til að skyldleikarækt aukist og virk stofnstærð minnki við stíft val fyrir ARR samsætunni. Aftur á móti haldist virk stofnstærð vel innan marka ef hrútar í notkun eru endurnýjaðir árlega samhliða hraðri innleiðingu⁸⁵. Rannsóknir benda til að fleiri arfgerðir en þær sem innihalda ARR samsætuna geti verið verndandi gegn riðu hér á landi⁸⁶ (Stefanía Þorgeirsdóttir o.fl. óbirt gögn; Vincent Béringue o.fl. óbirt gögn). Þær áætlanir sem settar hafa verið fram um innleiðingu miða að því að viðhalda erfðafjölbreytileika samhliða hraðri innleiðingu. Það gerist bæði með skipulagðri endurnýjun hrúta sem bera ARR arfgerðir og því að horfa einnig til mögulega verndandi arfgerða. Virkt eftirlit með erfðafjölbreytileika er þó mikilvægt á meðan innleiðingin fer fram.



Mynd 8 Flatnös Forsetadóttir forystuær leiðir hópinn (Mynd: Valdís Eimarsdóttir)

FORYSTUFÉ

Forystufé hefur verið þekkt hér á landi frá upphafi byggðar og verið litið á það sem hluta af íslenska sauðfjárkyninu og rætt um línu eða undirstofn innan þess. Eiginleikar forystufjár eru taldir vera einstakir á heimsvísu og ekki vitað um sauðfé með sambærilega eiginleika í atferli og útliti. Forystufé er lýst sem fremur háreistu með vökul augu og fylgist vel með fjárhóp sem það er í. Það er kvíkt í hreyfingum og vekur gjarnan athygli í fjárhópi, með stór augu sem oft eru dekkri en í öðru fé, og augnaráðið rannsakandi^{76,89}. Því er einnig lýst sem harðgerðu með

sérstaka forystueiginleika⁸⁷. Sagnir af forystufé eru margar⁸⁸ en ekki hefur verið rannsakað hvernig forystueiginleikinn erfist. Frá 2017 hefur forystufé verið skilgreint sem sérstakt fjárkyn og er í dag skráð í skýrsluhald sauðfjárræktarinnar (FJÁRVÍS) og merkt sérstaklega sem forystufé.

Ræktunarhópurinn er lítill og dreifður og gagnsemi eiginleikans mun minni nú en áður var. Fjöldi hreinræktaðs forystufjár er undir 1000 og heildarfjöldi með blendingum tæplega 4000 (Gunnfríður Elín Hreiðarsdóttir, 2023, munnleg heimild), yfirleitt eru mjög fáar kindur á hverjum bæ. Eiginleikarnir eru hins vegar svo einstakir að leggja verður ríka áherslu á að forystuféð hverfi ekki. Um árabil hafa verið forystuhrútar á sæðingastöðvunum en nauðsynlegt er að skipta ört um sæðingahrúta fyrir svo lítinn ræktunarhóp. Framan af voru sömu hrútar nokkuð lengi í notkun á stöðvunum og mikil notkun einstakra hrúta olli aukningu í skyldleikarækt forystufjárins um tíma⁸⁹. Úttekt var gerð á stofninum árið 2015⁸⁹ og sýndu niðurstöður að meðal skyldleikarækt var 2,74% og hafði aukist frá rannsókn sem gerð var 2004⁹⁰ þá reyndist meðal skyldleikarækt 1%. Vitað er að eyður eru enn í ættfærslum og því viðbúið að skyldleikarækt forystufjár sé enn vanmetin. Auk þess kom í ljós að 92% forystufjár er mislitt og 97% tvíhyrnt⁸⁹. Fræðafélag um forystufé gerði úttekt á tíðni riðuarfgerða hjá forystufé í N-Þingeyjarsýslu með stuðningi frá erfðanefnd landbúnaðarins. Niðurstöður sýndu að af þeim 204 gripum sem voru prófaðir, voru ríflega 70% arfblendnir eða arfhreinir fyrir áhættuarfgerð⁹¹. Há tíðni áhættuarfgerðar þrengir val forystuhrúta af þessu svæði til notkunar á sæðingastöð.

Íslenska forystuféð telst í útrýmingarhættu út frá alþjóðlegum viðmiðum og leggja þarf áherslu á að fjölga í stofninum og vinna gegn skyldleikarækt eins og kostur er.

Stofnað hefur verið áhugamannafélag um ræktun forystufjár og Fræðasetur um forystufé, staðsett á Svalbarði í Þistilfirði, (<http://www.forystusetur.is>) er ásamt Bændasamtökum Íslands, eðlilegur samstarfsaðili erfðanefndar landbúnaðarins um málefni íslenska forystufjárins. Fræðasetrið vinnur nú að söfnun ætternisupplýsinga um forystufé í N-Þingeyjarsýslu sem vonast er til að fylli betur upp í heildarmyndina um ættir forystufjár.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Hvetja ræktendur til að viðhalda erfðafræðilegri sérstöðu íslensks sauðfjár, svo sem varðandi litafjölbreytni, hornalag, frjósemiseiginleika o.fl.

Að vel verði fylgst með hvaða áhrif ræktun fyrir riðumótstöðu kann að hafa á erfðafjölbreytileika íslenska sauðfjárstofnsins.

Að gæta þurfi sérstaklega að varðveislu allra einkenna sauðfjárstofnsins við innleiðingu verndandi riðuarfgerða.

Að ná öllu forystufé landsins inn í skýrsluhald og ná þannig saman heildstæðum upplýsingum um ætterni forystufjár.

Að hvetja til fjölgunar forystufjár þannig að stofnstærð nái alþjóðlegum viðmiðunum um fjölda í stofnum sem ekki eru í útrýmingarhættu.

Gerð verði verndar- og ræktunaráætlun fyrir íslenska forystuféð með það að markmiði að draga úr aukningu skyldleikaræktar og viðhalda og helst auka stærð erfðahópsins.

Hvetja til þess að forystufé verði tilnefnt á heimsminjaskrá UNESCO.

Á fimm ára fresti óskar erfðanefnd eftir skýrslu frá BÍ um erfðafræðilegt ástand sauðfjarkynjanna og kynbótamarkmið, næst árið 2024.



HROSS (*Equus ferus caballus*)

Varðandi uppruna landnámshrossa og skyldleika við önnur kyn hefur verið stuðst við sagnfræðilegar heimildir og samanburð á útliti og gangtegundum. Lengst af hefur verið talið að íslenski hesturinn eigi einsleitan uppruna og hafa menn sérstaklega horft til Nordlandshestsins sem nánasta ættingja⁹¹. Annar möguleiki er sá að hrossin eigi blandaðan uppruna frá norðvestanverðri Evrópu⁹². Þessar hugmyndir eru studdar DNA rannsóknum en þær sýna jafnframt að þau kyn sem standa næst stofninum eru færeyski hesturinn, norski Fjarðarhesturinn og Hjaltlandseyjahesturinn⁹³.

Í Móðuharðindunum minnkaði hrossastofninn mikið en óx hratt aftur. Stofninn hérlendis telur nú um 73 þúsund hross en erlendis eru um 200 þúsund íslensk hross (www.feif.org) og er hesturinn ræktaður í 22 aðildarlöndum FEIF (Alþjóðasamtök Íslandshestafélaga). Árlega fæðast á bilinu 4000-5000 folöld hér á landi og um 99% þeirra eru skráð í WorldFeng, sem er viðurkennd upprunaættbók íslenska hestsins.

Einstaka litaafbrigði eru sjaldgæf en ekki er talið að nein litarafbrigði hafi glatast og áhugi er á að varðveita fjölbreytileikann⁹⁴. Nýr litur sem kallaður er „ýruskjótt“ kom fram árið 2013, þá fæddist hestfolald sem er beikálótt í grunninn og ýruskjótt⁹⁵. Af 168 skráðum afkvæmum þessa hests eru 96 ýruskjótt (Worldfengur, 2023). Fagráð í hrossarækt hefur meðal annars beitt sér fyrir viðhaldi litföróttra og ýruskjótttra hrossa. Auk þess hefur komið fram litaafbrigði alhvíttra hrossa⁹⁶.

Bættar samgöngur og sæðingar hafa aukið notkun einstakra stóðhesta mikið sem leitt getur til skyldleikaræktar. Skyldleiki milli stóðhesta árið 2003 var 2,3% að meðaltali og hafði tvöfaldast á áratug⁹⁷. Erfðafjölbreytileiki stofnsins hefur farið minnkandi undanfarna áratugi. Virk stofnstærð íslenska hrossastofnsins hefur verið metin endurtekið. Aukning í skyldleikarækt yfir eitt ættliðabil samsvaraði 365 gripum í virkri stofnstærð árið 1989⁹⁷. Síðan hefur virka stofnstærðin minnkað töluvert árið 2000 var virk stofnstærð 275 gripir⁹⁸, árið 2010 var virk stofnstærð metin 122 gripir⁹⁹ og síðast þegar virka stofnstærðin var metin árið 2022 var hún 103 gripir¹⁰⁰.

Skýrsluhald fyrir íslensk hross er öflugt og eru að meðaltali rúmlega 82% af ættartölum íslenskra hrossa þekktar fimm kynslóðir aftur. Það er mikilvægt til að fylgjast vel með þróun skyldleikaræktar í stofninum og einnig að sporna við of mikilli aukningu skyldleikaræktar. Um nokkurra ára skeið hefur valparana forrit sem Dr. Þorvaldur Árnason hannaði verið hrossaræktendum aðgengilegt í WorldFeng (upprunaættbók íslenska hestsins) en þar geta ræktendur skoðað skyldleika þeirra gripa sem ætlunin er að para saman og séð þar með skyldleikræktarstuðul væntanlegs afkvæmis. Þetta þarf að kynna vel á hverjum tíma fyrir ræktendum þannig að þeir geti forðast of mikla skyldleikarækt. Í ljósi umtalsverðrar minnkunar í erfðafjölbreytileika kynsins, sem að framan er getið er vert að skoða afar fljótlega hvaða aðrar leiðir eru færar til að vernda erfðafjölbreytileika íslenska hestsins á Íslandi þar sem sá hópur er lokaður erfðahópur (innflutningur á erfðaefni til landsins er bannaður).

Reglugerð um uppruna og ræktun íslenska hestsins nr. 442/2011 með síðari breytingum (476/2018) er ætlað að tryggja viðurkenningu á Íslandi sem upprunalandi íslenska hestsins,

tryggja áframhaldandi ræktun hans og tryggja áreiðanleika þeirra upplýsinga sem skráðar eru í upprunabók íslenska hestsins, Worldfeng. Þar er Bændasamtökum Íslands falið að halda upprunaættbók hestsins og bera ábyrgð á að færa í hana upplýsingar um hreinræktuð íslensk hross sem uppfylla skilyrði þessarar reglugerðar. Þá eru ræktunarmarkmið og reglur um mat íslenskra kynbótahrossa fest í viðauka.

Staða hrossastofnsins er tryggð með sérstakri reglugerð og ekki er fyrirsjáanleg nein bein ógnun við stofninn, en þó þarf að hafa í huga að virk stofnstærð hefur minnkað umtalsvert á síðastliðnum árum.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Hvetja ræktendur til að viðhalda erfðafræðilegri sérstöðu hrossastofnsins, s.s. litafjölbreytni og gæta þess að einstakir litir glattist ekki úr stofninum.

Hvetja ræktendur til að sporna gegn aukningu skyldleikaræktar.

Hvetja fagráð í hrossarækt til að skoða hvað megi gera innan fárra ára til að vernda erfðafjölbreytileika stofnsins.

Fela Erfðalindasetri LbhÍ að fylgjast með tíðni lita innan stofnsins.

Á fimm ára fresti óskar erfðanefnd eftir skýrslu frá BÍ um erfðafræðilegt ástand hrossastofnsins og kynbótamarkmið, næst 2024.

Hugað verði að því að safna erfðaefni úr stofninum til langtíma varðveislu



• Mynd 10 Íslenskar geitur að hausti til (Mynd: Birna Kristín Baldursdóttir)

GEITUR (*Capra aegagrus hircus*)

Geita er lítið getið í heimildum enda er í fornum frásögnum einkum fjallað um hag hinna ríku. Hafi geitur verið meðal bústofns kann að vera að þær hafi verið vantaldar af þeim sökum, enda oft kallaðar „kýr fátæka mannsins“¹⁰¹. Þó eru örnefni sem benda til geitahalds frá upphafi búsetu á Íslandi. Rannsókn á skyldleika Norður evrópskra geitakynja leiddi í ljós skyldleika við norskar og finnskar geitur¹⁰² og líkjast íslensku geiturnar norskum geitum að lit og hornalagi¹⁰³. Ekki er vitað til þess að geitur hafi verið fluttar inn frá landnámi. Samkvæmt dýrabeinafornleifafræði var geitfé nokkuð algengt á fyrstu öldum Íslandsbyggðar en eftir 1200 fer þeim fækkandi¹⁰⁴.

Geitfjárstofninn hefur líklega aldrei verið stór og frá fyrstu áreiðanlegu talningu 1703 hefur fjöldinn nær alltaf verið innan við 1000 gripir (Mynd 5). Undantekning eru þó árin frá 1900 og framundir seinna stríð, en þá komst stofninn í nærri 3000 dýr. Þessi umtalsverða fjölgun er meðal annars talin skýrast af aukinni þéttbýlismyndun í byrjun 20 aldar og efnahagskreppu sem fylgdi í kjölfar styrjaldaráranna 1914-1918. Fráfærur, sem höfðu tíðkast frá landnámi, lögðust af en sauðamjólkin hafði verið mikilvæg þjóðinni. Geitur fóðruðust ágætlega á sinubornu útheysi með beit en útilokað var að fóðra kýr með þeim hætti¹⁰⁴. Hrun stofnsins á árunum 1930-1960 má meðal annars rekja til þess að minni þörf var fyrir mjólkurgeitur eftir stofnun mjólkursamlaga og bændur fóru að stækka tún og fjölga kúm. Niðurskurður vegna riðu og fjárskiptin höfðu líka áhrif til fækkunar. Stofnstærð hefur farið mjög langt niður, undir 100 dýr 1881-1896 og aftur í 100 dýr 1960¹⁰⁴. Unnið hefur verið að skráningu upplýsinga um sögulega þróun stofnsins¹⁰⁵ með stuðningi frá erfðanefnd landsbúnaðarins. Upp úr 1960 var ljóst að stofninn var í bráðri útrýmingarhættu og hófst þá skráning á geitum og veittur var sérstakur stofnverndarstyrkur fyrir vetrarfóðraðar skýrslufærðar geitur¹⁰⁴. Eftir það fór geitum að fjölga aftur en voru samt lengst af undir 500. Árið 2012 gaf erfðanefnd landbúnaðarins út verndaráætlun fyrir stofninn og hefur verið unnið markvisst að þeim markmiðum sem þar eru sett fram til verndar stofninum¹⁰⁶. Vetrarfóðruðum geitum hefur fjölgað mikið á undaförnum áratug og töldu í lok árs 2022 1875 samanborið við 729 í lok árs 2010⁶². Geitfjáreign var afar dreifð og voru þær að mestu haldnar í litlum hjörðum. Töluverð breyting hefur orðið á síðustu árum og hefur búum fjölgað og þau stækkað hjá þeim sem halda geitur til afurðaframleiðslu t.d. ostagerðar, ýmsar kjötvörur og band úr fiðu. Stærsta búið heldur ríflega 200 vetrarfóðraðar geitur. Geitfjársetur var stofnað 2012 á Háafelli í Hvítársíðu sem tekur á móti ferðamönnum og hefur það að markmiði að miðla þekkingu um geitur og geitfjárrækt.

Reglur um sjúkdómsvarnir og skipting landsins í varnarhólf með takmörkun á flutningi geita milli landshluta hefur leitt til þess að margar geitahjarðir eru einangraðar og mikið skyldleikaræktaðar. Rannsókn á ætternisgögnum frá 1970-1994 mat meðal skyldleikarækt 26% og í nær fjórðungi geita var hann yfir 40% með hámarki 71%¹⁰³. Fyrri skyldleiki er óþekktur en gera má ráð fyrir að hann hafi verið mikill. Ekki kom fram marktækt sambengi milli skyldleikaræktar og frjósemi í þessari rannsókn. Líkum hefur verið leitt að því að neikvæðir erfðavísar hafi hreinsast úr stofninum og það skýri tilvist hans þrátt fyrir mikla skyldleikarækt¹⁰³.

Rannsókn á erfðafjölbreytileika geitastofnsins frá 2010 þar sem notuð voru bæði ætternisgögn og DNA greiningar leiddi í ljós að skyldleikarækt hafði aukist mikið frá fyrri rannsókn, sem nefnd var hér á undan, og var meðalskyldleikarækt 31,5%, og jókst með þéttari ætternisupplýsingum. Meðalskyldleikarækt mældist um 60% hjá þeim gripum sem voru með bestu ætternisupplýsingarnar.

Erfðagreining sýndi að erfðafjölbreytileiki er afar lítill og með því allra lægsta sem finnst hjá búfjárstofnum. Virk stofnstærð var einnig metin og reyndist vera undir 10 gripum¹⁰⁷. Tengsl milli virkrar stofnstærðar og afkomu stofna er nokkuð vel þekkt og er sú stærð sem oftast er miðað við þegar verið er að meta möguleika stofna til að lifa af eða deyja út¹⁰⁸. Miðað er við að virk stofnstærð sé ekki undir 100 gripum en þyrfti að vera 500-5000 gripir til að viðhalda erfðabreytileika og aðlögunarhæfni til lengri tíma¹⁰⁹. FAO hefur sem viðmið að litlir stofnar sem telja að lágmarki 35 karldýr þurfi að telja að lágmarki 4800-7200 kvendýr til að vera úr bráðri hættu¹⁰⁹ (Tafla 1).

Tafla 1. Viðmið FAO um lágmarksfjölda gripa fyrir litla búfjárstofna sem hætta stafar að. Árabílin (1950-1975), (1976-1995) og (1996-2023) sýna í hvað áhættu íslenski geitfjárstofninn er á hverjum tíma.

	Stofnstærð – viðmið vegna varðveislu				
Miðað við að það sé að fjölga í stofninum og fjöldi hafra (karldýr) > 35	≤ 240	241 -360	361 - 2400	2401 - 4800	4801 - 7200
Mikil hætta á útrýmingu					
Í útrýmingarhættu					
Viðkvæmur					
Ekki í hættu					
	1950-1975	1976-1995	1996-2023		

Heimild: FAO (2015) The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, Italy.

Íslenski geitfjárstofninn telst enn í útrýmingarhættu og núverandi staða hans er mjög viðkvæm. Skyldleiki innan stofnsins er mikill vegna lítills fjölda og vegna þeirra flöskuhálsa sem hann hefur gengið í gegnum. Þó margir erlendir stofnar séu jafn smáir eða smærri er sérstætt að einangraður stofn hafi verið svo lítill um aldir.

Fram kemur í verndaráætlun fyrir íslenska geitastofninn¹⁰⁶ að nauðsynlegar aðgerðir til verndar stofninum séu:

- Að ná heildarstofnstærð íslenska geitfjárstofnsins upp fyrir þau alþjóðlegu lágmark sem sett eru af FAO fyrir stofna í útrýmingarhættu og tryggja ákveðna lágmarksstærð til lengri tíma.
- Að sporna gegn aukinni skyldleikarækt innan stofnsins.
- Að tryggt sé viðunandi utenumhald um ætternisupplýsingar.

- *Að geitfjárræktendur standi jafnfætis öðrum bændum í landinu gagnvart styrkjakerfi landbúnaðarins og þjónustu fagaðila.*
- *Að nýta stofninn með markvissari hætti svo hann öðlist hlutverk sem framleiðslukyn sem er megin forsenda þess að verndun skili árangri.*
- *Að auka þekkingu á erfðafræðilegri stöðu stofnsins.*

Unnið hefur verið að þessum aðgerðum undanfarin ár og hefur töluvert áunnist.

Geitfjárræktarfélag Íslands hefur verið fullgildur aðili að Bændasamtökum Íslands frá árinu 2015.

Tekist hefur að tryggja ræktendum sem búa á lögbýlum gripagreiðslur fyrir allar vetrarfóðraðar geitur í búvörusamningi frá 2016. Hefur geitum fjölgað úr 990 (2015) í 1875 (2022).

Árið 2010 var byrjað að frysta hafrasæði með styrk frá erfðanefnd landbúnaðarins, er það í fyrsta skipti sem það er gert hér á landi. Með sæðingum verður hægt að auka flæði erfðafnis milli varnarhólfa og sporna þannig við aukinni skyldleikarækt. Í búvörusamningi er einnig gert ráð fyrir stuðningi til að tryggja sæðissöfnun, frystingu sæðis og sæðingar.

Tekinn var í notkun árið 2016 skýrsluhaldsgrunnur (Heiðrún) fyrir geitur í samstarfi við tölvudeild Bændasamtaka Íslands, nú Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins (RML), með stuðningi frá Framleiðnisjóði landbúnaðarins, nú Matvælasjóður, og samstarfi við erfðalindasetur Landbúnaðarháskóla Íslands. Skýrsluhaldið tryggir utanumhald um æternisupplýsingar, liti, hornalag og aðrar nauðsynlegar upplýsingar um stofninn. Það er þó áhyggjuefni að ekki eru allir geitfjáreigendur að skrá sínar geitur í skýrsluhaldið, því mjög mikilvægt er að halda vel utan um stofninn vegna verndaraðgerða. Í Noregi er stuðningur við litla stofna m.a. með þeim hætti að til að tryggja skráningar gripa er sú þjónusta veitt ræktendum án kostnaðar.

Nýting stofnsins hefur aukist jafnt og þétt á síðustu árum samfara fjölgun geitfjár. Matís hefur í samstarfi við Geitfjárræktarfélag Íslands staðið fyrir rannsóknum á afurðum geita¹¹⁰ (mjólk og kjöti) með stuðningi frá Framleiðnisjóði landbúnaðarins og Matarauði Íslands.

Nýleg rannsókn á skyldleikarækt þar sem notuð voru æternisgögn rúmlega 11 þúsund gripa bendir til þess að skyldleikarækt fari minnkandi og virk stofnstærð var metin um 18 gripir (óbirtar niðurstöður) sem bendir til þess að verndaraðgerðir séu að skila árangri.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Núverandi stuðningskerfi við geitfjárræktendur verði viðhaldið þar til stofnstærð nái a.m.k. þeim alþjóðlegu viðmiðum sem viðurkennd eru fyrir stofna sem ekki teljast í útrýmingarhættu.

Vinna að því að allt geitfé verði skráð í skýrsluhald.

Stjórnvöld og Bændasamtök Íslands beiti sér fyrir því að stofnað verði fagráð sem móti stefnu í ræktun, nýtingu og verndun íslensku geitarinnar.

Leitað verði leiða til að fjölga í stofninum og dreifa honum víðast um landið.

Hvetja geitfjárræktendur til að nýta sæðingar til að sporna við skyldleikarækt og til að stofninn geti myndað einn ræktunarhóp.

Leitað verði leiða til að auka nytjar af geitum, rannsóknir á afurðum og markaðsetning afurða eflid.

Hugað verði að því að safna erfðaefni úr stofninum til langtíma varðveislu.



HÆNSN (*Gallus gallus domesticus*)

Núverandi stofn svokallaðra landnámshænsna er kominn af fuglum sem safnað var saman víða um land á árunum 1974-1975 og hefur verið unnið að varðveislu stofnsins í 50 ár. Varðveislugildi hans er nokkuð og stofninn gæti búið yfir mikilvægum erfðabreytileika auk þjómenningarlegs gildis. Rannsóknir á stofninum eru fáar og ekki hægt að fullyrða um uppruna út frá þeim^{111,112}. Vefjaflokkar eru að mestu frábrugðnir vefjaflokkum hænsna í nágrennalöndunum⁵⁷ og erfðafræðirannsóknir hafa sýnt fram á sérstöðu miðað við gömul skandinavísk kyn¹¹².

Þann 1. Nóvember 2003 var Eigenda og ræktendafélags landnámsshænsna; ERL stofnað (sjá www.haena.is) og voru stofnfélagar 93 talsins. Félagið hefur síðan þá unnið ötullega að verndun og viðgangi stofnsins og hefur tekist með virku félagsstarfi, útgáfu tímaritsins Landnámsshænan, landnámsshænsnasýningum, námskeiðahaldi og leiðsögn fyrir hænsnaeigendur að vekja talsverðan áhuga á stofninum.

Erfðafjölbreytileiki íslenska hænsnastofnsins var skoðaður með stuðningi frá erfðanefnd landbúnaðarins árið 2011 og reyndist erfðabreytileiki nokkur. Virk stofnstærð var metin rúmlega 36 einstaklingar, en til samanburðar er hún á bilinu 70 til 3000 fyrir ýmsa staðbundna stofna í Evrópu¹³.

Á aðalfundi ERL árið 2012 var samþykktur sérstakur ræktunarstaðall landnámsshænsna sem unninn var út frá gefnum einkennum þeirra fugla sem safnað var saman á árunum 1974-75¹⁴. Ræktunarstaðallinn og lýsingu á einkennum landnámsshænnar má sjá á síðu ERL www.haena.is undir: útlit og atferli.

Allt frá útgáfu staðalsins hefur ERL að fremsta megni haldið utan um vottun undaneldisfugla hjá viðurkenndum ræktendum þess og gefið árlega út lista yfir vottaða ræktendur ERL sem sjá má að síðu félagsins www.haena.is undir: Vottaðir ræktendur.

Félagið hefur einnig með stuðningi erfðanefndar landbúnaðarins gert námsefni og haldið námskeið fyrir ræktendur landnámsshænsna.

Úttekt var gerð á afurðum og einkennum íslenska hænsnastofnsins¹⁵. Þar kom fram að mikil litafjölbreytni er í stofninum og fleiri en ein kambgerðir til staðar. Fjaðratoppur á höfði er einnig nokkuð algengur innan stofnsins. Fjölbreytni í litum og útlitseiginleikum hæsnanna er jákvætt fyrir áhuga fólks á ræktun þeirra til yndisauka.

Upplýsingar um fjölda og fjölbreytni íslenska hænsnastofnsins eru takmarkaðar og breytilegar milli ára og árstíða. Talið er að stofninn telji að meðaltali um eða yfir 3000 einstaklinga á hverjum tíma.

Þess má geta að svo smár hænsnastofn er í verulega mikilli hættu vegna utanaðkomandi áhrifa. Þar má t.d. nefna yfirvofandi fuglaflensufaraldra sem undanfarna áratugi hafa fælt marga hænsnaeigendur frá hæsnahaldi og ræktun þó aldrei hafi orðið tjón af sýkingu í stofninum svo vitað sé. Auk þess er hér á landi að finna margskonar hæsnfugla, samnytja kyn, sem ekki hafa

allir komið til landsins eftir löglegum leiðum og geta veitt íslenska hæsnastofninum líffræðilega samkeppni, aukið hættu á innblöndun og ógnað tilvist stofnsins.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Mælst verði til þess við ERL að haldin verði skrá yfir fjölda ræktenda og fjölda fugla innan vébanda félagsins og að félagið skili skýrslu til erfðanefndar landbúnaðarins árlega.

Leggja þarf drög að rafrænum skýrsluhaldsgrunni sem mun nýtast í utanumhaldi á stofninum og ræktendum, líkt og finna má fyrir annað íslenskt búfé.

Að gerð verði rannsókn á uppruna stofnsins og skyldleika við önnur kyn svo hægt verði að leggja drög að verndaráætlun og mat á varðveislugildi stofnsins.

Stutt verði áfram við sérstök verkefni til styrktar hæsnastofninum eftir því sem erfðanefnd telur ástæðu til.

Áfram þarf að styðja ERL til þess að halda utan um virka ræktendur á landnáms hænsnum. Aðeins þannig má kortleggja virka ræktunarhópa og halda utan um hreinar hjarðir þar sem stunduð er ræktun.

Leitað verði leiða til að fjölga í stofninum, þannig að hann dreifist sem mest um landið. Þannig má renna styrkari stoðum undir þá hreinu ræktunarhópa sem eftir eru.

Lögð verði drög að opinberu stuðningskerfi til að vernda þá líffræðilegu fjölbreytni sem felst í landnáms hænsnunum með það að markmiði að greiddir verði árlegir styrkir fyrir skýrslufærða fugla.

Hugað verði að því að safna erfðaefni úr stofninum í samstarfi við ERL til langtíma varðveislu.



Mynd 12 Íslenskur fjárhundur (Mynd: Jón Eiríksson)

HUNDAR (*Canis lupus familiaris*)

Af frásögnum og rannsóknum á hundabeinum má ráða að til hafi verið nokkur hundakyn í landinu á liðnum öldum. Íslenski hundurinn telst til svokallaðra spitz hundakynja, en einstaklingar af þeim kynjum eru meðalstórir, með upprétt eyru, hringað skott og spora á bæði fram- og afturlöppum.

Íslenski fjárhundurinn er afrakstur björgunaraðgerða sem hófust um miðja 20. öld, en þá var farið að safna saman hundum með einkenni fjárhunda eins og þeim var lýst. Svipuð útlitseinkenni í

norskum og sænskum hundum benda til sameiginlegs uppruna. Talið er að stofninn hér á landi telji milli eitt og tvö þúsund einstaklinga og nokkur þúsund hafa verið skráðir erlendis, en óvíst er hve margir þeirra eru enn lifandi.

Sérstök deild er innan Hundaræktarfélags Íslands, Deild íslenska fjárhundsins (DIF) og hafa verið sett ítarleg ræktunarmarkmið fyrir íslenska hundinn og reglur um skráningu einstaklinga í ættbók (www.dif.is). Erfðagrunnur stofnsins er mjög þröngur, „stofnhundar“ eru aðeins 23 og við greiningu á ætternisskrám kemur fram að þrír hundar eru ríkjandi forfeður með yfir 80% erfðaframlag^{116,117}. Í rannsókn sem gerð var á erfðabreytileika íslenska fjárhundsins 2005 með stuðningi erfðanefndar landbúnaðarins kom fram að meðalskyldleikarækt reyndist að meðaltali 22%. Erfðabreytileiki mældist svipaður og í þeim hundakynjum sem borin voru saman¹¹⁷.

Erfðarannsókn á hundakynjum á Norðurlöndum sem gerð var til að finna hundakyn sem væru líkleg til að koma norska Lundahunden til bjargar með innblöndun, þ.á.m. var íslenski fjárhundurinn¹¹⁸.

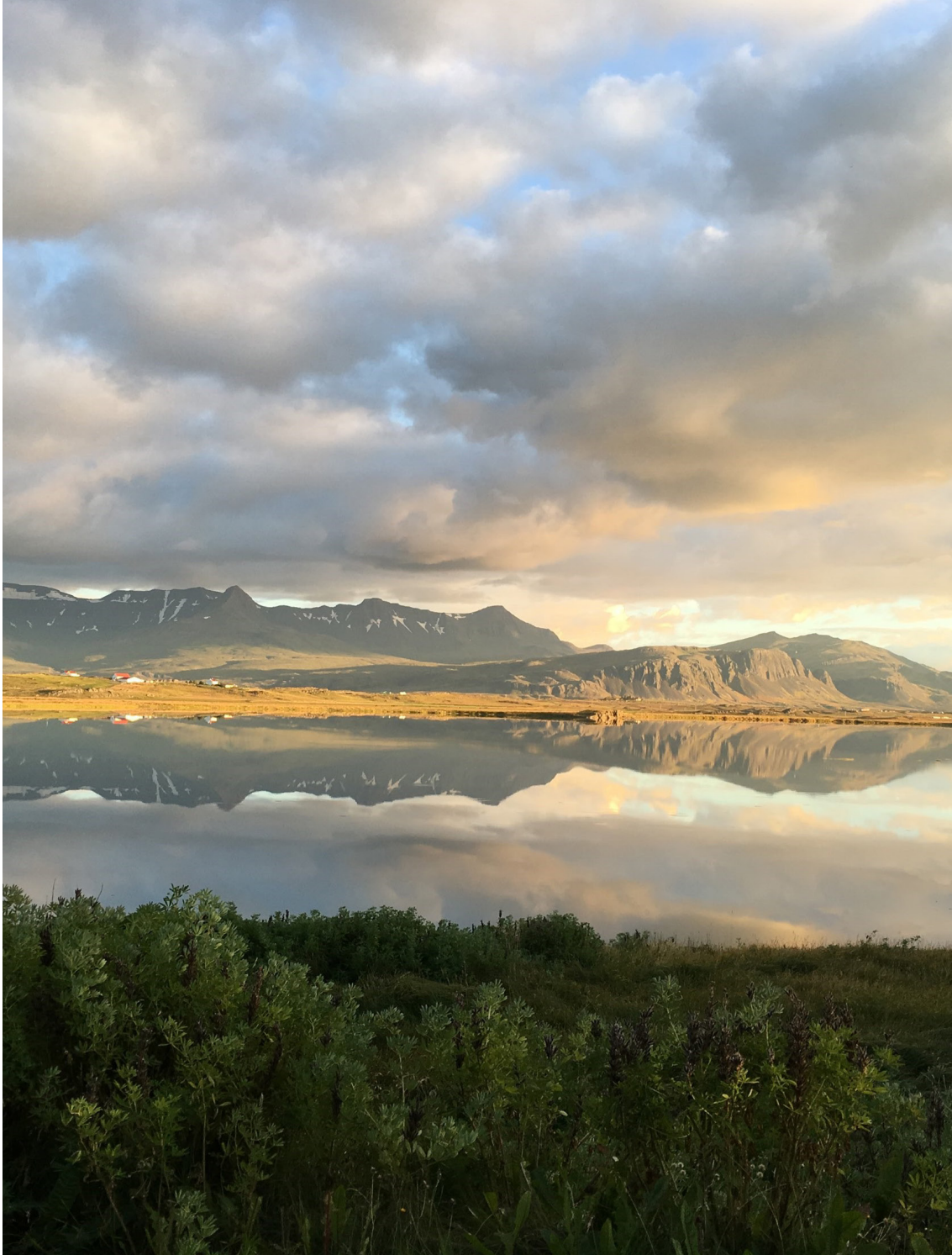
NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Mælst verði til þess við Deild íslenska fjárhundsins hjá Hundaræktarfélagi Íslands að veita erfðanefnd landbúnaðarins árlega upplýsingar um stofnstærð og erfðafræðilega stöðu stofnsins.

Hvetja til þess að allir hundar bæði innanlands og erlendis verði settir sem grunnur að framtíðar ræktunarhóp.

Stutt verði við sérstök verkefni til verndar stofninum eftir því sem erfðanefnd telur ástæðu til.

Hugað verði að því að safna erfðaefni úr íslenska fjárhundinum til lengri tíma varðveislu.



Mynd 13 Hvítá í Borgarfirði (Mynd: Birna Kristín Baldaursdóttir)

FERSKVATNSFISKAR

Nýting ferskvatnsfiska hér á landi hefur nokkra sérstöðu sem búgrein. Annars vegar er um að ræða nýtingu á villtum fiskstofnum og hins vegar eldi fiska.

Ferskvatnsfiskar á Íslandi

Á Íslandi finnast fimm tegundir ferskvatnsfiska en það eru lax (*Salmo salar*), bleikja (*Salvelinus alpinus*), urriði (*Salmo trutta*), hornsíli (*Gasterosteus aculeatus*) og áll (*Anguilla anguilla*) sem þó hrygnir í sjó¹¹⁹. Af bleikju og urriða geta verið bæði staðbundnir stofnar og stofnar sem

ganga til sjávar (sjóbleikja, sjóbirtingur). Hnúðlax (*Oncorhynchus gorbuscha*), sem er af tegund Kyrrahafslaxa, virðist vera að nema land á Íslandi en hann á uppruna sinn úr hafbeiti við Hvítahafið (Rússland). Litið hefur verið á hnúðlax sem flæking á Íslandi frá árinu 1960 þegar fyrsti hnúðlaxinn veiddist. Hnúðlax hefur veiddist árlega frá 2014 og í auknu mæli á oddatöluárum, ásamt því að seiði tegundarinnar hafa fundist í ám^{120,121}.

Sjávartegundin flundra (*Platichthys flesus*) finnst oft í árósum og neðri hlutum áa en hennar varð fyrst vart á Íslandi árið 1999¹²².

Ferskvatnsfiskar á Íslandi, aðrir en all eiga uppruna sinn í Evrópu^{123,124,125} en líklega hafa tegundirnar numið hér land fljótlega eftir ísöld. Innan Evrópu mynda laxastofnar á Íslandi sér erfðahóp eða þróunarlínu^{126,127}. Gera má ráð fyrir að það sama eigi við um aðrar ferskvatnstegundir fyrir utan ál. Áll virðist ekki aðgreinast í mismunandi stofna og tilheyrir áll á Íslandi sama stofni og finnst í Evrópu og Norður-Afríku¹²⁸. Hér á landi hafa fundist blendingar við Ameríkuál (*Anguilla rostrata*) en fyrstu kynslóðar blendingar þessara tegunda hafa ekki fundist annars staðar í ferskvatni^{129,130}.

Mismunandi áherslur hafa verið í rannsóknum á laxfiskum á Íslandi, þ.e. á laxi, bleikju og urriða. Rannsóknir á laxi hafa aðallega beinst að þáttum sem gagnast veiðiráðgjöf og eru stofnerfðarannsóknir þar með taldar¹³¹. Rannsóknir á bleikju hafa einkum snúið að greiningu mismunandi afbrigða innan og milli vatna og undirliggjandi þáttum afbrigðamyndunar^{131,132}. Minni áhersla hefur verið á rannsóknum á urriða nefna má að nýlega voru birtar niðurstöður rannsóknar á stofngerð urriða í árkerfi Ölfusár¹³³. Stofnamunur milli stofna laxfiska hefur greinst milli vatna og áa^{133,134,135,136} og getur sá munur haft líffræðilegt mikilvægi^{137,138}.

Nýting og vernd villtra stofna

Ísland á aðild að Alþjóða hafrannsóknaráðinu (ICES) og endurnýjaði aðild að Alþjóða laxaverndunarsamtökunum (NASCO) árið 2023 eftir að gert var hlé á þátttöku 2009 en þær stofnanir koma að rannsóknum og stjórnun nýtingar á laxi. Á grundvelli þeirra ráðlegginga er nú beitt varúðarreglu (e. Precautionary principle) við nýtingu á laxi. Samkvæmt íslenskum lögum á nýting laxfiska að vera sjálfbær og byggjast á nýtingaráætlun sem tekur tillit til veiðipöls viðkomandi stofna. Líffræðileg viðmiðunarmörk hafa verið sett fyrir veiðinýtingu laxastofna nokkurra vatnsfalla en æskilegt væri að setja viðmið fyrir alla stofna. Ástand stofna laxfiska hér á landi er í stórum dráttum misjafnt milli tegunda en þeir mælikvarðar sem lagðir eru til grundvallar eru oftast stofnstærðir metnar út frá skráningu á veiði. Skráning er víðast í góðu lagi í laxveiðiám en almennt þarf að bæta skráningu silungsveiðinnar¹²⁰. Laxastofninn á Íslandi hefur verið í lægð í

nokkur ár. Skráð meðalveiði á villtum laxi var 22.000 fiskar á árabílinu 2019-2023 sem er þriðjungi minni veiði að meðaltali en veiðin fimm ár á undan (gagnagrunnur Hafrannsóknastofnunar; hafbeitt undanskilin og leiðrétt fyrir „veitt og sleppt“ en þá geta fiskar veiðst oftar en einu sinni). Sú þróun er í samræmi við stöðu laxastofna víða annars staðar í Norður-Atlantshafi¹³⁹.

Meðalstangveiði á á tímabilinu 2019-2023 var 44.000 urriðar og 30.000 bleikjur ekki leiðrétt fyrir „veitt og sleppt“¹²⁰. Á undanförunum árum hefur sjóbleikju almennt fækkað meðan sjóbirtungi hefur fjölgað sem er sambærileg þróun og í Norður-Noregi^{120,140}. Ekki eru til nýlegar upplýsingar um veiði á ál en stofninn er á lista yfir tegundir í útrýmingarhættu og veiði bönnuð eða verulega takmörkuð á Íslandi frá árinu 2019 (Reglugerð um bann við álaveiðum nr. 408/2019).

Fiskar geta verið viðkvæmir fyrir margskonar utanaðkomandi áhrifum. Athafnir manna eins og t.d. efnistaka, vegagerð (ræsi), og stíflur geta leitt til hnignunar stofna og jafnvel útdauða^{141,142,143}. Áhrifa loftslagsbreytinga er líklega farið að gæta á afkomu og útbreiðslu laxfiska á Íslandi^{144,145}. Veiði og fiskrækt/hafbeitt getur í sumum tilvikum haft neikvæð áhrif á villta stofna laxfiska^{140, 146,147,148}. Í stangveiði á Íslandi er stórlaxi almennt sleppt vegna hnignunar þess stofnhluta en það gæti stuðlað að varðveislu þess breytileika¹⁴⁹. Veiði úr blönduðum stofnum, t.d. innan árkerfa, getur valdið hlutfallslega miklu álagi á litla eða viðkvæma stofna laxa og laxfiska^{150,151}. Hér á landi hefur umfang eða áhrif veiða úr blönduðum stofnum ekki verið metið. Fiskrækt með sleppingum laxseiða hefur almennt farið minnkandi. Seiðasleppingar eru að mestu bundnar við hafbeitt í Rangánnum. Laxar úr seiðasleppingum geta haft hlutfallslega minni æxlunarárangur (hugsanlega vegna annarra valkrafta í eldi) og verri rötun í sína heimaá^{147,152}. Áður en ráðist er í seiðasleppingar þarf að meta mögulegan ávinning á móti mögulegum neikvæðum erfðafræðilegum áhrifum á viðkomandi stofn og nágrennstofna,^{138,147,152,153}. Seiðasleppingar byggja á töku klakfisks úr viðkomandi á. Með auknu laxeldi í sjókvíum eykst hættu á að strokulaxar úr eldi eða blendingar villts lax og eldislax séu teknir til undaneldis. Seiðasleppingar geta því aukið hættu á mögnun erfðablöndunar og magnað hana¹⁵⁴. Frá árinu 2014 hefur í Noregi verið skylt að greina uppruna foreldrafiska sem á að nota til fiskræktar¹⁵⁵. Brýnt er að slíkt fyrirkomulag verði gert skylt hér á landi.

Villtum stofnum laxa og laxfiska stafar ógn af eldi laxa í sjókvíum^{156,157,158,159}. Helstu áhrifin eru vegna mögnunar og útbreiðslu laxalúsar og erfðablöndunar við villta stofna og jafnvel sjúkdóma^{158,159}. Á Íslandi er notaður eldisstofn af framandi uppruna (norskur) í sjókvíaeldi. Vegna þeirrar áhættu sem því fylgir hefur erfðanefnd landbúnaðarins lagst gegn notkun hans. Í Noregi má aðeins ala eldislax af innlendum uppruna í sjókvíum en þó eru strokulaxar úr eldi taldir ein helsta ógn við villta stofna þar í landi^{158,159}. Erfðablöndun hefur mælst í flestum laxastofnum í Noregi sem rannsakaðir

hafa verið¹⁶⁰. Erfðablöndun getur brotið upp náttúrulega aðlögun, breytt erfðasamsetningu (gert þá líkari eldislöxum) og valdið erfðafræðilegri einsleitni laxastofna. Áhrifin geta komið fram í hnignun stofna, breyttri lífssögu, minni getu til að bregðast við loftslagsbreytingum og minni líffræðilegri fjölbreytni^{161,162}. Stofnar geta minnkað sem og veiði.

Árið 2017 vann Hafrannsóknastofnun áhættumat um erfðablöndun og ráðlagði að óhætt væri að framleiða 71.000 tonn af frjóum eldislaxi á Íslandi án þess að skaða náttúrulega laxastofna að gefnum ákveðnum forsendum; 50.000 tonn á Vestfjörðum og 21.000 tonn á Austfjörðum¹⁶³. Í endurskoðuðu áhættumati 2020 var ráðlagt heildarmagn aukið í 106.500 tonna lífmassa¹⁶⁴. Miðað var við að hlutfall eldislaxa færi ekki yfir 4% í þeim ám sem voru með í matinu. Áhættumatið getur tekið breytingum samfara öflun gagna úr vöktun á strokulöxum í ám, greiningu á erfðablöndun o.fl. Nýlega birti Hafrannsóknastofnun niðurstöður rannsókna sem sýndu fram á erfðablöndun við villta laxa við hlutfallslega litla framleiðslu á eldislaxi¹⁶⁵. Erfðablöndun var meiri nærri eldissvæðum, hvort sem um var að ræða nýja (fyrstu kynslóðar) eða eldri blöndun, annarrar kynslóðar eða síðari. Á Vestfjörðum eru tugir áa sem fósra lax^{145,166,167} (Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn). Vegna nálægðar við laxeldi og smæðar laxastofnanna (eða stofnhluta) eru þeir í mestri hættu á erfðablöndun^{161,168}. Hætta er á að erfðablöndun dreifist út fyrir svæðið vegna verri rötunar blendinga¹⁶⁹. Þar sem strokulaxar virðast ganga árlega í ár á álagssvæðum er nauðsynlegt að fjarlægja þá fyrir hrygningu líkt og venjan er í fjölmörgum ám í Noregi og draga þar með úr líkum á erfðablöndun.

Stór atvik sem geta haft áhrif á villta stofna laxfiska hafa komið upp í sjókvíaelði á laxi síðustu misserin. Á árunum 2021-22 greindist meinvirka afbrigði ISAV-veirunnar, sem veldur sjúkdóminum blóðþorra, í fyrsta sinn á Íslandi¹⁷⁰. Mögulegt smit þess í villta laxa hefur ekki verið rannsakað hér á landi en valdið tjóni í sjókvíaelði. Fordæmalaus fjölgun laxalúsa í kvíum á Vestfjörðum 2023 olli miklum skaða á eldislöxum. Álag laxalúsa á villta stofna laxfiska var ekki kannað það ár. Hins vegar sýna nokkurra ára gamlar rannsóknir, þegar minna var um laxalús í eldi, að lúsín hefur valdið álagi og jafnvel miklu álagi á stofna laxfiska (sjóbirting og sjóbleikju) á eldissvæðum Vestfjarða^{171,172,173}. Árið 2021 er áætlað að um 80.000 unglaxar hafi strokið úr kví í Arnarfirði. Ári síðar veiddust kynþroska eldislaxar í ám í Arnarfirði og Patreksfirði sem rekja mátti til sleppingarinnar; samtals 24 bárust til greiningar. Árið 2023 er áætlað að 3.500 fullorðnir laxar hafi sloppið úr kví í Patreksfirði. Talið er að um 500 eldislaxar úr því stroki hafi veiðst í ám á svæðinu sem afmarkast af Álftá á Mýrum á Vesturlandi og Fnjóská í Eyjafirði á Norðurlandi. Fjöldi strokulaxa sem veiddist úr þessu stroki var margfalt meiri en samanlagður fjöldi allra strokulaxa af norsku kyni sem greindir hafa verið til þessa¹⁶⁵. Erfðablöndun vegna þessara stroka og mögulega annarra stroka verður rannsökuð á komandi árum.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Meta umfang og áhrif veiða úr blönduðum stofnum laxa og laxfiska í stórum vatnakerfum.

Endurmeta fyrirkomulag (og regluverk) fiskræktar með seiðasleppingum.

Meta erfðafræðileg áhrif umfangsmikilla hafbeitarsleppinga á laxi á nærliggjandi stofna.

Skrá smávirðjanir og veigræsi og meta hvort þær hindri sjógöngustofna eða hefti far laxfiska.

Skylda upprunagreiningu klaklaxa í fiskrækt með seiðasleppingum til að hindra mögulega mögnun erfðablöndunar við eldislax af norskum uppruna.

Bæta og sannreyna forsendur áhættumats erfðablöndunar með vöktun og rannsóknum

Efla rannsóknir á villtum laxfiskum á sjókvíaeldissvæðum svo unnt sé að meta möguleg áhrif eldis og draga úr þeim, t.d. með veiðum á eldislöxum í ám.

Efla rannsóknir á áhrifum laxalúsa á villta stofna laxfiska.

Efla rannsóknir á mögulegri dreifingu sjúkdóma úr sjókvíaeldi í villta stofna.

Vinna að mati á líffræðilegum viðmiðunarmörkum og innleiðingu þeirra í veiðistjórnun á sjálfbærum veiðum.

Eldi á ferskvatnsfiskum

Eldi á ferskvatnsfiskum hér á landi hefur verið reynt með misjöfnum árangri í áratugi en mikil aukning hefur orðið á framleiðslumagni á nokkrum árum. Framleiðslan í sjókvíaeldi á laxi hefur farið úr nánast engu árið 2010 upp í 43.000 tonn árið 2022. Önnur mikilvægasta tegundin er bleikja með framleiðslu upp á 4.900 tonn árið 2022 en var 2.400 tonn árið 2010. Bleikjueldi fer fram í landeldi. Búast má við mikilli aukningu í framleiðslu á laxi úr landeldi á komandi árum. Árið 2022 nam framleiðslan 1.900 tonnum en áform eru uppi um 134.000 tonna framleiðslu í nokkrum stórum landeldisstöðvum¹⁷⁴.

Talsverð uppbygging varð í fiskeldi hér á landi á árunum 1980-1990. Mest var alið af laxi í fyrstu en síðar varð einnig uppbygging í bleikjueldi. Miklir erfiðleikar fylgdu þessari uppbyggingu. Framleiðsla á eldislaxi í sjókvíum var að meðaltali um 2.500 tonn á árunum frá 1990 og fram yfir 2000 þegar framleiðslan jókst í það að vera milli 5.000 og 6.000 tonn á ári. Á þeim tíma var skipt um eldisstofn og farið frá því að nota eldislax af íslenskum uppruna yfir í það að nota kynbættan eldislax af norskum uppruna. Vegna ýmissa vandamála í eldi dró hins vegar fljótlega úr framleiðslunni og henni að mestu hætt árið 2008 en hefur aftur farið vaxandi og var um 13.400 tonn árið 2018¹⁷⁶. Það ár var metár í sögu sjókvíaeldis á Íslandi. Síðan þá hefur framleiðsla margfaldast og náði 43.000 tonnum árið 2022 eins og nefnt var að ofan. Helsti flöskuhálsinn í framleiðslunni hefur verið í seiðaframleiðslu. Mikil uppbygging hefur átt sér stað í klak- og seiðaeldisstöðvum á síðustu árum. Þannig var áætlað að framleiðsla seiða árið 2018 gæti staðið undir 24.000 tonna framleiðslu en 50.000 tonna framleiðslu árið 2023¹⁷⁵.

Mikið kynbótastarf hefur verið unnið á eldislaxi og eldisbleikju hér á landi. Stofnfiskur hf. Hefur stundað skipulegar kynbætur á laxi síðan 1991. Ræktun eldisstofnsins (nefndur Sagastofninn) byggir á norsku eldisstofnunum Mowi og Bolaks sem fluttir voru til landsins árið 1984, 1986 og 1987¹⁷⁵. Árið 2016 voru flutt inn svil frá SalmoBreed AS í Noregi til að koma í veg fyrir skyldleikaræktun innan eldisstofnsins¹⁷⁶. Sagastofninn hefur verið notaður í laxeldi hérlendis undanfarin ár. Kynbótastarfið hefur miðað að því að auka vaxtarhraða, seinka kynþroska, auka holdgæði og mótstöðu gegn sjúkdómum eldisfisksins. Stofninn er í eigu Stofnfisks hf. Stærstur hluti framleiðslu Stofnfisks (frjóvguð hrogn) er fluttur út, m.a. til Chile.

Háskólinn á Hólum stundar kynbætur á bleikju. Eldisstofninn er blanda sjö íslenskra bleikjustofna. Verðmæti kynbætta stofnsins felst fyrst og fremst í þeim vaxtarhraða sem hann hefur umfram villta stofna í eldi og síðkynþroska. Bleikjueldisstöðvar notast mest við þennan stofn sem tryggir aðgang að honum ef eitthvað færi úrskaiðis í kynbótastöðinni. Stofnfiskur hf. Hefur einnig stundað sjálfstæðar kynbætur á bleikju síðan 1991.

Hafrannsóknastofnun og Háskólinn í Maryland vinna nú að tilraunum á kynhlutleysingu (e. Gender neutralisation) eldislaxa. Ef vel tekst til má minnka hlutfall snemmkynþroska fiska í eldi, sem er einkum vandamál í bleikjueldi, og koma í veg fyrir erfðablöndun eldislaxa við villta stofna.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Styðja við þróun og rannsóknir á kynhlutleysingu fiska í eldi.

FRAMKVÆMD OG EFTIRFYLGNI

Mikilvægt er að landsáætlunin sé kynnt fyrir hagsmunaaðilum og almenningi og að tekið sé tillit til áætlunarinnar við stefnumótun, lagasetningu og reglugerðarsmíð stjórnvalda. Kynna þarf áætlunina innan stjórnsýslunnar og á vettvangi norræns samstarfs með áherslu á að hún tengist Norræna genbankanum (NordGen) með beinum hætti. Nota þarf þá fjármuni, sem erfðanefnd landbúnaðarins hefur til ráðstöfunar hverju sinni til þess að hrinda í framkvæmd þeim aðgerðum sem skilgreindar eru í áætluninni.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

Efla starf erfðanefndar landbúnaðarins svo hún geti gegnt lögboðnu hlutverki sínu.

Fylgja eftir verkefnum sem sett eru fram í landsáætlun erfðanefndar landbúnaðarins um íslenskar erfðaaauðlindir í landbúnaði.

Kynna landsáætlunina fyrir almenningi og aðilum sem koma að framkvæmd hennar og gera áætlun um eftirfylgni hennar.

Kynna áætlunina á vettvangi norræns samstarfs og á alþjóðavettvangi.

Meta árangur af áætluninni og uppfæra hana á fimm ára fresti.

Tryggja þátttöku í alþjóðlegu og norrænu samstarfi og samráði sem tengist varðveislu og söfnun erfðaaauðlinda í landbúnaði.

HEIMILDIR

1. Umhverfissráðuneytið (2008). Líffræðileg fjölbreytni. Stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni. https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF_skrar/liffjolbreytni.pdf
2. FAO 2015. *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>).
3. FAO. 2011. *The Second Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. <https://www.fao.org/3/i2624e/i2624e00.pdf>
4. Búnaðarlög nr. 70 (1998). <https://www.althingi.is/lagas/nuna/1998070.html>
5. Reglugerð um varðveislu og nýtingu erfðauðlinda í landbúnaði nr. 151 (2005). <https://island.is/reglugerdir/nr/0151-2005>
6. Lög um innflutning dýra nr. 54 (1990). <https://www.althingi.is/lagas/nuna/1990054.html>
7. Reglugerð um uppruna og ræktun íslenska hestsins nr. 442 (2011). <https://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/442-2011>
8. Wasowicz, P.2020. Annotated checklist of vascular plants of Iceland. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar* 57: 1-193.
9. Wasowicz, P.2018. The first attempt to list the archaeophytes of Iceland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 87: 3608
10. Áslaug Helgadóttir (1996). Ræktun erlendra nytjaplantna á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 65, 127–136.
11. Áslaug Helgadóttir (1988). Leit að hentugum grastegundum til uppgræðslu á hálendi. *Búvísindi* 1, 11–33.
12. Þóroddur Sveinsson (ritstj.). (2023). Nytjaplöntur á Íslandi. Landbúnaðarháskóli Íslands. Rit LbhÍ nr. 161.
13. Þóroddur Sveinsson (2001). Vallarfoxgras er grasið mitt. *Freyr* 97, 7–14.
14. Áslaug Helgadóttir & Þóroddur Sveinsson (2006). Timothy – the saviour of Icelandic agriculture?, *Rit LbhÍ*, 10, 9–14.
15. Sturla Friðriksson (1971). Nýr vallarfoxgrasstofn. *Handbók Bænda* 21, 179–186.
16. Áslaug Helgadóttir & Þórdís Anna Kristjánsdóttir (2006). SNORRI – A new Nordic timothy variety for areas around the Arctic circle. *Rit LbhÍ*, 10, 43–45.
17. Þorsteinn Tómasson (1984). Beringspunktur. *Ráðunautafundur*, Búnaðarfélag Íslands og Rannsóknarstofnun landbúnaðarins. 7, 158–167.
18. Áslaug Helgadóttir (1991). The use of *Deschampsia beringensis* and *Deschampsia caespitosa* in reclamation. *Búvísindi* 5, 197–201.
19. Jónatan Hermannsson (2005.) Kría – nýtt birkiyrki frá Rannsóknarstofnun landbúnaðarins. *Fræðaving landbúnaðarins*, Bændasamtök Íslands o.fl., 412–414.
20. Jónatan Hermannsson (2008). Tvö ný byggryki. *Fræðaving landbúnaðarins* 2008, 548-551. Bændasamtök Íslands o.fl.

21. Guðni Þorvaldsson (1994). Gróður í íslenskum túnnum. *Ráðunautafundur*1994, 214-219. Bændasamtök Íslands o.fl.
22. Guðni Þorvaldsson (2010). Skráning gamalla túna. Bændablaðið 10 tbl.
23. Hörður Kristinsson, Jón Baldur Hlíðberg og Þóra Ellen Þórhallsdóttir (2019) Flóra Íslands, blómplöntur og byrkingar. Vaka-Helgafell, Reykjavík.
24. Steindór Steindórsson (1978). Íslensk plöntunöfn. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík.
25. Jónatan Hermannsson (1999). Gulrófur fyrr og nú. *Fjölrit RALA* 199, 11–21.
26. Ingólfur Guðnason (2004). *Jurtagarðurinn í Skálholti*. Skálholtsskóli.
27. Björn Sigurbjörnsson (1962). *Studies on the Icelandic Elymus*. Doktorsritgerð við Cornell University, USA.
28. Kesara Anamthawt-Jónsson (1996). Wide-hybrids between wheat and lymegrass breeding and agricultural potential. *Búvísindi* 10, 101–113.
29. Veteläinen, M. (2001) *Kartofler i Norden*. En beskrivelse af gamle kartoffelsorter i Nordisk genbank, Alnarp, Nordgen.
30. Schierbeck, Hans Jakob George (1886). Skýrsla um nokkrar tilraunir til jarðræktunar á Íslandi. *Tímarit Hins íslenska Bókmenntafélags*, 7, 1–66.
31. Panossian, A., Wikman, G., & Sarris, J. (2010). Rosenroot (*Rhodiola rosea*): traditional use, chemical composition, pharmacology and clinical efficacy. *Phytomedicine*, 17(7), 481-493.
32. Gísli Kristjánsson & Björn Sigfússon (1983). *Rit Björns Halldórssonar í Sauðlauksdal*, Reykjavík, Búnaðarfélag Íslands.
33. Keller, N. o.fl. (2023). *National Inventory Report: Emissions of Greenhouse Gases in Iceland from 1990 to 2021*. The Environment Agency of Iceland: Reykjavík, Iceland.
34. Björn Traustason & Arnór Snorrason (2008). Spatial distribution of forests and woodlands in Iceland in accordance with the CORINE land cover classification. *Icelandic Agricultural Sciences*, 21,39–47.
35. Ægir Þór Þórsson (2008). *Genecology, introgressive hybridisation and phylogeography of Betula species in Iceland*. Óútgefin doktorsritgerð. Raunvísindadeild Háskóla Íslands.
36. Þórsson, A.T, Salmela, E. & Anamthawat-Jónsson ,K. (2001). Morphological cytogenetic and molecular evidence for introgressive hybridization in birch. *Journal of Heredity*. 92, 404–8.
37. Þórsson, A.T, Pálsson, S, Sigurgeirsson, A. & Anamthawat-Jónsson, K. (2007). Morphological variation among *Betula nana* (diploid), *B pubescens* (tetraploid). *Annals of Botany*. 99,1183–93.
38. Brynjar Skúlason, Brynja Hrafnkelsdóttir og Aðalsteinn Sigurgeirsson (2023). Ræktunaröryggi, vöxtur, fræmyndun og heilbrigði kvæma íslensks birkis. *Rit Mógilsár*, 1(50). Skógræktin bls 1-15.
39. Aðalsteinn Sigurgeirsson (2000). Samanburður á klónun víðitegunda og undirbúningi jarðvegs við ræktun skjólbelta á Suðurlandi. *Skógræktarritið* 2000, 101–114.
40. Auður Ottesen, Margrét Hálfánardóttir & Aðalsteinn Sigurgeirsson (2000). Víðiklónar til skjóls í útjaðri byggðar á höfuðborgarsvæðinu. *Skógræktarritið* 2000, 133–141.
41. Ása L. Aradóttir, Aðalsteinn Sigurgeirsson & Anne Bau (2006). Samanburður á víðiklónum á mismunandi stöðum á landinu. Í: *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (Kristín Svavarsdóttir ritstj.) Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti, 91–97.
42. Harpa D. Harðardóttir (2008). *Afkvæmarannsóknir Reyniviðar Sorbus aucuparia*. B.Sc. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. <http://hdl.handle.net/1946/10857>

43. Sigurðsson V., Sigurgeirsson, A. & Ananthawat-Jónsson, K. (1995). Identification of clones of the indigenous Icelandic *Populus tremula* and introduced *P. Trichocarpa* by RAPD techniques. *Búvísindi* 9,145–152.
44. Rendón-Anaya, M., Wilson, J., Sveinsson, S., Fedorkov, A., Cottrell, J., Bailey, M. E., ... & Ingvarsson, P. K. (2021). Adaptive introgression facilitates adaptation to high latitudes in European aspen (*Populus tremula* L.). *Molecular Biology and Evolution*, 38(11), 5034-5050.
45. Þröstur Eysteinnsson (2008). Innfluttu skógartrén V: Rússalerki (*Larix sukaczewii* Dylis). *Skógræktarritið 2008*, 1, 20–39.
46. Jón Hilmar Kristjánsson (2017). Samanburðarmælingar á afkvæmahópum Hryms við rússa-og siberíulerki á Belgsá, Höfða, Mosfelli og Sarpi. B.Sc. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands.
47. Duong, Mai Lyng (2023). *The Potential for Using Spruce (Picea) in Icelandic Forestry*. Mastersritgerð. Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands.
48. Aðalsteinn Sigurgeirsson (2001). Breytileiki hjá klónum alaskaaspar í næmi gagnvart umhverfi. *Skógræktarritið 2001*, 20–27.
49. Aðalsteinn Sigurgeirsson. (1988) Stafafura á Íslandi, vöxtur ástand og möguleikar. Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1988, 3–36.
50. Samson B. Harðarson (2013). Söfnun og varðveisla ræktaðra íslenskra víðiyrkja. Yndisgróður. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. <https://rafhladan.is/handle/10802/7021>
51. Emma Eyþórsdóttir (2007). Rannsóknir á erfðafjölbreytileika og verndunargildi sauðfjár- og nautgripakynja í Norður Evrópu. *Fræðavingur landbúnaðarins 2007*, 112-120. Reykjavík, Bændasamtök Íslands o.fl.
52. Emma Eyþórsdóttir, Þorsteinn Tómasson & Áslaug Helgadóttir (2001) .Erfðauðlindir í landbúnaði. Ráðunautafundur 2001, 45-50. Reykjavík, Bændasamtök Íslands o.fl.
53. Ruane J. (2000). A framework for prioritizing domestic animal breeds for conservation purposes at the national level: A Norwegian case study. *Conservation Biology* 14, 1385–1390.
54. Woolliams, J, Berg, P, Mäki-Tanila, A, Meuwissen, T & Fimland, E. (2005). Sustainable Management of Animal Genetic Resources. Nordisk Genbank Husdyr.
55. Boes, J., Boettcher, P. & Honkatukia, M. eds. (2023). *Innovations in cryoconservation of animal genetic resources*. *FAO Animal Production and Health Guidelines* No. 33. Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cc3078en>
56. Bosse, M., Megens, H.-J., Derks, M.F.L, de Cara, Á.M.R. & Groenen, A.M. (2017). Deleterious alleles in the context of domestication, inbreeding and selection. *Evolutionary Applications*, 12, 6-17.
57. Stefán Aðalsteinsson (1987). Uppruni íslenskra húsdýra. Í: *Íslensk þjóðmenning 1. Uppruni og umhverfi*. Frosti F. Jóhannsson (ritstj.) 31–46. Reykjavík: Þjóðsaga.
58. Kantanen, J. Et al. (2000). Genetic diversity and population structure of 20 North European cattle breeds. *J. Hered.* 91, 446–457.
59. Gautason, E., A. Schönherz, G. Sahana og B. Guldbbrandtsen. (2019). Relationship of Icelandic cattle with Northern and Western European cattle breeds, admixture and population structure. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 69(1-2). DOI:10.1080/09064702.2019.1699951
60. Þorkell Jóhannesson (1937). *Búnaðarsamtök á Íslandi 1837-1937*. Reykjavík, Búnaðarfélag Íslands.
61. Sara María Davíðsdóttir (2012). *Litafjölbreytileiki íslenska kúastofnsins*. BSc ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands. <http://hdl.handle.net/1946/12446>

62. Hagstofa Íslands (2023). *Búpeningur eftir landsvæðum frá 1980. Sótt 20. nóvember 2023 á https://px.hagstofa.is/pxis/pxweb/is/Atvinnuvegir/Atvinnuvegir__landbunadur__landbufe/LAN10102.px*
63. Guðmundur Jóhannesson og Sigurður Kristjánsson (2024). Niðurstöður skýrsluhaldsársins hjá mjólkurframleiðendum 2023. *Bændablaðið*, 25. janúar 2024, bls. 44-45.
64. Magnús B. Jónsson & Jón Viðar Jónmundsson (1974). Kynbótaskipulag fyrir íslenska kúastofninn. *Íslenskar Landbún.* 6, 49–60.
65. Þorvaldur Kristjánsson, Jón Viðar Jónmundsson & Baldur Helgi Benjamínsson (2006). Þróun skyldleikaræktar í íslenska kúastofninum. *Fræðaping landbúnaðarins 2006*, 133-139. Reykjavík, Bændasamtök Íslands og fl.
66. Þorvaldur Kristjánsson (2011). Þróun skyldleikaræktar í íslenska kúastofninum. Óbirtar niðurstöður.
67. Margrét G. Ásbjarnardóttir, Þorvaldur Kristjánsson, Magnús B. Jónsson & Jón Hallsteinn Hallsson (2010). Analysis of genetic diversity and population structure within the Icelandic cattle breed using molecular markers. *Acta Agric Scand Sec Anim Sci* 60, 203–210.
68. Gautason, E., A. Schönherz, G. Sahana og B. Gulbrandtsen. (2021). Genomic inbreeding and selection signatures in the local dairy breed Icelandic Cattle. *Animal Genetics* 52(4). DOI:10.1111/age.13058
69. Lien S. Et al. (1999) Comparison of milk protein allele frequencies in Nordic cattle breeds. *Animal Genetics*, 30 (2) 85-91.
70. Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins (2023). *Kálfadauði hjá fyrsta kálfs kvígum* Skýrsla. <https://www.rml.is/static/files/Nautgriparaekt/Fagrad/verkefni/lokaskyrsla-kalfadaudi-hja-fyrsta-kalfs-kvigum.pdf>
71. Magnús B. Jónsson (ritstjóri). (2008). Orsakir kálfadauða hjá fyrsta kálfs kvígum. *Rit LbHÍ nr. 19*. https://www.lbhi.is/images/pdf/utgefing%20efni/fjolrit%20rannsoknastofnunar%20landbunadarins/rit_lbhi_nr_19_.pdf
72. Þórdís Þórarinsdóttir og Guðmundur Jóhannesson. (2023). *Kynbótamat fyrir lifun kálfa og gangburðar*. Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins. https://www.rml.is/is/starfsemi/frettir/kynbotamat-fyrir-lifun-kalfa-og-gang-burdar?fbclid=IwAR0A5IZ_4-_549S7oCU4HRb5iY2NvscCYpbn0enIpRdLuJ-xM--hX2k3P8
73. Weller J.I. (2016) *Geneomic Selection in Animals*, Willey Blackwell, Canada.
74. Egill Gautason (2020) Skyldleikarækt í íslenska kúastofninum. Nautaskrá vetur 2020. <https://nautaskra.is/utgafa>
75. Tapio, M. et al. (2005). Native breeds demonstrate high contributions to the molecular variation in the northern European sheep. *Mol. Ecol.* 14, 3951–3963.
76. Árni Brynjar Bragason (2013) Húsdýrið sauðkind. Í: *Sauðfjarrækt á Íslandi*, Ragnhildur Sigurðardóttir (ritstj.) bls. 10 - 34. Reykjavík, Uppheimar.
77. Hjörtur E. Þórarinnsson, Jónas Jónsson og Ólafur E. Stefánsson (1988). *Búnaðarsamtök á Íslandi 150 ára*. Afmælisrit Búnaðarfélags Íslands 1837 - 1987. Reykjavík, Búnaðarfélag Íslands.
78. Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins (2023). *Þróun afurða í skýrsluhaldi í sauðfjarrækt*. https://www.rml.is/static/files/RML_saudfjarraekt/forrit_skyrsluhald/nidurstodur_skyrsluhalds/2022/throun_skyrsluhalds_til_2022.pdf
79. Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins (2018). Ræktunarmarkmið fyrir íslenska sauðfjástofninn. Sótt 30. október 2023 af <https://www.rml.is/is/kynbotastarf/saudfjarraekt/raektunarmarkmid>
80. Hallfríður Ósk Ólafsdóttir (2004). *Erfðaáhrif á lambavanhöld*. Óbirt BS 120 ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.

81. Eyjólfur Ingi Bjarnason & Þorvaldur Kristjánsson (2012). Þróun skyldleikaræktar í íslenska sauðfjárstofninum. *Búnaðarblaðið Freyja* 2, 9–12.
82. Unnur Jóhannsdóttir (2018). Áhrif skyldleikaræktar á afurðir íslensks sauðfjár. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. <http://hdl.handle.net/1946/30690>
83. Emma Eyþórsdóttir, Teitur Sævarsson, Sigurborg Hanna Sigurðardóttir og Jón Hallsteinn Hallsson (2022). Litafjölbreytni og erfðir lita hjá íslensku sauðfé. *Náttúrufræðingurinn* 92(3–4), 110–126.
84. Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eyþórsdóttir (2004). Stakerfðavísar hjá sauðfé - ráðstefna í Frakklandi í desember 2003. *Fræðaping landbúnaðarins 2004*, 202–208. Reykjavík, Bændasamtök Íslands og fl.
85. Þórdís Þórarinsdóttir, Jón Hjalti Eiríksson, Egill Gautason, Eyþór Einarsson og Eyjólfur Ingi Bjarnason. 2023. Ræktun gegn riðu – Áhrif mismunandi leiða við innleiðingu verndandi arfgerða metin með slembihermunum. Reykjavík: Ráðgjafarmiðstöð Landbúnaðarins. https://www.rml.is/static/files/RML_sauðfjaraekt/2023/raektun_riða_hermi_lokaskyrsla2.pdf
86. Angélique Igel, Christine Fast, Eva Hauksdóttir, Eyþór Einarsson, Gesine Lühken, Karólína Elísabetardóttir, Romolo Nonno, Stefania Þorgeirsdóttir, Vilhjálmur Svansson & Vincent Béringue. (2023). *Polymorphisms in prion protein of Icelandic sheep and their susceptibility to classical scrapie relying on extensive case control studies and Protein Misfolding Cyclic Amplification (PMCA) tests Summary and recommendations*. https://www.rml.is/static/files/RML_Frettir/2023/eythor/report_17nov23.pdf
87. Jón Torfason & Jón Viðar Jónmundsson (2000). Íslenska sauðkindin. Bókaútgáfan Hofi.
88. Ásgeir Jónsson (2016). *Forystufé*. Bókaútgáfan Sæmundur, Reykjavík.
89. Jón Viðar Jónmundsson, Lárus G. Birgisson, Sigríður Jóhannesdóttir, Emma Eyþórsdóttir, Þorvaldur Kristjánsson og Ólafur Dýrmundsson (2015). Forystufé á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn*. 85, 97–114.
90. Sigríður Jóhannesdóttir. (2004) *Forystufé - Skyldleiki og framtíð stofnsins*. Óbirt BS ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands.
91. Lokaskýrsla til erfðanefndar landbúnaðarins. Uppgjör athugunar á erfðum forystufjár í Norður-Þingeyjarsýslu gagnvart riðu. <https://agrogen.is/wp-content/uploads/2023/03/Uppgjor-athugunar-a-erfdum-forystufjar-i-Nordurlandi.pdf>
91. Stefán Aðalsteinsson & Bjarni E. Sigurðsson (1998). Er forfaðirinn fundinn? *Eiðfaxi* 10, 66–67.
92. Gunnfríður Elín Hreiðarsdóttir & Jón Hallsteinn Hallsson (2007) Uppruni íslenska hestsins. *Fræðaping landbúnaðarins 2007*, 97–103. Reykjavík, Bændasamtök Íslands ofl.
93. Jón Hallsteinn Hallsson (2011). Uppruni íslenska hestsins. Lokaskýrsla til erfðanefndar landbúnaðarins. Sótt 12. desember 2018 á https://www.agrogen.is/wp-content/uploads/2017/03/2011-04_Lokaskyrsla-Erfdanefnd_Hross-2011-12-11.pdf
94. Guðni Þorvaldsson og Guðrún Stefánsdóttir (2008). Litir og litaafbrigði íslenska hestsins. *Fræðaping landbúnaðarins 2008*, 347–354. Reykjavík, Bændasamtök Íslands ofl.
95. Guðrún Hulda Pálsdóttir (2017). Einstakt litaafbrigði í íslenska hrossastofninum. *Bændablaðið* 6. apríl 2017. Sótt 30.1.2019 á <http://www.bbl.is/frettir/frettir/einstakt-litaafbrigdi-i-islenska-hrossastofninum/16696/>.
96. Páll Imsland og Freyja Imsland (2019). Einstakt litaafbrigði alhvíttra hesta komið fram í íslenska hrossastofninum. *Bændablaðið* 2. janúar 2019. Sótt 30.1.2019 á <https://www.bbl.is/frettir/hross-og-hestamennska/einstakt-litaafbrigdi-alhvitra-hesta-komid-fram-i-islenska-hrossastofninum/20767/>.

97. Þorvaldur Kristjánsson (2007). Erfðabreytileiki íslenska hrossastofnsins og verndun hans. Í Ólafur R. Dýrmundsson (ritstj.) Í:Íslensk búfjárrækt: Málstofa til heiðurs Hjalta Gestssyni. Ólafur R. Dýrmundsson (ritstj.) Rit LbhÍ 14, 21-32.
98. Þorvaldur Kristjánsson. (2007). Erfðafjölbreytileiki íslenska hrossastofnsins og verndun hans. Í Ólafur R. Dýrmundsson (ritstjóri), Íslensk búfjárrækt: Málstofa til heiðurs Hjalta Gestssyni níræðum (bls. 95-102). Sótt af https://www.lbhi.is/images/pdf/utgefid%20efni/fjolrit%20rannsoknastofnunar%20landbunadarins/rit_lbhi_nr_14.pdf
99. Hólmfríður Kristjánsdóttir. (2012). Skyldleikarækt í íslenska hrossastofninum BS ritgerð í Búvísindum við Landbúnaðarháskóla Íslands. <http://hdl.handle.net/1946/13296>
100. Elínborg Árnadóttir (2022) Erfðafjölbreytileiki íslenska hrossastofnsins.BS ritgerð í Búvísindum við Landbúnaðarháskóla Íslands. <http://hdl.handle.net/1946/41594>
101. Jón Torfason (2002). *Melrækki, loðdýr, hænsn, geitur, svín*. Bókaútgáfan Hofi.
102. Lenstra J.A, J. Tigchelaar , I. Biebach , Econogene Consortiuma , J.H. Hallsson , J. Kantanen, V.H. Nielsen , F. Pompanon , S. Naderi , H.-R. Rezaei, N. Sæther, O. Ertugrul, C. Grossen , G. Camenisch, M. Vos-Loohuis , M. van Straten , E.A. de Poel , J. Windig & K. Oldenbroek. (2017) Microsatellite diversity of the Nordic type of goats in relation to breed conservation: how relevant is pure ancestry? *Journal of Breeding and Genetics*, 134(1):78-84. DOI:10.1111/jbg.12226.
103. Stefán Aðalsteinsson, Ólafur R. Dýrmundsson, Sigríður Bjarnadóttir & Emma Eyþórsdóttir (1994). Skyldleikarækt í íslenskum geitum. *Búvísindi* 8, 99–105.
104. Birna Kristín Baldursdóttir, Albína Hulda Pálsdóttir & Jón Hallsteinn Hallsson (2017). Íslenski geitastofninn - uppruni, staða og framtíðarhorfur *Skrína*, 3 1-15. <http://hdl.handle.net/10802/16342>
105. Heiða Ösp Sturludóttir (2019). Þróun geitahalds á Íslandi byggt á upplýsingum úr búnaðar- og forðagæsluskýrslum. BS ritgerð í Búvísindum við Landbúnaðarháskóla Íslands. <http://hdl.handle.net/1946/33479>
106. Birna Kristín Baldursdóttir & Jón Hallsteinn Hallsson (2012). *Verndaráætlun fyrir íslenska geitastofninn*. Erfðanefnd landbúnaðarins, www.agrogen.is.
107. Birna Kristín Baldursdóttir, Þorvaldur Kristjánsson & Jón Hallsteinn Hallsson (2012). Diversity of the Icelandic goat breed assessed using population data. *Acta Agric. Scand. Sect. Anim. Sci.* 62, 53–65.
108. Franklin, I.R. & Frankham, R. (1998). How large must populations be to retain evolutionary potential? *Animal Conservation*. 1, 69–70.
109. FAO (2015). *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, Italy.
110. Ólafur Reykdal, Óli Þór Hilmarsson og Svanhildur Hauksdóttir. 2019. Næringargildi geitaafurða - Kjöt og mjólk. Skýrsla Matis 1-19. <https://zenodo.org/records/3366950#.Xwbu0Cj7Tcu>
111. Emma Eyþórsdóttir (1993). Den gamle islandske hønsestamme. Í: *Seminar om gamle nordiske husdyrraser*. Nordiske Seminar- og arbejdsrapporter 1993, 501, 85–86.
112. Rosenberg, N.A. et al. (2001). Empirical evaluation of genetic clustering methods using genotypes from 20 chicken breeds. *Genetics* 159, 699–713.
113. Ólöf Ósk Guðmundsdóttir (2011). Erfðafjölbreytileiki innan íslenska hænsastofnsins metinn með greiningu örtungla. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóla Íslands, Hvanneyri. <http://hdl.handle.net/1946/9252>
114. Eigenda-ográektendafélaglandnámshænsna(2016).Lýsingáeinkennumíslenskulandnámshænnar. Landnámshænan, 1. tbl. 2016, bls. 17.

115. Ásta Þorsteinsdóttir (2012) *Afurðir og einkenni íslenska hæsnastofnsins*. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóla Íslands, Hvanneyri. <http://hdl.handle.net/1946/12433>
116. Oliehoek, P.A., Bijma, P. & van der Meijden, A. (2009). History and structure of the closed pedigreed population of Icelandic Sheepdog. *Genetics Selection Evolution*, 41 39, 1-12.
117. Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir (2007). Erfðabreytileiki íslenska fjárhundsins. *Fræðaving landbúnaðarins 2007*, 104–111. Reykjavík, Bændasamtök Íslands og fl.
118. Stronen A.V. et al. (2017). Genetic rescue of an endangered domestic animal through outcrossing with closely related breeds: A case study of the Norwegian Lundehund. *PLOS one* 12 (6): e0177429.
119. Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson (1996). Fiskar í ám og vötnum. Landvernd.
120. Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2023). Lax- og silungsveiðin 2022. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-22. 39 bls.
121. Skóra, M. E., Guðbergsson, G., Copp, G. H., & Jones, J. I. (2024). Evidence of successful recruitment of non-native pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Iceland. *Journal of Fish Biology*, 104(1), 329–334.
122. Gunnar Jónsson, Jónbjörn Pálsson & Magnús Jóhannsson (2001). Ný fisktegund, flundra, *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758), veiðist á Íslandsmiðum. *Náttúrufræðingurinn* 70, 83–89.
123. Mäkinen, H.S. og Merilä, J. (2008). Mitochondrial DNA phylogeography of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) in Europe – Evidence for multiple glacial refugia. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 167–182.
124. McKeown, N. J., Hynes, R. A., Duguid, R. A., Ferguson, A. & Prodöhl, P. A. (2010). Phylogeographic structure of brown trout *Salmo trutta* in Britain and Ireland: glacial refugia, postglacial colonization and origins of sympatric populations. *J. Fish Biol.* 76, 319–347 (2010).
125. King, T. L., Kalinowski, S. T., Schill, W. B., Spidle, A. P. & Lubinski, B. A. Population structure of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a range-wide perspective from microsatellite DNA variation. *Mol. Ecol.* 10, 807–821.
126. Gilbey, J. et al. (2017). A microsatellite baseline for genetic stock identification of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 75, 662 = 674.
127. Als, T. D. et al. (2011). All roads lead to home: panmixia of European eel in the Sargasso Sea *Mol. Ecol.* 20, 1333–1346.
128. Anon (2016). Veiðimálastofnun, starfsemi og framtíðarsýn. *Veiðimálastofnun, VMST/16015*.
129. Albert, V., Jónsson B. and Bernatchez, L. (2006), Natural hybrids in Atlantic eels (*Anguilla anguilla*, *A. rostrata*): evidence for successful reproduction and fluctuating abundance in space and time. *Molecular Ecology*, 15: 1903-1916
130. Nikolic N, Liu S, Jacobsen MW, et al. Speciation history of European (*Anguilla anguilla*) and American eel (*A. rostrata*), analysed using genomic data. *Mol Ecol.* 2020; 29: 565–577.
131. Skúlason, S., Antonsson, Þ., Guðbergsson, G., Malmquist, H.J. & Snorrason, S.S. (1992). Variability in Icelandic Arctic charr. *Icel. Agric. Sci.* 6, 143–153.
132. Kapralova K. H. et al. (2011). Evolution of adaptive diversity and genetic connectivity in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Iceland. *Heredity* 106, 472–487.
133. Lagunas M, Pálsson A, Jónsson B, Jóhannsson M, Jónsson ZO, Snorrason SS. 2023. Genetic structure and relatedness of brown trout (*Salmo trutta*) populations in the drainage basin of the Ölfusá river, South-Western Iceland. *PeerJ* 11:e15985

134. Daníelsdóttir, A.K., Marteinsdóttir, G., Árnason, F. & Guðjónsson, S. (1997). Genetic structure of wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations in Iceland. *ICES J. Mar. Sci.* 5, 986–987.
135. Gíslason, D., Ferguson M M, Skulason, S. & Snorrason, S.S. (1999). Rapid and coupled phenotypic and genetic divergence in Icelandic Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Can J Fish Aquat Sci* 56, 2229–2234.
136. Olafsson, K., Pampoulie C., Hjörleifsdóttir S., Guðjónsson S. & Hreggviðsson, G.O. (2014). Present-Day Genetic Structure of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) populations in Icelandic Rivers and Ice-Cap Retreat Models. *PLOS ONE* 9 (2):e86809
137. Fraser, D. J., Weir, L. K., Bernatchez, L., Hansen, M. M. & Taylor, E. B. (2011). Extent and scale of local adaptation in salmonid fishes: review and meta-analysis. *Heredity* 106, 404–420.
138. O’Toole, C.L. et al. (2015). The signature of fine scale local adaptation in Atlantic salmon revealed from common garden experiments in nature. *Evolutionary Applications*, 8, 881 – 900.
139. ICES. 2023. Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS). ICES Scientific Reports. 5:41. 477 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.22743713>
140. Svenning M-A, Falkegård M, Dempson JB, et al. Temporal changes in the relative abundance of anadromous Arctic charr, brown trout, and Atlantic salmon in northern Europe: Do they reflect changing climates?. *Freshw Biol.* 2022; 67: 64–77.
141. Parrish, D. L., Behnke, R. J., Gephard, S. R., McCormick, S. D. & Reeves, G. H. (1998). Why aren't there more Atlantic salmon (*Salmo salar*)? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55, 281–287..
142. Morita, K. & Yamamoto, S. (2002). Effects of Habitat Fragmentation by Damming on the Persistence of Stream-Dwelling Charr Populations. *Conserv. Biol.* 16, 1318–1323.
143. Guðmundur Ingi Guðbrandsson, Bjarni Jónsson, Eik Elfarsdóttir & Karl Bjarnason (2005). Áhrif brúa- og ræsagerðar á ferðir ferskvatnsfiska og búsvæði þeirra. *Veiðimálastofnun, VMST-N/0503*.
144. Árni Kristmundsson, Þórólfur Antonsson & Friðþjófur Árnason (2011). PKD- nýrnasýki í laxfiskastofnum á Íslandi með áherslu á vatnasvið Elliðaáa - þróun, áhrif og útbreiðsla sjúkdómsins og tengsl við breyttar umhverfisaðstæður. *Rannsóknadeild Fisksjúkdóma, Tilraunastöð Háskóla Íslands í Meinafræði að Keldum og Veiðimálastofnun, VMST/11048*.
145. Sigurður Már Einarsson & Jón S. Ólafsson (2016). Umhverfisþættir og útbreiðsla laxfiska á vestanverðum Vestfjörðum. *Veiðimálastofnun, VMST/16013*.
146. Hard, J. J. et al. (2008). Evolutionary consequences of fishing and their implications for salmon. *Evol. Appl.* 1, 388–408.
147. Jonsson B. & Jonsson N. (2011). Population enhancement and population restoration. In: *Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout. Fish & Fisheries Series, vol 33. Springer, Dordrecht*.
148. Halldór Björnsson, Anna Hulda Ólafsdóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Borgný Katrínardóttir, Brynhildur Davíðsdóttir, Gígja Gunnarsdóttir, Guðfinna Th. Aðalgeirsdóttir, Guðjón Már Sigurðsson, Helga Ögmundardóttir, Hildur Pétursdóttir, Hlynur Bárðarson, Starri Heiðmarsson og Theódóra Matthíasdóttir. (2023). Umfang og afleiðingar hnattrænna loftslagsbreytinga á Íslandi. Fjórða samantektarskýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar. *Veðurstofa Íslands*. 424 bls.
149. Barson, N.J. et al. (2015). Sex dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature*, 528, 405 – 408.
150. Crozier, W.W., Schon, P. J., Chaput, G., Potter, E.C.E., Maoileidigh, N.O. & MacLean, J.C. (2004). Managing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the mixed stock environment: challenges and considerations. *ICES Journal of Marine Science*, 61, 1344 – 1358.

151. Dionne, M., Caron, F., Dodson, J. & Bernatchez, L. (2009). Comparative survey of within river genetic structure in Atlantic salmon; relevance for management and conservation. *Conservation Genetics*, 10, 869 – 879.
152. Milot, E., Perrier, C., Papillon, L., Dodson, J. J. & Bernatchez, L. (2013). Reduced fitness of Atlantic salmon released in the wild after one generation of captive breeding. *Evol. Appl.* 6, 472–485.
153. Ozerov, M.Y., Gross, R., Bruneaux, M., Vähä, J., Burimski, O., Pukk, L. & Vasemägi, A. (2016). Genomewide introgressive hybridization patterns in wild Atlantic salmon influenced by inadvertent gene flow from hatchery releases. *Molecular Ecology*, 25, 1275 – 1293.
154. Hagen, I.J., Jensen, A.J., Bolstad, G.H., Diserud, O.H., Hindar, K., Lo, H. & Karlsson, S. (2019). Supplementary stocking selects for domesticated genotypes. *Nature Communications*, 10, 199.
155. Karlsson, S., Florø-Larsen, B., Sollien, V.P., Eriksen, L.B., Anders-skog, I.P.Ø, Brandsegg, H., Halvorsen, B.U. & Hemphill, E.J.K. (2018). Stamlakskontroll 2017. *NINA Rapport 1486*. Norsk institutt for naturforskning.
156. Naylor, R. et al. (2005). Fugitive Salmon: Assessing the Risks of Escaped Fish from Net-Pen Aquaculture. *BioScience* 55, 427.
157. Ford, J. S. & Myers, R. A. (2008). A Global Assessment of Salmon Aquaculture Impacts on Wild Salmonids. *PLoS Biol.* 6, e33.
158. Forseth, T., et al. (2017). The major threats to Atlantic salmon in Norway. *ICES Journal of Marine Science*, 74, 1496 – 1513.
159. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2023. Status for norske laksebestander i 2023. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 18, 124 s.
160. Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. & Skaala, Ø. (2017). Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – status 2017. *NINA Rapport 1337*.
161. Glover, K.A. et al. (2017). Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries*, 18, 890 – 927.
162. Skaala, Ø. et al. (2019). An extensive common garden study with domesticated and wild Atlantic salmon in the wild reveals impact on smolt production and shifts in fitness traits. *Evolutionary Applications*, 12, 1 – 16.
163. Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson & Jón Hlöðver Friðriksson (2017). Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. *Hafrannsóknastofnun, HV 2017-027*.
164. Hafrannsóknastofnun (2020). Áhætta erfðablöndunar -ráðgjöf 2020. Hafrannsóknastofnun.
165. Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sten Karlsson, Hlynur Bárðarson, Ingerid Julia Hagen, Áki Jarl Láruson, Sæmundur Sveinsson, Davíð Gíslason og Kevin Glover (2023). Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo salar*) og eldislax af norskum uppruna. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-25. 74 bls.
166. Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir & Sigurður Már Einarsson (2017a). Útbreiðsla og þéttleiki seiða laxfiska á Vestfjörðum, frá Súgandafirði til Tálknafjarðar. *Hafrannsóknastofnun, HV 2017-004*.
167. Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson & Sigurður Már Einarsson (2017b). Erfðablöndun eldislaxa af norskum uppruna við íslenska laxastofna. *Hafrannsóknastofnun. HV 2017-031*.
168. Hindar, K., et al. (2018). Evaluering av nasjonale laksevasdrag og nasjonale laksefjorder: Rømt oppdrettslaks, genetisk innkrysning og bestandsstatus. NINA Rapport 1461. 56 bls.

169. Jonsson, B. & Jonsson N. (2017). Maternal inheritance influences homing and growth of hybrid offspring between wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture Environmental Interactions*, 9: 231 – 238.
170. Keldur (2022). Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum. Ársskýrsla 2022. 98 bls.
171. Eva Dögg Jóhannesdóttir (2019). Sea lice infestation on wild salmonids in the southern part of the Icelandic Westfjords. MSc prófritgerð við Háskólann á Hólum. 47 bls. <http://hdl.handle.net/1946/33972>
172. Margrét Thorsteinsson (2019). Vöktun á sjávarlúsum á villtum laxfiskum í Patreksfirði 2019. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 19-19. 42 bls.
173. Margrét Thorsteinsson (2021). Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Vestfjörðum og á Eskifirði 2020. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 16-21. 94 bls.
174. Leó Alexander Guðmundsson (2022). Lax á landi. Hafrannsóknastofnun, HV 2022 33. 62 bls.
175. MAST (2023). Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2022. 63 bls.
176. MAST (2019). *Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2018*. 47 bls.

VERKEFNI SEM ERFÐANEFND LANDBÚNAÐARINS HEFUR STYRKT

2004

- Frostþol alaskaaspar
- Kortlagning erfðamarka sem tengjast sumarexemi í hrossum
- Í hestalitunum: Geisladiskur um hestaliti.
- Erfðasamsetning lax í Elliðaánum og hugsanlegar breytingar á henni.
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2005

- Viðhald á berjarunnum
- Erfðabreytileiki íslenska fjárhundsins
- Genbanki fyrir íslenskt sauðfé
- Erfðabreytileiki mjólkurpróteina hjá íslensku geitinni
- Rannsókn á erfðasamsetningu urriða í Öxará og Myrkravatni
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2006

- Uppruni íslenska hestsins
- Erfðafjölbreytileiki í íslenska kúastofninum
- Greining á erfðabreytileika íslensku landnámsþæunnar
- Hönnun félagsmerkis fyrir Eigenda- og ræktendafélags landnámsþænsna
- Varðveisla yrkja ávaxta- og berjastofna í Kristnesi
- Stuðningur við sauðfjársæðingarstöðvar vegna viðhalds á sérkennum í íslensku fé
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2007

- Uppruni íslenska hestsins
- Erfðafjölbreytileiki íslenska geitfjárstofnsins
- Forystufé
- Heimildamynd um forystufé
- Gamlir berjastofnar í Kristnesi
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2008

- Erfðafjölbreytileiki í íslenska kúastofninum.
- Erfðafjölbreytileiki í íslenska geitfjárstofnunum.
- Kynningarefni fyrir landnámsþænunna.
- Veggspjöld um geitfé, hunda og hæns.

- Geitfjársetur Íslands – undirbúningur að stofnun.
- Stuðningur við sauðfjársæðingarstöðvar vegna viðhalds á sérkennum í íslensku fé
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2009

- Erfðafjölbreytni íslenskra landnámshænsna
- Söfnun og varðveisla ræktaðra
- íslenskra yrkja loðvíðis og gulvíðis
- Molecular diversity in Nordic Angelica Populations
- Stuðningur við sauðfjársæðingarstöðvar vegna viðhalds á sérkennum í íslensku fé
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2010

- Skrásetning gamalla túna
- Aldingarðurinn í Kristnesi
- Söfnun hafrasæðis og nýting
- Heiðrún-ættbók íslenska geitfjárstofnsins
- Gerð mandat lista yfir íslenskar garðplöntur, Yndisgróður
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/ Búnaðarsamtök Vesturlands
- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2011-2015

- Stofnverndarframlag til geitfjárræktar

2017

- Genbanki sæðingahrúta
- Ræktunar og kynningarstarf landnámshæunnar
- Erfðamengi íslensku geitarinnar
- Greining á erfðafni forystufjár með tilliti til áhættuarfgerðar gegn riðu
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/ Búnaðarsamtök Vesturlands

2018

- Ætíðvönn – lifandi minjar ræktunarsögu Norðurlandanna
- Safeguarding the past legacy for future barley breeding endeavors
- The breeders of local domesticates in the North Atlantic and their motives
- Íslensk búfjáarkyn, app
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/ Búnaðarsamtök Vesturlands

2019

- Erfðagreining á kynjahlutfalli í hrygningastofnum laxfiska
- Erfðabreytileiki og erfðatengsl urriða á Íslandi
- Nýr gagnagrunnur og plöntuleit Yndisgróðurs
- Geitahald á Íslandi, greining á stöðugleika geitahalds í tímans rás
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/BúVest

2020

- Hýsilval birkikembu og birkipélu og áhrif þeirra á vöxt birkis
- Skráning forystufjár

- Textagerð, hönnun og prentun á “Sögumiðum”
- Fjöldi landnámsþænsna
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/BúVest

2021

- Genotyping barley resources - a foundation for future breeding
- Arfgerðargreining geita m.t.t. riðu
- Arfgerðargreining muskótt hross
- Genetic parameters and genetic trend for conformation traits of the Icelandic dairy cattle
- Áhrif sauðfjárbeitar á tegundafjölbreytni plantna
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/BúVest

2022

- App um íslensk húsdýr
- Exploring the genetic regulation of ability and quality of gaits in Icelandic Horses
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/ Búnaðarsamtök Vesturlands

2023

- Arfgreining riðuhjarða til að meta áhrif nýrra mögulega verndandi arfgerða
- Blæosp- varðveisla, notkun, endurreisn og fjölgun
- Áhrif erfðabreytileika á stærð, vöxt og kynþroska sjóbleikju
- Skráning forystufjár
- Genbanki fyrir sæðingahrúta
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/ Búnaðarsamtök Vesturlands

2024

- „Sifur og gull“ – frumrannsókn á eðli og erfðum kollótta og gula litarins í ísl. sauðfjárstofninum
- Hvar hrygna bleikjur þegar árnar hitna?
- Erfðalegur uppruni íslenskra hænsna
- Verndun sérkenna í ísl. Sauðfé/ Búnaðarsamtök Vesturlands



Stjórnarráð Íslands
Matvælaráðuneytið

