

ÍSLENSKAR ERFÐAAUÐLINDIR

**LANDSÁÆTLUN UM VERNDUN
ERFÐAAUÐLINDA Í ÍSLENSKRI
NÁTTÚRU OG LANDBÚNAÐI**

2019-2023

Erfðanefnd landbúnaðarins 2019 ©

Ritstjóri: Birna Kristín Baldursdóttir, Erfðalindasetur Landbúnaðarháskóla Íslands,
birna@lbhi.is

Þakkir: Steinunn Garðarsdóttir og Hjörtur Þorbjörnsson fyrir faglega aðstoð.
Rósa Björk Jónsdóttir fyrir aðstoð við gerð forsíðu.

Ljósmynd á forsíðu: Áskell Þórisson, úr myndasafni Landbúnaðarháskóla Íslands.
Uppsetning: Þórunn Edda Bjarnadóttir.

EFNISYFIRLIT

Formáli	V
Erfðanefnd landbúnaðarins.....	VI
Hugtakalisti	VII
Inngangur	1
Stjórnþæki og erfðaaudlindir	2
Erfðanefnd landbúnaðarins.....	2
Málsaðilar búfjárræktar	2
Norræn miðstöð erfðaaudlinda - NordGen.....	3
Evrópskt og alþjóðlegt samstarf	3
Nytjajurtir.....	5
Fóður- og landgræðslujurtir.....	5
Mat- og lækningajurtir	7
Trjátegundir	11
Garð- og landslagsplöntur	16
Búfé	19
Mat á varðveislugildi	19
Leiðir til varðveislu.....	20
Nautgripir (<i>Bos taurus</i>).....	22
Sauðfé (<i>Ovis aries</i>)	25
Forystufé.....	27
Hross (<i>Equus ferus caballus</i>)	29
Geitur (<i>Capra aegagrus hircus</i>).....	31
Hænsn (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	35
Hundar (<i>Canis lupus familiaris</i>).....	37
Ferskvatnsfiskar.....	39
Ferskvatnsfiskar á Íslandi	39
Nýting og vernd villtra stofna.....	39
Eldi á ferskvatnsfiskum	42
Framkvæmd og eftirfylgni	44
Heimildir	45

FORMÁLI

Landsáætlun erfðanefndar landbúnaðarins er nú birt í þriðja sinn en með henni er mótuð stefna erfðanefndar um varðveislu og sjálfbæra nýting erfðaauðlinda í landbúnaði sem er hlutverk nefndarinnar og er skilgreint í lögum. Starfsemi nefndarinnar er fyrst og fremst á vegum Erfðalindaseturs Landbúnaðarháskóla Íslands sem sinnir margvíslegum verkefnum í umboði erfðanefndar. Landsáætlunin er byggð á fyrri áætlun að mjög miklu leyti en einstakir kaflar hafa verið endurskrifaðir og uppfærðir eftir því sem við á.

Varðveisla erfðafjölbreytni og sjálfbær nýting erfðaauðlinda eru lykilatriði varðandi framtíð matvælaframleiðslu í landbúnaði. Erfðabreytileiki er undirstaða þess að nytjategundir geti aðlagast breyttum umhverfisaðstæðum og er jafnframt forsenda þess að hægt sé að stunda árangursríkar kynbætur til framtíðar. Í umræðu dagsins um loftslagsbreytingar og aðrar umhverfisógnir sem geta haft veruleg áhrif á framleiðslu matvæla í landbúnaði verður þetta starf sífellt mikilvægara.

Landsáætlunin nær yfir nytjaplöntur, skóg, búfé og villta ferskvatnsfiska og í öllum þessum flokkum eru tegundir og/eða stofnar sem gæta þarf að. Á Íslandi eru það ekki síst íslensku búfjárkynin sem skapa sérstöðu landbúnaðar hér á landi og þau eru því áberandi í áætluninni hverju sinni.

Töluvert hefur áunnist frá því að síðasta landsáætlun var sett fram og ber þar hæst fjölgun íslenskra geita og aukin nýting afurða af geitum. Íslenska geitin er enn í útrýmingarhættu en hættan hefur minnkað og vonandi heldur sú þróun áfram. Íslenskt forystufé hefur verið skilgreint sem sérstakt sauðfjárkyn og er einnig í útrýmingarhættu. Þar er m. a. unnið að eflingu skýrsluhalds sem er mikilvægt fyrir framtíð stofnsins. Erfðanefnd hefur einnig látið sig varða verndun villtra laxastofna í ám í ljósi aukningar á laxeldi í sjó.

Ennfremur hefur verið unnið gagnlegt starf í rannsóknum og viðhaldi á íslenskum yrkjum garð- og landslagsplantna í verkefninu Yndisgróður sem er á vegum LbhÍ.

Erfðanefnd þakkar Birnu Kristínu Baldursdóttir, starfsmanni Erfðalindaseturs, sérstaklega fyrir umsjón með gerð landsáætlunar 2019-2023 ásamt öllum öðrum sem komið hafa að mótun áætlunarinnar og lagt hönd á plóg við ritun og endurskoðun einstakra kafla.

Keldnaholti í maí 2019

Emma Eyþórsdóttir, formaður erfðanefndar

ERFÐANEFND LANDBÚNAÐARINS

Nefndarmenn

Emma Eyþórsdóttir, dósent, formaður, Landbúnaðarháskóla Íslands (emma@lbhi.is).
Charlotta Oddsdóttir, lektor, tilnefnd af Landbúnaðarháskóla Íslands (charlotta@lbhi.is).
Brynja Hrafnkelsdóttir, sérfræðingur tilnefnd af Skógrækt ríkisins (brynja@skogur.is).
Sæmundur Sveinsson, tilnefndur af Landbúnaðarháskóla Íslands (saemundur@lbhi.is).
Trausti Baldursson, forstöðumaður stjórnsýsludeildar, tilnefndur af Náttúrufræðistofnun (trausti@ni.is).
Leó Alexander Guðmundsson, líffræðingur, tilnefndur af Hafrannsóknarstofnun (leo.alexander.gudmundsson@hafogvatn.is).
Þorvaldur Kristjánsson, hrossaræktarráðunautur, tilnefndur af Bændasamtökum Íslands (thk@rml.is).

Varamenn (í sömu röð)

Halldór Runólfsson, varaformaður, ráðgjafi í atvinnu- og nýsköpunarráðuneytinu (halldor.runolfsson@anr.is).
Ólóf Ósk Guðmundsson, námsbrautarstjóri, tilnefnd af Landbúnaðarháskóla Íslands (olofosk@lbhi.is).
Aðalsteinn Sigurgeirsson, forstöðumaður, tilnefndur af Skógrækt ríkisins (adalsteinn@skogur.is).
Samson B. Harðarson, lektor, tilnefndur af Landbúnaðarháskóla Íslands (samson@lbhi.is).
Svenja Auhage, umhverfis- og vistfræðingur, tilnefnd af Náttúrufræðistofnun (svenja@ni.is).
Jóhannes Guðbrandsson, líffræðingur og stærðfræðingur, tilnefndur af Hafrannsóknarstofnun (johannes@hafogvatn.is).
Ásthildur Skjaldardóttir, bóndi, tilnefnd af Bændasamtökum Íslands (bakkabuid@simnet.is).

Nefndin var skipuð þann 16. júní 2016 til þriggja ára.

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 erfðavísu 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.

Búfjárkyn (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 búfjárkyninu hvort.

Einkirnafjölbrigðni (single nucleotide polymorphism, SNP): Breytileiki milli einstaklinga í einu kirni í erfðaefninu. 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 erfðafræðilega 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.

Erfðafjölbreyttni (genetic diversity): Erfðabreytileiki innan tegunda sem er ýmist mældur út frá svipgerð eða með aðferðum sameindalíffræðinnar, 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 erfðaeftni 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 erfðaaufðlinda 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 hærri en 2%.

Gensæti (locus): Sæti gens á litningi.

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

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

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 meðvituðu vali mannsins á ólíkum svipgerðum, tilviljanakenndu genaflökti og ekki síst náttúruúrvali, og býr yfirleitt yfir mikilli erfðafjölbreytni.

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

Samsætur (alleles): Mismunandi form af sama geni.

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

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

Skýldleikatengsl (genetic kinship): Reiknaður skýldleiki 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 erfðaaufðlinda. Gerður er greinarmunur á *in situ* varðveislu, þ.e. í náttúrulegum heimkynnum eða á upprunalegum vaxtastað, 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 skýldleikaræktaðir en heildarstofninn að meðaltali.

Yrki (cultivar): Ræktunaraufbrigði 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.

INNGANGUR

Áhyggjur af minnkandi erfðafjölbreytni dýra og plantna hafa aukist samhliða því að fleiri litlir og oft einangraðir erfðahópar víkja fyrir útbreiddum búfjárkynjum og plöntuýrkjum. 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 búfjárkynjum 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 erfðaaauðlinda...“

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 plöntuýrkja og búfjárstofna. Plöntuýrki og búfjárstofnar ásamt náttúrulegum erfðabreytileika sem landbúnaður nýtir er oft einu nafni nefndur erfðaaauðlindir 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 (Global plan of action for Animal Genetic Resources) á sviði erfðaaauðlinda búfjár og hefur gefið út skýrslur (Report on the State of the World's Animal Genetic Resources) síðast 2015, um ástand erfðaaauðlinda húsdýra í heiminum. 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. 70/1998 með síðari breytingum, nú atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneyti. Sér til fulltingis hefur ráðuneytið erfðanefnd landbúnaðarins, en verkefnum hennar er lýst í 16. grein laganna.

Með reglugerð 151/2005 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 búfjárstofna,
- að tryggja viðhald á plöntum sem fjölgað er kynlaust og notaðar eru í landbúnaði,
- að fylgjast með stofnstærð og veita ráðgjöf um ræktun innlendra búfjárræktar,
- að gera tillögur um aðgerðir og styrki til verndar og varðveislu búfjárræktar 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 búfjárræktar

Allt skipulag í búfjárrækt er á grundvelli búnaðarlaga nr. 70/1998. Framkvæmd laganna hvað búfjárrækt varðar er í höndum Bændasamtaka Íslands og fé veitt til þess á

fjárlögum. Fagráð 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. 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 stjórnsýslu eða ákvarðanatöku. Slík félög eru Eigenda- og ræktendafélag Landnámshænsna, Geitfjárræktarfélag Íslands, Forystufjárræktarfélag Íslands og deild íslenska hundsins 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 atvinnuvega- og nýsköpunarráðherra 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 stofnriki Matvæla- og landbúnaðar-stofnunar 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 erfðaefnis plantna og stuðla að sjálfbærri nýtingu þeirra í Evrópu.

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

CryoWeb upplýsinga- og gagnavörslukerfi fyrir erfðaeefni búfjár var tekið í notkun hérlandis 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 erfðaefnis búfjár og heldur utan um skráningar búfjarkynja í samræmda gagnagrunna.

NYTJAJURTIR

Vegna einangrunar var sú flóra sem hér hafði þróast frá lokum ísaldar fram til landnáms mjög tegundafá². Þær plöntur sem hingað bárust eftir það komu frá búskaparsvæðum og þoldu því betur nýtingu með slætti eða beit. Meðal tegunda sem talið er að hafi borist hingað við landnám eru **knjálíðagras** (*Alopecurus geniculatus*), **hálíngresi** (*Agrostis capillaris*), **skriðlíngresi** (*Agrostis stolonifera*), **snarrótarpuntur** (*Deschampsia caespitosa*), **vallarsveifgras** (*Poa pratensis*) og **hvítmári** (*Trifolium repens*). Auk þess hafa **vallarfoxgras** (*Phleum pratense*), **hálíðagras** (*Alopecurus pratensis*), **hávingull** (*Festuca pratensis*), **axhnoðapuntur** (*Dactylis glomerata*) og **rauðsmári** (*Trifolium pratense*) borist til landsins síðar².

Talið er að fram undir miðja 17. öld hafi ekki verið reynt að flytja hingað grös eða aðrar fóðurjurtir³. 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 túnræktar³.

Innlend grös hafa verið notuð til landgræðslu um langt skeið þó svo að innflutt sáðgresi hafi verið ríkjandi í landgræðslustarfinu lengst af⁴. Á síðari árum hefur verið lögð áhersla á að rækta fræ af innlendum tegundum, einkum **túnvingli** (*Festuca richardsonii*) og **melgresi** (*Leymus arenarius*), og eru nú nokkur staðbrigði melgresis í frærækt hjá Landgræðslu ríkisins.

Fóður- og landgræðslujurtir

Í ritinu *Nytjaplöntur á Íslandi*⁵ er listi yfir yrki sem mælt er með til ræktunar hérlandis. 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^{6,7}. Tvö yrki eru af vallarfoxgrasi eftir íslenskar kynbætur, Korpa⁸ 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 fjölþjóðlegt upphaf⁹.

Á listanum er aðeins einn nafngreindur stofn til túnræktar sem valinn hefur verið hérlandis, en það er beringspuntur undir nafninu Origin Norcoast sem fluttur var hingað frá Alaska. Hann hefur reynst vel til landgræðslu og er nær eingöngu notaður í því skyni^{10,11}.

Tveir íslenskir stofnar til uppgræðslu eru nafngreindir, Sámur túnvingull og Mela, óvalinn stofn Alaskalúpínu (*Lupinus nootkatensis*).

Til kornræktar eru nefnd fjögur byggyrki (*Hordeum vulgare*), tveggja raða yrkin IsKria og Skegla og sex raða yrkin IsLomur og IsSkumur^{12,13}.

Sá gróður sem aðlagast hefur túnrækt hérlandis er án efa verðmæt erfðaaudlind fyrir íslenskan landbúnað. Hér ber að nefna vallarfoxgras, háliðagras, vallarsveifgras, hálíngresi, túnvingul, snarrót og hvítsmára. Hávingull, axhnoðapunt og rauðsmára má einnig telja með þar sem slæðingar þeirra hafa vaxið á sama stað í langan tíma. Þrátt fyrir að aðrar tegundir grasa og tvíkímblöðunga séu algengar í gömlum túnum 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 túnum á kerfisbundinn hátt og eru varðveittir þar erfðahópar sem eru ýmist skráðir sem yrki, landsstofnar, villtir eða hálfvilltir. Vel er séð fyrir varðveislu á hálíngresi, snarrót, túnvingli og vallarsveifgrasi. Eftirfarandi tegundir eru nú varðveittar hjá NordGen (fjöldi erfðahópa í sviga): Hálíngresi (59), skriðlíngresi (1), snarrót (17), túnvingull (97), hávingull (1), vallarfoxgras (2), háliðagras (25) og vallarsveifgras (104).



Mynd 1. Gamalt tún á Hólum í Hjaltadal sem skráð hefur verið í sérstaka skrá þar sem koma fram sögulegar upplýsingar, gróðurfar og GPS hnit (Mynd: Guðni Þorvaldsson).

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

Varðveisla *in situ*

Fram hefur komið í rannsóknum¹⁴ 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 hnitum.¹⁵ Líta má á þau sem menningarminjar og auk þess sem þangað mætti sækja efnivið til kynbóta. Söfnun fyrir NordGen hefur einkum beinst að þessum tünunum. 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 tünunum hefur farið fækkandi á undanförunum árum en til að viðhalda breytileika er mikilvægt að gömlum tünunum 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.**

Mat- og lækningajurtir

Fáar tegundir í íslensku flórunni eru nýttar til manneldis. Þó eru þekkt dæmi þess að villtar plöntur hafi verið notaðar í mat og til lækninga. Þær algengustu voru **hvönn** (*Angelica archangelica*), **njóli** (*Rumex longifolius*) og **hundasúra** (*R. acetocella*), **skarvakál** (*Cochlearia officinalis*), **bláber** (*Vaccinium liginosum*) og **aðalbláber** (*V. myrtillus*), **krækiber** (*Empetrum nigrum*), **fjallagrös** (*Cetaria islandica*) og **söl** (*Rhodymenia palmata*). Einnig hafa villtar plöntur lengi verið notaðar til litunar, bæði háplöntur og fléttur.

Ræktun nytjaplantna óx um öll Norðurlönd á miðöldum og líklegt er að hingað hafi þá eitthvað flust af matjurtum. Hér má t.d. nefna **villilauk** (*Allium oleraceum*). Lítið varð þó úr þessari ræktun og það var ekki fyrr en um miðja 17. öld að áhugi kviknar á ræktun nytjaplantna¹⁶. Ræktun matjurta varð þó ekki almenn fyrr en eftir aldamótin 1800. Talið er að Vísi-Gísli hafi flutt **kúmenplöntuna** til landsins um 1660 og ræktaði í Fljótshlíð og seinna í Skálholti. Stofn villts kúmens vex enn á þessum stöðum¹⁷.

Melgresi (*Leymus arenarius*) er fjarskyldur ættingi hveitis og var melkorn nýtt í brauðgerð áður fyrr¹⁸. Áhugi hefur verið á að nýta ákveðna eiginleika melgresis eins og þurrkþol, öfluga sprotamyndun og þol gegn ýmsum sjúkdómum í tengslum við kynbætur hveitis¹⁹.

Kartöflur (*Solanum tuberosum*) bárust 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 íslenskar.²⁰

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 lýst¹⁶. Í *Nytjaplöntum* er að finna tvo nafngreinda stofna af gulrófu, það eru Maríubakkarófa og Sandvíkurrófa.

Rabarbari (*Rheum x hybridum*) á sér langa ræktunarsögu hérlandis. Schierbeck landlæknir sem starfaði hér á árunum 1882-1890 var m.a. ötull við að dreifa rabarbara um landið.²¹ 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 gördum. Var það einkum **rifs** (*Ribes spicatum*) og var „rautt 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 **stíkilsberjum** (*Ribes uva-crispa*).

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.

Landbúnaðarháskóli Íslands ber ábyrgð á varðveislu íslensku kartöfluafrbrigðanna og eru bæði rauðar íslenskar og gullauga í sérstakri stofnrækt. Auk þess eru í stofnrækt Gullauga, Helga (rautt gullauga) og Premiere⁵.

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 úr 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.



Mynd 2. Skógasafn hefur tekið að sér að varðveita rabarbarayrkið 'Ráðherrafrú' (Mynd: Birna Kristín Baldursdóttir).

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 miðöldum²².

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 undanförunum 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 AÐGERÐIR

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

TRJÁTEGUNDIR

Skógar á Íslandi þekja tæplega 192 þúsund hektara eða 1,9% af flatarmáli landsins²³. Þar af eru ræktaðir skógar birkis og innfluttra trjátegunda rúmlega 14 þúsund hektarar²³.

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 Skógræktinni sem ber ábyrgð á erfðaauðlindum 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 Skógræktinni.

Birki (*Betula pubescens*) - Íslenskt birki er fjölbreytilegt með tilliti til vaxtarlags, vaxtargetu og útlits, jafnt innan og milli landshluta. Stór hluti náttúrulegra, íslenskra birkiskóglenda teljast vera kjarrlendi frekar en skógar²⁴. Allt náttúrulegt birki á Íslandi er meira eða minna erfðafræðilegur blendingur við fjalldrapa (*Betula nana*) sem skýrir



Mynd 3 Birki á Mógilsá (Mynd: Brynja Hrafnkelsdóttir).

stóran hluta breytileikans^{25,26,27}. 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. Birki ættað úr Bæjarstaðarskógi hefur reynst hvað best um land allt.

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. Fræ af Emblu er ræktað á Tumastöðum í Fljótshlíð.

Bæjarstaðarúrval er nafn sem notað er yfir birki undan 40 trjám sem valin voru í Bæjarstaðarskógi. Frekara val hefur ekki farið fram en afkvæma-tilraunir hafa verið gróðursettar. Bæjarstaðarbirki er fjölbreyttara útlits en Embla, og er þetta það birki sem mest er notað í íslenskri skógrækt. 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 og í innsveitum í öðrum landshlutum.

Önnur kvæmi, sem notuð hafa verið að einhverju ráði í íslenskri skógrækt, eru Þórsmörk og Freyshólamýri. Það síðarnefnda er norskt að uppruna og því sennilega arfhreinni ilmbjörk en íslensku kvæmin.

Víðir (*Salix* spp.) - Víðitegundir eru allmargar en eftirspurn er einkum eftir innfluttu tegundunum alaskavíði, jörvavíði og víðju í skjólbeltarækt. Innlendu tegundirnar, gulvíðir og loðvíðir eru oftast notaðar til uppgræðslu. Af alaskavíði og jörvavíði eru notaðir skilgreindir klónar sem reyndir hafa verið í klónatilraunum víða um land^{28,29}. Sá efniviður af víðju, gulvíði og loðvíði sem notaður er hérlandis er aftur á móti að mestu óvalinn, lítt prófaður og/eða óskilgreindur³⁰. Aðrar víðitegundir eru minna notaðar. Einstakir víðiklónar sem talsvert hafa verið ræktaðir hafa fengið nöfn sem um tegund væri að ræða. Má þar nefna glitvíði, brekkuvíði, tunguvíði og strandavíði, sem eru gulvíðiklónar. Einnig eru hreggsstaðavíðir og grásteinsvíðir blendingar gulvíðis og víðju. Þeir hafa fremur verið notaðir í garðrækt en skógrækt.

Reyniviður (*Sorbus aucuparia*) - Á seinustu árum hefur gróðursetning reyniviðar í skógrækt stóraukist. Afkvæmatilraunir voru gróðursettar árið 2005 í þeim tilgangi að finna sterkan efnivið sem gæti gefið af sér afkvæmi með góðan vöxt, lifun sem og gott viðnám gegn reyniátu og kali. Einnig hjálpa tilraunirnar við að skilgreina betur þann breytileika sem finnst í stofninum hérlandis. Við fyrstu úttekt virtist ekki vera mikill munur á milli klóna í þessum afkvæmatilraunum³¹.

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 arfgerðargreina íslenskar blæspir og benda þær til þess að mjög fáar arfgerðir séu til og að á flestum náttúrulegum fundarstöðum blæspar sé aðeins að finna eina arfgerð tegundarinnar³² (Sæmundur Sveinsson, munnleg heimild). Blæösp er lítið sem ekkert gróðursett í skóg- eða garðrækt en henni hefur þó verið dreift víða.

Lerki (rússalerki, *Larix sukaczewii*, evrópu-rússalerkiblendingur, *L. decidua x sukaczewii*) - Rússalerki er ein mest gróðursetta trjátegundin í íslenskri skógrækt undanfarna áratugi. Fræið er að mestu flutt inn frá finnskum frægörðum³³ 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 víxlun eins klóns af evrópulerki sem valinn var í Hallormsstaðaskógi og um tuttugu rússalerkiklóna sem einnig voru valdir hérlandis. Rannsóknir hafa sýnt að Hrymur getur vaxið mun hraðar en rússalerki á sama stað³⁴. Kvæmatilraunir evrópulerkis sýna að tegundin lifir þokkalega víða um land. Í undirbúningi er úrval og kynbætur á evrópulerki til að eiga heppilegt erfðaefti lerkis til að mæta hlýnandi loftslagi, ekki síst umhleypingasömum vetrum sem reynist rússalerkinu erfitt.

Sitkagreni (*Picea sitchensis*) - Innlend kvæmi eru uppistaðan í ræktun. Kvæmið Tumastaðir var mest notað á árunum 1996 - 2008, en uppruni þess er fremur suðlægur. Kvæmi frá Þjórsárdal og Egilsstöðum, sem upprunin eru á Cordova svæðinu í Alaska, eru harðgerðari og mest notuð síðustu árin. Árin 2005 - 2008 fór fram val á sitkagreni til ágræðslu hérlandis. 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.

Alaskaösp (*Populus balsamifera ssp. trichocarpa*) - Fjöldi nafngreindra, vel þekktra og prófaðra klóna eru í notkun hérlandis³⁵. Græðlingaframleiðsla á klónum fer fram á vegum Skógræktarinnar en einnig eru einkareknar gróðrarstöðvar með eigin framleiðslu sem þó er ekki vottuð. Á undanförunum árum hafa farið fram kynbætur með það að markmiði að auka þol gegn asparryði. Afkvæmatilraunir hafa verið gróðursettir og stefnt er að því að velja hóp vel aðlagðra, vel vaxinna og ryðþolinna klóna sumarið 2019 til ræktunar og fjölgunar. 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 allt³⁶. 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 stafafurufræ 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*) og **lindifuru** (*Pinus cembra*). Fræ annarra tegunda er að mestu flutt inn, en þær helstu í skógrækt eru **blágreni** (*Picea engelmannii*), **hvítgreni** (*Picea glauca*), **rauðgreni** (*Picea abies*) og **hengibjörk** (*Betula pendula*).

Varðveisla *ex situ*

Víða um land eru kvæma-, klóna- og afkvæmatilraunir flestra þeirra tegunda sem notaðar eru í skógrækt hérlandis. 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 nýtingaráætlana í þjóðskógunum eru tilraunir og trjásofn 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.

Varðveisla *in situ*

Fyrir erfðaauðlindir innlendra trjátegunda 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 landshluta²⁵. 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 sjó en hingað til hefur tíðkast. Skuggabjargarskógur í dalsmynni Fnjóskadals hefur verið skilgreindur sem erfðaverndarskógur með áherslu á erfðavernd birkis og er skráður sem slíkur í gagnagrunni EUFGIS (<http://www.eufgis.org>). Lítið er vitað um erfðafræði reyniviðar, blæspar, gulvíðis eða loðvíðis hér á landi.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

- / **Skrá þau svæði sem hafa varðveislugildi m.t.t. erfðaauðlinda skógræktar ásamt upplýsingum um þau, þ.m.t. kort sem sýna staðsetningu kvæma, klóna og afkvæmahópa.**
 - / **Gera skrána og upplýsingarnar aðgengilegar á netinu.**
 - / **Tryggja varðveislu þeirra svæða sem ekki eru í þjóðskógunum.**
 - / **Halda áfram að afla þekkingar á erfðum og aðlögun birkis með rannsóknum.**
 - / **Afla þekkingar á erfðum og aðlögun annarra innlendra trjátegunda.**
 - / **Skilgreina Bæjarstaðaskóg sem erfðaverndarskóg og tryggja að hann stækki að flatarmáli og endurnýi sig.**
 - / **Kanna hvort önnur skóglendi skuli njóta slíkrar verndar.**
-

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 jurtkenndra 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 Íslandi. 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 almenningsgörðum, 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 (*in situ*).

Í kjölfarið á breyttum tollalögum innfluttra plantna 2007 jókst mjög innflutningur á erlendum yrkjum á kostnað ræktunar eldri klóna sem voru jafnvel betur aðlagðir íslenskum aðstæðum. Til að tryggja áframhaldandi ræktun og framleiðslu harðgerra plantna í garðrækt var ljóst að það þurfti að rannsaka og skilgreina betur þann efnivið sem reynsla var komin á. Því var verkefnið Yndisgróður stofnað innan Landbúnaðarháskóla Íslands (<https://yndisgrodur.lbhi.is>) og hefur það frá árinu 2007 unnið að rannsóknum á garð- og landslagsplöntum. Til að auka yfirsýn yfir garð- og landslagsplöntur á Íslandi og stuðla að samanagerð á þrifum þeirra milli landshluta kom Yndisgróður á fót klónasafni við starfsstöð Landbúnaðarháskólans á Reykjum í Ölfusi og fimm sýningarreitum dreift um landið (Kópavogi, Reykjavík, Sandgerði, Blönduós og Hvanneyri). Á Reykjum eru nú hátt í 400 yrki eða klónar af tæplega 200 tegundum. Eins heldur Yndisgróður úti skrá yfir rúmlega 1.000 yrki sem unnið hefur verið með í verkefninu. Markmið Yndisgróðurs er jafnframt að skilgreina og velja úr safni sínu hentugar garð- og landslagsplöntur og stuðla að ræktun þeirra meðal garðplöntuframleiðenda.

Besta leiðin til að viðhalda þeirri fjölbreytni sem er til staðar er að opinberir aðilar jafnt sem einkaaðilar noti vel aðlöguð yrki garð- og landslagsplantna sem mest. Einnig er reynsla



Mynd 4 Sýrena yrkið 'Bríet' sem valið var úrvalsyrki 2014 (Mynd: Steinunn Garðarsd.)

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. Garðplöntuframleiðendur gegna lykilhlutverki í að koma tegundum og yrkjum á markað og tryggja þannig útbreiðslu þeirra í görðum og á grænum svæðum. Klónasafn Yndisgróðurs tryggir aðgengi framleiðenda að vel völdum og skilgreindum efnivið með því að bjóða reglulega upp á græðlingatöku og frætöku. Söfn Yndisgróðurs gegna jafnframt mikilvægu hlutverki í að varðveita efnivið garð- og landslagsplantna. Ýmis trjásöfn á Íslandi auk Grasagarðs Reykjavíkur og Lystigarðs Akureyrar varðveita umtalsvert safn ræktaðra plantna og eiga mörg ræktuð yrki á Íslandi uppruna sinn í þeim görðum.

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 vel aðlagðar að íslenskum aðstæðum.**
 - / Stuðla að því að komið verði á fót sýningarreitum Yndisgróðurs í öllum landshlutum.**
 - / 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.**
 - / Hvetja til notkunar og rannsókna á innlendum plöntum við frágang framkvæmda á sérstökum náttúrusvæðum.**
-

BÚFÉ

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

Með vaxandi vitund um mikilvægi þess að varðveita erfðafjölbreytni hefur áhersla verið lögð á að greina uppruna búfjárkynja 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 óbyggjandi.

Í samanburði við evrópsk kyn kemur sérstaða íslenskra búfjárkynja skýrt fram³⁸ 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 en að annars megi hér finna afkomendur allra þeirra búfjárkynja sem hingað bárust við landnám.

Eitt helsta einkenni íslenskrar búfjárræktar er að ekki er hægt að tala um mismunandi búfjárkyn í sama skilningi og í nágrannalöndunum 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 sauðfjárrækt hefur orðið til þess að sömu kynbótagripir eiga hlutdeild í hjörðum um allt land.

Annað einkenni íslenskrar búfjárræktar 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 sundur³⁹.

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 sérstaklega⁴⁰, enda sé ekki þörf aðgerða til varðveislu. Stóru íslensku búfjárkynin falla í þann flokk en ef til þess kemur að meta eigi varðveislugildi gagnvart öðrum kynjum eru nokkur atriði sem hafa þarf í huga:

- (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?⁴¹.

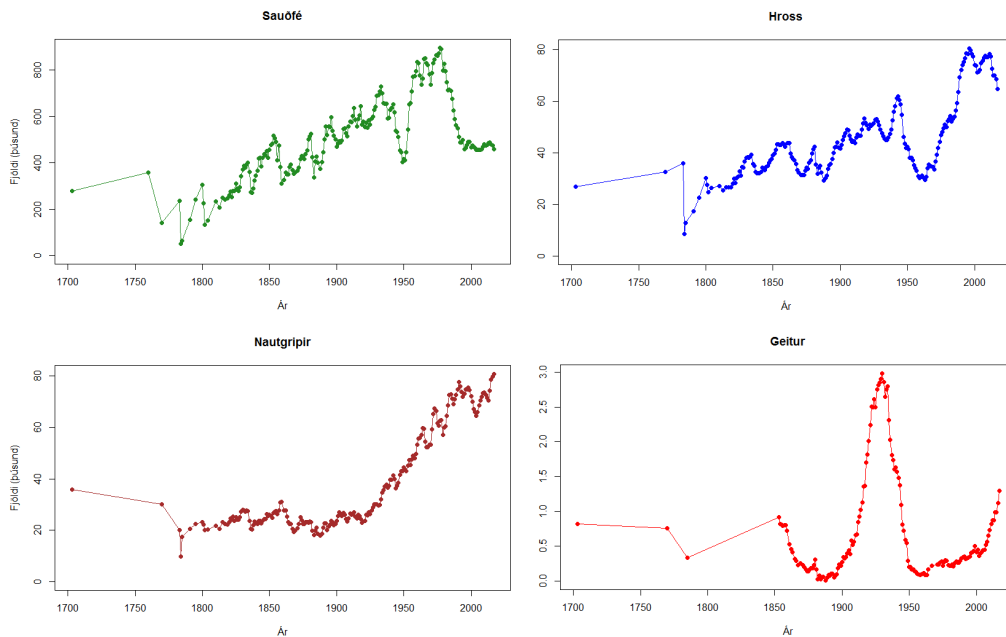
Leiðir til varðveislu

Þrjár leiðir eru jafnan nefndar til verndar búfjárkynjum:

- (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 aðlögunarhæfni⁴¹.
- (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 síður⁴¹.
- (3) **Cryoconservation** varðveisla felur í sér varðveislu á frystum fósturvísimum/sæði sem gerir mögulegt að endurskapa erfðahópinn, en telja verður þennan möguleika í raun fræðilegan því ólíklegt er að þær aðstæður skapist að búinn verði til nýr ræktunarhópur frá fósturvísimum⁴¹.

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 megir s.k. erfðarof (genetic erosion) sem kemur fram sem tap á breytileika og aukin hætta á útbreiðslu gena sem hafa óæskileg áhrif⁴². 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,



Mynd 5 Þróun fjölda búfjár 1703-2018 (heimild: Hagskinna, 1997 og Hagstofa Íslands).

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 erfðaefnis til blöndunar við kúakynið og mun slíkur innflutningur hafa áhrif á varðveislugildi stofnsins. Fyrirhugaðar breytingar á lögum um innflutning búfjárafurða geta breytt samkeppnisstöðu innlendarar búfjárræktar til hins verra og aukið þörf á eftirliti og aðgerðum til verndunar, ekki síst í nautgriparækt.

Varðveisla á frystu sæði og öðru erfðaeefni íslenskra búfjárkynja er ekki skipulögð sérstaklega og er alfarið á hendi ræktunaraðila. Eðlilegt er að þessi starfsemi heyri undir genbanka í umsjón opinberra aðila til að draga úr hættu á ófyrirséðum áföllum⁴³.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

- / **Að vekja athygli stjórnvalda á nauðsyn þess að vinna að stofnun genbanka fyrir erfðaeefni búfjár og tryggja þannig langtíma varðveislu erfðaefnis.**
- / **Stuðla að erfðarannsóknnum á íslenskum búfjárkynjum sem leiði í ljós þróun og stöðu þeirra með tilliti til erfðabreytileika og nýta niðurstöður í átt að sjálfbærri ræktunarstefnu.**

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 Þrændakýr⁴⁴. Arfgerðargreining kynja frá Skandinavíu og Eystrasaltslöndunum bendir til sérstöðu íslenska kúakynsins og að uppruna sé að leita í norðanverðri Skandinavíu⁴⁵. Niðurstöður eru í samræmi við sögulegar heimildir og áætlaður aðskilnaðartími norskra og íslenskra kúakynja stenst á við tíma frá landnámi³⁸.

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 landið⁴⁶.

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 kýr⁴⁷.

Íslenski kúastofninn telur í dag rúmlega 81.000 gripa, þar af tæplega 27.000 mjólkurkýr⁴⁸. Skýrsluhald í nautgriparækt er mjög gott með 100% þátttöku⁴⁹ og eru tæplega 80% kúnna sæddar (Guðmundur Jóhannesson, 2019, munnleg heimild). Kynbótaskipulag miðast við einn ræktunarhóp⁵⁰ sem endurspeglar í því að skyldleiki milli sveita var árið 2000 svipaður og innan sveita⁵¹.

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 gripa fyrir árin 2005-2010⁵². 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 flöskuhálsa⁵³. 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



Mynd 6 Íslenskar kýr (Mynd: Jón Eiríksson)

með tilliti til hollustu og vinnslu mjólkur⁵⁴. Ekki er vitað hvort þessi tíðni hefur haldist óbreytt undanfarin 20 ár.

Um nokkurra áratuga skeið hefur verið í landinu stofn Galloway nautgripa. Þrátt fyrir 80 ára sögu hér á landi hefur erfðanefnd landbúnaðarins ályktað að ekki sé ástæða til að telja Galloway gripi hér íslenskan stofn með sjálfstæðu verndargildi. Auk þess eru ræktaðir holdanautgripir af Limousin og Aberdeen Angus kynjum.

Árið 2017 voru fluttir inn fósturvísar af Angus kyni frá Noregi og settir í íslenskar fósturmæður á sérstakri einangrunarstöð. Áformað er að endurtaka innflutning árið 2019. Markmið þessa verkefnis er að endurnýja holdanautastofninn og auka möguleika bænda á framleiðslu nautakjöts. Þessi stofn er ekki ætlaður til innblöndunar í íslenska kúakynið.

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. Unnið hefur

verið að undirbúningi þess að nýta hugbúnað (EVA) við nautaval sem tekur tillit til aukningar á skyldleikarækt í stofninum. Þessi aðferðafræði hefur ekki enn verið tekin í notkun. Ástæða er til árvekni varðandi mögulegar breytingar á stöðu stofnsins ef markaðsaðstæður breytast. Unnið er að undirbúningi erfðamengjaúrvals að erlendri fyrirmynd í ræktun íslenska kúakynsins sem mun að líkindum koma til framkvæmda innan 4-5 ára. Ekki er ljóst að svo stöddu hvaða áhrif nýjar kynbótaaðferðir munu hafa á skyldleikarækt innan stofnsins. 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.

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 langtíma varðveislu.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

- / **Hvetja ræktendur til þess að nýta aðferðir við kynbótamat sem draga úr aukningu í skyldleikarækt í stofninum t.d. með notkun EVA hugbúnaðarins eða sambærilegra forrita til að velja naut til sæðinga og stýra notkun þeirra.**
- / **Fylgjast náið með ástandi stofnsins m.t.t. stærðar erfðahópsins og kynbótamarkmiða og áhrifa nýrra kynbótaaðferða.**
- / **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 mun erfðanefnd óska eftir skýrslu frá BÍ um erfðafræðilega stöðu stofnsins, næst árið 2019.**

SAUÐFÉ (*OVIS ARIES*)

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

Niðurstöður samanburðarrannsóknna á sauðfjárkynjum í norðanverðri Evrópu gefa til kynna ótvíræða sérstöðu íslenska stofnsins og staðfesta skyldleika við norskt stuttrófufé og fé frá Grænlandi og Færeyjum⁵⁵.

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 fjárlaust ár. Þetta þýddi að fjárstofnar á Suður-, Vestur- og Norðurlandi hurfu en fé af austurhluta landsins kom í staðinn. Móðuharðindin höfðu ennfremur 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^{56,57}.

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^{56,57}.

Seinasti innflutningur var 1945-46 þegar flutt var inn sæði og hrútar af þremur breskum fjárkynjum^{56,57}. Við fjárskiptin á 20. öld voru þeir ræktunarhópar sem til voru flestir felldir og blendingar af innfluttum stofnum féllu sömuleiðis.

Fjárfjöldi er nú um 432 þúsund (2018) vetrarfóðraðar kindur og af þeim eru um 95% skýrslufærðar (Eyþór Einarsson, 2019, munnleg heimild) 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 öflugu kynbótastarfi. Íslenska féð hefur þannig mikla sérstöðu meðal skyldra kynja þar sem stofnar eru smáir og jafnvel þegar blandaðir íslensku fé.

Bændur hafa lengi stundað það að fá hrúta hver hjá öðrum, þó sauðfjárveikivarnir takmarki flutning milli varnarhólfa. Notkun sæðinga er almennt mikil og flæði erfðaefnis milli landshluta er verulegt⁵⁸. Notkun sæðinga hefur þó dalað nokkuð á síðustu 2-3 árum, sennilega vegna lélegrar afkomu í sauðfjárrækt. Allt að 60% ásettra hrúta og 15% ásettra gimbra hvert haust eru undan sæðingahrútum og því gæti virst nokkur hætta á skyldleikarækt gegnum sæðingahrútana. Á móti kemur að ættfærsla er afar traust og allir



Mynd 7 Sauðfé smalað af fjalli í Borgarfirði (Mynd: Birna Kristín Baldursdóttir)

möguleikar á að stýra ræktuninni framhjá óhóflegri skyldleikarækt. Þó er nauðsynlegt að fylgjast með þróun skyldleikaræktar og í ræktunarmarkmiðum sem samþykkt voru af fagráði í sauðfjárrækt 2012 er tekið fram að gæta skuli að erfðabreytileika stofnsins og að hámarksnotkun sæðingahrúta fari ekki yfir 5000 sæddar ær⁵⁹. Söfnun á frystu hrútasæði til langtíma varðveislu hófst hjá Sauðfjarsæðingastöð 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 1998-2002⁶⁰ var að meðaltali um 1,3%. Önnur úttekt á skýrslufærðu fé (fætt 1977-2011) sýndi að skyldleikaræktarstuðull fjár sem fætt var 2011 var að meðaltali 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 fé⁶¹. Ný úttekt á skyldleikarækt frá 2018 sýndi að meðalskyldleikarækt á fæddra 2009-2013 á 42 búum var 4,0%⁶².

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. Það er fyllsta ástæða til að fylgjast 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-Þingeyjarsýslu⁶³.

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 kvikt í hreyfingum og vekur gjarnan athygli í fjárhópi, með stór augu sem oft eru dekkri en í öðru fé, og augnaráðið rannsakandi^{56,66}. Því er einnig lýst sem harðgerðu með sérstaka forystueiginleika⁶⁴. Sagnir af forystufé eru margar⁶⁵ 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. Fjöldinn mun vera um 1500 og yfirleitt mjög fáar kindur á hverjum bæ. Eiginleikarnir eru hins vegar svo einstakir að leggja verður ríka áherslu á að forystuféð hverfi ekki. Um árabíl hafa verið forystuhrútar á sæðingastöðvunum en nauðsynlegt er að skipta ört um sæðingahrúta fyrir svo lítinn ræktunarhóp. Framan af voru sömu hrútar nokkuð lengi



*Mynd 8 Ungi frá Sandfellshaga 1,
Óxarfirði, forystuhrútur (Mynd
Guðmundur Jóhannesson)*

í notkun á stöðvunum og mikil notkun einstakra hrúta olli aukningu í skyldleikarækt forystufjárins um tíma⁶⁶. Úttekt var gerð á stofninum árið 2015⁶⁶ og sýndu niðurstöður að meðal skyldleikarækt var 2,74% og hafði aukist frá rannsókn sem gerð var 2004⁶⁷ 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% tvíhyrnt⁶⁶. 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 áhættuarfgerð (Erfðanefnd landbúnaðarins, 2018, óbirtar niðurstöður). 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 (<http://www.forystusetur.is>) sem eru, 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 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.**
- / **Á fimm ára fresti mun erfðanefnd óska eftir skýrslu frá BÍ um erfðafræðilegt ástand sauðfjárkynjanna og kynbótamarkmið, næst árið 2022.**

HROSS

(*EQUUS FERUS CABALLUS*)

Varðandi uppruna landnámsrossa 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 einsleitann uppruna og hafa menn sérstaklega horft til Nordlandshestsins sem nánasta ættingja⁶⁸. Annar möguleiki er sá að hrossin eigi blandaðan uppruna frá norðvestanverðri Evrópu⁶⁹. Þessar hugmyndir eru studdar DNA rannsóknunum en þær sýna jafnframt að þau kyn sem standa næst stofninum eru færeyski hesturinn, norski Fjarðarhesturinn og Hjaltlandseyjahesturinn⁷⁰. Í Móðuharðindunum minnkaði hrossastofninn mikið en óx hratt aftur. Stofninn hérlandis telur nú um 73 þúsund hross en erlendis eru um 180 þúsund íslensk hross (Þorvaldur Kristjánsson, 2019, munnleg heimild) og er hesturinn ræktaður í 21 aðildarlandi FEIF (Alþjóðasamtök Íslandshestafélaga). Árlega fæðast á bilinu 4500-5000 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 litarafrbrigði hafi glatast og áhugi er á að varðveita fjölbreytileikann⁷¹. Fagráð í hrossarækt hefur meðal annars beitt sér fyrir viðhaldi litförottra hrossa. Nýr litur sem kallaður er „ýruskjótt“ kom fram árið 2013, þá fæddist hestfolald sem er beikálótt í grunninn og ýruskjótt⁷². Af átta skráðum afkvæmum þessa hests eru fjögur ýruskjótt (Worldfengur, 2019). (Mynd 9). Auk þess hefur komið fram litaafbrigði alhvítra hrossa⁷³.

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 áratug. Á sama tíma féll virk stofnstærð úr 350 gripum niður fyrir eitt hundrað⁷⁴. Öflugt skýrsluhald mætti nota til að tryggja að skyldleikarækt innan stofnsins haldist innan hóflegra marka.

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 hestisins, 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.

Mynd 9 Ellert frá Baldurshaga, ýruskjóttur
stóðhestur (Mynd: Magnús Hlynur Hreiðarsson)



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 glatist ekki úr stofninum.
- / Hvetja ræktendur til að sporna gegn aukningu skyldleikaræktar.
- / Fela Erfðalindasetri Lbhí að fylgjast með tíðni lita innan stofnsins.
- / Á fimm ára fresti mun erfðanefnd óska eftir skýrslu frá BÍ um erfðafræðilegt ástand hrossastofnsins og kynbótamarkmið, næst 2019.
- / Hugað verði að því að safna erfðaeftirbúðum úr stofninum til langtíma varðveislu.

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“⁷⁵. Þó eru örnefni sem benda til geitahalds frá upphafi búsetu á Íslandi. Íslensku geiturnar líkjast norskum geitum að lit og hornalagi en ekkert er hægt að fullyrða um hvaðan þær eru komnar til landins⁴⁴. 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 fækkandi⁷⁷.

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. Hrun stofnsins á árunum 1930-1960 má meðal annars rekja til þess að minni þörf var fyrir mjólkurgeitur eftir stofnun mjólkursamlaga og 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 1960⁷⁷. Unnið hefur verið að skráningu upplýsinga um sögulega þróun stofnsins⁷⁸ og verður því verkefni haldið áfram með stuðningi frá erfðanefnd landsbúnaðarins. Þá hófst sérstök skráning á geitum og veittur var stofnverndarstyrkur fyrir vetrarfóðraðar geitur⁷⁷. Eftir það fór geitum að fjölga aftur og í lok árs 2017 voru tæplega 1500 vetrarfóðraðar geitur til í landinu. Geitfjáreign hefur verið afar dreifð og hafa þær að mestu verið haldnar í litlum hjörðum, þó er eitt bú sem heldur um 220 vetrarfóðraðar geitur. Á Háafelli í Hvítársíðu hefur geitfé verið ræktað og nýting afurða í þróun. Stofnað hefur verið Geitfjársetur á Háafelli sem 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%⁷⁷. Fyrri skyldleiki er óþekktur en gera má ráð fyrir að hann hafi verið mikill. Ekki kom fram marktækt sambengi milli skyldleikaræktar og frjósemi huðna í þessari rannsókn. Líkum hefur verið leitt að því að neikvæðir erfðavísar hafi hreinsast úr stofninum og það skýri tilvist hans þrátt fyrir mikla skyldleikarækt⁷⁷.

Rannsókn á erfðafjölbreytileika geitastofnsins frá 2010 þar sem notuð voru bæði æternisgögn og erfðagreiningar leiddi í ljós að skyldleikarækt hafði aukist mikið frá fyrri rannsókn, sem nefnd var hér á undan, og var meðalskyldleikarækt 31,5%, en jókst með þéttari æternisupplýsingum. Meðalskyldleikarækt mældist um 60% hjá þeim gripum sem voru með bestu æternisupplýsingarnar. 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 dýrum⁷⁹. 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 út. Miðað er við að virk stofnstærð sé ekki undir 50 dýrum en þyrfti að vera 500-5000 dýr til að viðhalda erfðabreytileika og aðlögunarhæfni til lengri tíma⁸¹. FAO hefur sem viðmið að litlir stofnar sem telja að lágmarki 35 karldýr þurfi að telja að telja að lágmarki 4800 kvendýr til að vera úr hættu⁸¹ (Töflu 1).

Tafla 1. Viðmið FAO um fjölda gripa fyrir litla stofna sem hætta steðjar að. Árabílin (1950-1975), (1976-1995) og (1996-2018) sýna í hvað áhættu íslenski geitfjárstofninn er á hverjum tíma.

	Stofnstærð – viðmið vegna varðveislu				
Miðað við að það sé að fjölga í stofninum og að fjöldi hafra (karldýr) > 35	≤ 240	241-360	361-2400	2401-4800	> 4801
Mikil hætta á útrýmingu					
Í útrýmingarhættu					
Viðkvæmur					
Ekki í hættu					
	1950- 1975	1976-1995	1996-2018		

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 lítils 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 aldaraðir.

Fram kemur í verndaráætlun fyrir íslenska geitastofninn⁸² 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.



Mynd 10 Kiðlingar að leik á Háafelli í Hvitársiðu (Mynd: Birna Kristín Baldursdóttir)

- Að tryggð sé viðunandi utanumhald 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 verið fullgildur aðili að Bændasamtökum Íslands frá árinu 2015.

Tekist hefur að tryggja ræktendum gripagreiðslur fyrir allar vetrarfóðraðar geitur í búvörusamningi frá 2016. Hefur geitum fjölgað úr 990 (2015) í 1488 (2018).

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 erfðaefnis milli varnarhólfa og sporna þannig við aukinni skyldleikarækt. Í

búvörusamningi er einnig gert ráð fyrir stuðningi til að tryggja sæðissöfnun, frýstingu sæðis og sæðingar.

Tekinn hefur verið í notkun skýrsluhaldsgrunnur (Heiðrún) fyrir geitur í samstarfi við tölvudeild Bændasamtaka Íslands, með stuðningi frá Framleiðnisjóði landbúnaðarins. Skýrsluhaldið tryggir utanumhald um ætternisupplýsingar og aðrar nauðsynlegar upplýsingar um stofninn.

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

Unnið er að raðgreiningu á erfðamengi íslenska geitfjárstofnsins í samstarfi við INRA rannsóknarstofnunina í Frakklandi, með stuðningi frá erfðanefnd landbúnaðarins.

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 eru í útrýmingarhættu.**
- / **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 víðar um landið en nú er.**
- / **Unnið verði að því að koma á reglulegum sæðingum á geitum þannig að stofninn geti myndað einn ræktunarhóp.**
- / **Leitað verði leiða til að auka nytjar af geitum, rannsóknir á afurðum og markaðsetning afurða efla.**

HÆNSN

(*GALLUS GALLUS DOMESTICUS*)

Núverandi stofn svokallaðra landnámshænsna er kominn af fuglum sem safnað var saman víða um land á árunum 1974-1975. Rannsóknir á stofninum eru fáar og ekki hægt að fullyrða um uppruna út frá þeim^{83,84}. Vefjaflokkar eru að mestu frábrugðnir vefjaflokkum hænsna í nágrannalöndunum⁴⁴ og erfðafræðirannsóknir hafa sýnt fram á sérstöðu miðað við gömul skandínavísk kyn⁸⁴. Erfðafjölbreytileiki íslenska hænsnastofnsins var skoðaður með stuðningi frá erfðanefnd landbúnaðarins árið 2011. Reyndist erfðabreytileiki nokkur og virk stofnstærð rúmlega 36 einstaklingar, en til samanburðar er hún á bilinu 70 til 3000 fyrir ýmsa staðbundna stofna í Evrópu⁸⁵. Ekki er hægt að tala um sérstakt skýrsluhald fyrir stofninn með ætternisupplýsingum. Stofnað hefur verið Eigenda- og ræktendafélag Landnámshænsna (ERL, sjá www.haena.is) sem hefur tekist með virku félagsstarfi, m.a. sýningahaldi, að vekja talsverðan áhuga



*Mynd 11 Íslensk hænsn, mynd tekin í Hlésey
(Mynd: Birna Kristín Baldursdóttir)*

á stofninum. ERL hefur mótað lýsingu á einkennum íslensku landnáms hænnar⁸⁶ og hefur með stuðningi erfðanefndar landbúnaðarins gert námsefni og haldið námskeið fyrir ræktendur. Úttekt var gerð á afurðum og einkennum íslenska hænsnastofnsins⁸⁷. Þar kom fram að mikil litafjölbreytni er í stofninum og flest hænsn bera einfaldan kamb en þó eru aðrar kambgerðir til staðar. Sumar hænur bera fjaðratopp á höfði og sporar og fiðraðir fætur eru til staðar í stofninum en ekki í miklum mæli. Fjölbreytni í litum og útlitseiginleikum hæsnanna er jákvætt fyrir áhuga fólks á ræktun þeirra til yndisauka.

Upplýsingar um fjölda og fjölbreytni íslenska hæsnastofnsins eru takmarkaðar. Talið er að stofninn telji á bilinu 3000-4000 fugla.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

- / **Mælt 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.**
 - / **Stutt verði áfram við sérstök verkefni til styrktar hæsnastofninum eftir því sem erfðanefnd telur ástæðu til.**
 - / **Hugað verði að því að safna erfðaefni úr stofninum til langtímageymslu.**
-

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 björgunaraðgerðar 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. Í dag telur stofninn hér á landi milli eitt og tvö þúsund einstaklinga og um ellefu þúsund hafa verið skráðir erlendis, en óvíst er hve margir þeirra eru enn lifandi (Guðríður Þ. Valgeirsdóttir, 2013, munnleg heimild).

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,



*Mynd 12 Íslenskur fjárhundur
(Mynd: Birna Kristín Baldursdóttir)*

„stofnhundar“ eru aðeins 23 og við greiningu á ætternisskrám kemur fram að þrír hundar eru ríkjandi forfeður með yfir 80% erfðaframlag^{88,89}. 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 saman⁸⁹.

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 fjárhundurinn⁹⁰.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

- / **Mælt verði til þess við Deild íslenska fjárhundsins hjá Hundaræktarfélagi Íslands að veita erfðanefnd landbúnaðarins árlega upplýsingar um stofnstærð og erfðafræðilega stöðu stofnsins.**
 - / **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 langtímageymslu.**
-

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*)⁹¹. Af bleikju og urriða geta verið bæði staðbundnir stofnar og stofnar sem ganga til sjávar (sjóbleikja, sjóbirtingur). Sjávartegundin flundra (*Platichthys flesus*) finnst oft í árósum og neðri hlutum áa en hennar varð fyrst vart á Íslandi árið 1999⁹². Hnúðlax er flækingur á Íslandi sem hefur veiðst í ám frá 1960. Árið 2017 veiddist óvenju mikið af hnúðlaxi, m.a. tvær úthrygndar hrygnur⁹³.

Ferskvatnsfiskar á Íslandi eiga uppruna sinn í Evrópu^{95,96,97} en líklega hafa tegundirnar numið hér land fljótlega eftir ísöld. Innan Evrópu mynda laxastofnar á Íslandi sér þróunarlínu^{98,99}. Gera má ráð fyrir að það sama eigi við um aðrar tegundir fyrir utan ál. Áll virðist ekki aðgreinast í mismunandi stofna og tilheyrir áll á Íslandi sama stofni og finnst í Evrópu og Norður-Afriku¹⁰⁰. 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 taldar¹⁰¹. Rannsóknir á bleikju hafa einkum snúið að greiningu mismunandi afbrigða innan og milli vatna og undirliggjandi þáttum afbrigðamyndunar^{101,102}. Minni áhersla hefur verið á rannsóknum á urriða en það stendur til bóta. Stofnamunur milli stofna laxfiska hefur greinst milli vatna og áa^{103,104,105} og getur sá munur haft líffræðilegt mikilvægi^{106,107}.

Nýting og vernd villtra stofna

Ísland á aðild að Alþjóða hafrannsóknaráðinu (ICES) og var áður aðili að Alþjóða laxaverndunarsamtökunum (NASCO) 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 byggjast á nýtingaráætlun sem tekur tillit til veiðipols viðkomandi stofna. Talið er að ástand fiskstofna í fersku vatni hér á landi sé almennt gott en þeir mælikvarðar sem lagðir eru til grundvallar eru oftast stofnstærðir metnar út frá skráningu á veiði. Skráning er

viðast í góðu lagi í laxveiðiám en almennt þarf að bæta skráningu silungsveiðinnar⁹³. Skráð meðalveiði á náttúrulegum laxi hér á landi á árunum 2008-2017 var 45.009 fiskar (hafbeit undanskilin). Meðalveiði á sama tímabili var 56.028 hjá urriða og 48.230 hjá bleikju⁹³. Ekki eru til nýlegar upplýsingar um veiði á ál en stofninn hefur verið í mikilli lægð í nokkra áratugi.

Fiskar geta verið viðkvæmir fyrir utanaðkomandi áhrifum. Athafnir manna eins og t.d. efnistaka, vegagerð (ræsi), og stíflur geta leitt til hnignunar stofna og jafnvel útdauða^{108,109,110}. Áhrifa loftslagsbreytinga er mögulega farið að gæta á afkomu og útbreiðslu laxfiska á Íslandi^{111,112}. Veiði og fiskrækt/hafbeit getur í sumum tilvikum haft neikvæð áhrif á villta stofna laxfiska^{113,114}. Í stangveiði á Íslandi er stórlaxi almennt sleppt vegna hnignunar þess stofnhluta en það gæti stuðlað að varðveislu þess breytileika¹¹⁵. Veiði úr blönduðum stofnum, t.d. innan árkerfa, getur valdið hlutfallslega miklu álagi á litla eða viðkvæma stofna laxa og laxfiska^{116,117}. Hér á landi hefur umfang eða áhrif veiða úr blönduðum stofnum ekki verið metið. Fiskrækt með seiðasleppingum á lax hefur farið minnkandi. Seiðasleppingar eru að mestu bundnar við hafbeit í Rangánum. Laxar úr seiðasleppingum geta haft hlutfallslega minni æxlunarárangur (hugsanlega vegna annarra valkrafta í eldi) og verri rötun í sína heimaá^{114,118}. Áður en ráðist er í seiðasleppingar þarf að meta mögulegan ávinning á móti mögulegum neikvæðum erfðafræðilegum áhrifum á viðkomandi stofn og nágrannastofna,^{107,114,118,119}. Seiðasleppingar byggja á töku klakfisks úr viðkomandi á. Nú er hætt á að strokulaxar úr eldi eða blendingar villts lax og eldislax séu nýttir til undaneldis. Seiðasleppingar geta því aukið hættu á erfðablöndun og magnað hana¹²⁰. Frá árinu 2014 hefur í Noregi verið skylt að greina uppruna foreldrafiska sem á að nota til fiskræktar¹²¹.

Laxeldi í sjókvíum er álitid ógn við villta stofna laxa og laxfiska^{122,123,124}. Helstu áhrifin eru talin vera vegna mögnunar og útbreiðslu sjúkdóma og laxalúsar og erfðablöndunar við villta stofna^{124,125}. 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 helsta ógn við villta stofna þar í landi, einkum vegna erfðablöndunar^{124,125}. Erfðablöndun hefur mælst í flestum laxastofnum í Noregi sem rannsakaðir hafa verið¹²⁶. Erfðablöndun getur brotið upp náttúrulega aðlögun, breytt erfðasamsetningu (gert þá líkari eldislaxum) og valdið erfðafræðilegri einsleitni laxastofna. Áhrifin geta komið fram í hnignun stofna, breyttri lífssögu, minni getu til að bregðast við loftslagsbreytingum og minni lífræðilegri fjölbreytni^{127,128}.

Árið 2017 vann Hafrannsóknastofnun áhættumat um erfðablöndun og ráðlagði að óhætt væri að ala 71.000 tonn af eldislaxi á Íslandi að gefnum ákveðnum forsendum; 50.000 tonn á Vestfjörðum og 21.000 tonn á Austfjörðum¹²⁹. Miðað var við að hlutfall eldislaxa færi ekki yfir 4% í þeim ám sem höfð voru með í matinu. Áhættumatið mun þróast samfara öflun gagna úr vöktun á strokulöxum í ám og greiningu á erfðablöndun. Frá síðustu



Mynd 13 Tálmafossar í Tálma í Hítardal, Mýrarsýslu (Mynd: Ásta Kristín Guðmundsd.).

landsáætlun hefur þekking á laxfiskum á eldissvæðum aukist, einkum á Vestfjörðum. Á svæðinu frá Súgandafirði í norðri til Patreksfjarðar í suðri hafa t.d. fundist laxaseiði í 19 af 30 ám og lax oft ríkjandi tegund^{112,130} (Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn). Erfðarannsókn á laxaseiðum af sama svæði benti til erfðablöndunar eldislaxa og náttúrulegra laxa í nokkrum ám¹³¹. Vegna nálægðar við laxeldi og smæðar laxastofnanna eru þeir í mestri hættu á erfðablöndun^{127,132}. Hætta er á að erfðablöndun dreifist út fyrir svæðið vegna verri rötunar blendinga¹³³. Rannsaka þarf þessa laxastofna frekar, t.d. kanna stærð þeirra og veiðipól. Það myndi styrkja fræðilegan grundvöll áhættumats erfðablöndunar að hafa laxastofna af eldissvæðum með í matinu. Vernda þarf laxastofnana gegn erfðablöndun eins og mögulegt er. Miðað við reynslu Norðmanna ætti að veiða eldislaxa samhliða yfirborðsköfun (e. snorkling) í ám skömmu fyrir hrygningartímann¹³⁴. Sú aðferð hentar vel fyrir smærri ár líkt og einkenna eldissvæði Vestfjarða^{135,136}. Þótt aðferðin myndi ekki duga til að taka út blendinga eða eldislaxa án ytri einkenna væri hægt að minnka umfang erfðablöndunar.

NAUÐSYNLEGAR AÐGERÐIR

- / **Sleppa stórlaxi í stangveiði.**
- / **Meta umfang og áhrif veiða úr blönduðum stofnum laxa og laxfiska.**
- / **Endurmeta fyrirkomulag (og regluverk) fiskræktar með seiðasleppingum.**
- / **Meta erfðafræðileg áhrif umfangsmikilla hafbeitarsleppinga á laxi á nærliggjandi stofna.**
- / **Skylda upprunagreiningu klaklaxa, sem nýta á í fiskrækt, til að vinna gegn erfðablöndun við eldislax af norskum uppruna.**
- / **Skrá smávirkjanir og meta hvort þær hindri sjógöngustofna eða hefti far laxfiska innan vatnakerfa.**
- / **Gera úttekt á vegræsum á landsvísu m.t.t. neikvæðra áhrifa á stofna laxfiska.**
- / **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 eldislaxum í ám.**

Eldi á ferskvatnsfiskum

Eldi á ferskvatnsfiskum hér á landi hefur verið reynt með misjöfnum árangri en nú virðist sjókvíaeldi á laxi vera í mikilli sókn. Helstu eldistegundir á Íslandi eru lax og bleikja.

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. Dró síðan hratt úr framleiðslunni og var að mestu hætt árið 2008 en hefur aftur farið vaxandi og var um 13.400 tonn árið 2018¹³⁷. Það ár var metár í sögu sjókvíaeldis á Íslandi. Helsti flöskuhálsinn í framleiðslunni nú er bygging klak- og seiðaðeldisstöðva þannig að búast má við að framleiðslan á eldislaxi fari ekki mikið yfir 24.000 tonn á næstu árum¹³⁷. Framleiðslan á eldislaxi árið 2018 (13.400 tonn) var að mestu úr sjókvíaeldi en nokkur hluti kom úr landeldi. Framleiðsla á eldislaxi úr landeldi mun væntanlega aukast á komandi árum.

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 1987¹³⁷. Árið 2016 voru flutt inn svil frá SalmoBreed AS í Noregi til að koma í veg fyrir skyldleikaræktun innan eldisstofnsins¹³⁸. Sagastofninn hefur verið notaður í laxeldi hérlandis 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 úrskeiðis 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) eldisbleikja og 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 eldi sem minnkar umhverfisáhrif og er til þess fallin að koma í veg fyrir erfðablöndun við villta stofna.**

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 erfðaauðlindir 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 erfðaauðlinda í landbúnaði.**

HEIMILDIR

1. Umhverfisráðuneytið (2008). Líffræðileg fjölbreytni. Stefnumörkun Íslands um framkvæmd samningsins um líffræðilega fjölbreytni.
2. Steindór Steindórsson (1964). *Gróður á Íslandi*. Almenna bókafélagið, Reykjavík.
3. Áslaug Helgadóttir (1996). Ræktun erlendra nytjaplantna á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* **65**, 127–136.
4. Áslaug Helgadóttir (1988). Leit að hentugum grastegundum til uppgræðslu á hálendi. *Búvísindi* **1**, 11–33.
5. Þórdís Anna Kristjánsdóttir (2013). Nytjaplöntur á Íslandi. Landbúnaðarháskóli Íslands.
6. Þóroddur Sveinsson (2001). Vallarfoxgras er grasið mitt. *Freyr* **97**, 7–14.
7. Áslaug Helgadóttir & Þóroddur Sveinsson (2006). Timothy - the saviour of Icelnadid agriculture?, *Rit LbhÍ*, **10**, 9–14.
8. Sturla Friðriksson (1971). Nýr vallarfoxgrasstofn. *Handbók Bænda* **21**, 179–186.
9. Áslaug Helgadóttir & Þórdís Anna Kristjánsdóttir (2006). SNORRI - A new Nordic timothy variety for areas around the Artic circle. *Rit LbhÍ*, **10**, 43–45.
10. Þorsteinn Tómasson (1984). Beringspunktur. *Ráðunautafundur*, Búnaðarfélag Íslands og Rannsóknarstofnun landbúnaðarins. **7**, 158–167.
11. Áslaug Helgadóttir (1991). The use of *Deschampsia beringensis* and *Deschampsia caespitosa* in reclamation. *Búvísindi* **5**, 197–201.
12. Jónatan Hermannsson (2005.) Kría - nýtt birkiyrki frá Rannsóknarstofnun landbúnaðarins. *Fræðaping landbúnaðarins*, Bændasamtök Íslands o.fl., 412–414.
13. Jónatan Hermannsson (2008). Tvö ný byggyrki. *Fræðaping landbúnaðarins* 2008, 548–551. Bændasamtök Íslands o.fl.
14. Guðni Þorvaldsson (1994). Gróður í íslenskum tünun. *Ráðunautafundur* 1994, 214–219. Bændasamtök Íslands o.fl.
15. Guðni Þorvaldsson (2010). Skráning gamalla túna. *Bændablaðið* 10 tbl.
16. Jónatan Hermannsson (1999). Gulrófur fyrr og nú. *Fjölrit RALA* **199**, 11–21.
17. Ingólfur Guðnason (2004). *Jurtagarðurinn í Skálholti*. Skálholtsskóli.
18. Björn Sigurbjörnsson (1962). *Studies on the Icelandic Elymus*. Doktorsritgerð við Cornell University, USA.
19. Kesara Ananthawt-Jónsson (1996). Wide-hybrids between wheet and lymegrass breeding and agricultural potential. *Búvísindi* **10**, 101–113.
20. Veteläinen, M. (2001) *Kartofler i Norden*. En beskrivelse af gamle kartoffelsorter i Nordisk genbank, Alnarp, Nordgen.
21. Schierbeck, Hans Jakob George (1886). Skýrsla um nokkrar tilraunir til jarðræktunar á Íslandi. *Tímarit Hins íslenska Bókmenntafélags*, **7**, 1–66.

22. Gísli Kristjánsson & Björn Sigfússon (1983). *Rit Björns Halldórssonar í Sauðlauksdal*, Reykjavík, Búnaðarfélag Íslands.
23. Hellsing, V. o.fl. (2017). *National Inventory Report: Emissions of Greenhouse Gases in Iceland from 1990 to 2015*. The Environment Agency of Iceland: Reykjavík, Iceland.
24. 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.
25. Ægir Þór Þórsson (2008). *Genecology, introgressive hybridisation and phylogeography of Betula species in Iceland*. Óútgefin doktorsritgerð. Raunvísindadeild Háskóla Íslands.
26. 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.
27. 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.
28. Aðalsteinn Sigurgeirsson (2000). Samanburður á klónun víðitegunda og undirbúningi jarðvegs við ræktun skjólbelta á Suðurlandi. *Skógræktarritið* 2000, 101–114.
29. Auður Ottesen, Margrét Hálfánardóttir & Aðalsteinn Sigurgeirsson (2000). Víðiklónar til skjóls í útjaðri byggðar á höfuðborgarsvæðinu. *Skógræktarritið* 2000, 133–141.
30. 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.
31. Harpa D. Harðardóttir (2008). *Afkvæmarannsóknir Reyniviðar Sorbus aucuparia*. B.Sc. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. <https://skemman.is>.
32. Sigurðsson V., Sigurgeirsson, A. & Anamthawat-Jónsson, K. (1995). Identification of clones of the indigenous Icelandic *Populus tremula* and introduced *P. trichocarpa* by RAPD techniques. *Búvísindi* **9**, 145–152.
33. Þröstur Eysteinnsson (2008). Innfluttu skógartrén V: Rússalerki (*Larix sukaczewii* Dylis). *Skógræktarritið* 2008, **1**, 20–39.
34. Jón Hilmar Kristjánsson (2017). Samanburðarmælingar á afkvæmahópum Hryms við rússa- og síberiulerki á Belgsá, Höfða, Mosfelli og Sarpi. B.Sc. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands.
35. Aðalsteinn Sigurgeirsson (2001). Breytileiki hjá klónum alaskaaspar í næmi gagnvart umhverfi. *Skógræktarritið* 2001, 20–27.
36. Aðalsteinn Sigurgeirsson. (1988) Stafafura á Íslandi, vöxtur ástand og möguleikar. Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1988, 3–36.
37. Samson B. Harðarson (2013). Söfnun og varðveisla ræktaðra íslenskra víðiyrkja. Yndisgróður. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
38. Emma Eyþórsdóttir (2007). Rannsóknir á erfðafjölbreytileika og verndunargildi sauðfjár- og nautgripakynja í Norður Evrópu. *Fræðaðing landbúnaðarins* 2007, 112–120. Reykjavík, Bændasamtök Íslands o.fl.
39. Emma Eyþórsdóttir, Þorsteinn Tómasson & Áslaug Helgadóttir (2001). Erfðaaðlindir í landbúnaði. Ráðunautafundur 2001, 45–50. Reykjavík, Bændasamtök Íslands o.fl.
40. 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.

41. Woolliams, J, Berg, P, Mäki-Tanila, A, Meuwissen, T & Fimland, E. (2005). Sustainable Management of Animal Genetic Resources. Nordisk Genbank Husdyr.
42. 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.
43. FAO (2012). Cryoconservation of animal genetic resources. *FAO Animal Production and Health Guidelines* No. 12. Rome, Italy.
44. Stefán Aðalsteinsson (1987). Uppruni íslenskra húsdýra. Í: Íslensk þjóðmenning 1. *Uppruni og umhverfi*. Frosti F. Jóhannsson (ritstj.) 31–46. Reykjavík: Þjóðsaga.
45. Kantanen, J. et al. (2000). Genetic diversity and population structure of 20 North European cattle breeds. *J. Hered.* **91**, 446–457.
46. Þorkell Jóhannesson (1937). *Búnaðarsamtök á Íslandi 1837-1937*. Reykjavík, Búnaðarfélag Íslands.
47. Sara María Davíðsdóttir (2012). *Litafjölbreytileiki íslenska kúastofnsins*. BSc ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands. <https://skemman.is>.
48. Hagstofa Íslands (2019). sótt 20. janúar 2019 á https://px.hagstofa.is/pxis/pxweb/is/Atvinnuvegir/Atvinnuvegir__landbunadur__landbufe/LAN10102.px
49. Guðmundur Jóhannesson og Sigurður Kristjánsson (2019.). Niðurstöður skýrsluhaldsársins hjá mjólkurframleiðendum 2018. *Bændablaðið*, 31. janúar, bls. 44-45.
50. Magnús B. Jónsson & Jón Viðar Jónmundsson (1974). Kynbótaskipulag fyrir íslenska kúastofninn. Íslenskar Landbún. **6**, 49–60.
51. Þorvaldur Kristjánsson, Jón Viðar Jónmundsson & Baldur Helgi Benjamínsson (2006). Þróun skyldleikaræktar í íslenska kúastofninum. *Fræðaging landbúnaðarins 2006*, 133-139. Reykjavík, Bændasamtök Íslands og fl.
52. Þorvaldur Kristjánsson (2011). Þróun skyldleikaræktar í íslenska kúastofninum. Óbirtar niðurstöður.
53. 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.
54. Lien S. et al. (1999) Comparison of milk protein allele frequencies in Nordic cattle breeds. *Animal Genetics*, **30** (2) 85-91.
55. Tapio, M. et al. (2005). Native breeds demonstrate high contributions to the molecular variation in the northern European sheep. *Mol. Ecol.* **14**, 3951–3963.
56. Árni Brynjar Bragason (2013) Húsdýrið sauðkind. Í: *Sauðfjárrækt á Íslandi*, Ragnhildur Sigurðardóttir (ritstj.) bls. 10 - 34. Reykjavík, Uppheimar.
57. Hjörtur E. Þórarinnsson, Jónas Jónsson og Ólafur E. Stefánsson (1988). *Búnaðarsamtök á Íslandi 150 ára*. Afmælisrit Búnaðarfélags Íslands 1837 - 1987. Reykjavík, Búnaðarfélag Íslands.
58. Jón Viðar Jónmundsson, Þorvaldur Kristjánsson & Ragnar Skúlason (2007) Er Hestféð Þistilfjarðarfé eða Þistilfjarðarféð Hestfé? Í: Íslensk búfjárrækt: Málstofa til heiðurs Hjalta Gestssyni. Ólafur R. Dýrmundsson (ritstj.) *Rit LbhÍ* **14**, 83–93.

59. Landsamtök Sauðfjárbænda (2018). Ræktunarmarkmið fyrir íslenska sauðfjárstofninn. Sótt 12. desember 2018 af http://saudfe.is/images/raektunarmarkmid_islenska_saudfjarstofninn_IL.pdf.
60. Hallfríður Ósk Ólafsdóttir (2004). *Erfðaáhrif á lambavanhöld*. Óbirt BS 120 ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
61. Eyjólfur Ingi Bjarnason & Þorvaldur Kristjánsson (2012). Þróun skyldleikaræktar í íslenska sauðfjárstofninum. *Búnaðarblaðið Freyja* 2, 9–12.
62. Unnur Jóhannsdóttir (2018). Áhrif skyldleikaræktar á afurðir íslensks sauðfjár. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. <https://skemman.is>
63. Jón Viðar Jónmundsson & Emma Eyþórsdóttir (2004). Stakerfðavísar hjá sauðfé - ráðstefna í Frakklandi í desember 2003. *Fræðaging landbúnaðarins 2004*, 202– 208. Reykjavík, Bændasamtök Íslands og fl.
64. Jón Torfason & Jón Viðar Jónmundsson (2000). Íslenska sauðkindin. Bókaútgáfan Hofi.
65. Ásgeir Jónsson (2016). *Forystufé*. Bókaútgáfan Sæmundur, Reykjavík.
66. Jón Viðar Jónmundsson, Lárus G. Birgisson, Sigríður Jóhannesdóttir, Emma Eyþórsdóttir, Þorvaldur Kristjánsson og Ólafur Dýrmundsson (2015). Forystufé á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn*. 85, 97-114.
67. Sigríður Jóhannesdóttir. (2004) *Forystufé - Skyldleiki og framtíð stofnsins*. Óbirt BS ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands.
68. Stefán Aðalsteinsson & Bjarni E. Sigurðsson (1998). Er forfaðirinn fundinn? *Eiðfaxi* 10, 66–67.
69. Gunnfríður Elín Hreiðarsdóttir & Jón Hallsteinn Hallsson (2007) Uppruni íslenska hestsins. *Fræðaging landbúnaðarins 2007*, 97-103. Reykjavík, Bændasamtök Íslands ofl.
70. 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_Lokaskýrsla-Erfðanefnd_Hross-2011-12-11.pdf
71. Guðni Þorvaldsson & Guðrún Stefánsdóttir (2008). Litir og litaafbrigði íslenska hestsins. *Fræðaging landbúnaðarins 2008*, 347-354. Reykjavík, Bændasamtök Íslands ofl.
72. 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/>.
73. Páll Imsland og Freyja Imsland (2019). Einstakt litaafbrigði alhvítra 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/>.
74. 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.
75. Jón Torfason (2002). *Melrakki, loðdýr, hænsn, geitur, svín*. Bókaútgáfan Hofi.
76. Stefán Aðalsteinsson, Ólafur R. Dýrmundsson, Sigríður Bjarnadóttir & Emma Eyþórsdóttir (1994). Skyldleikarækt í íslenskum geitum. *Búvísindi* 8, 99–105.

77. 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>
78. Heiða Ösp Sturludóttir (2019). Þróun geitahalds á Íslandi byggt á upplýsingum úr búnaðar- og forðagæsluskýrslum. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóla Íslands. <https://skemman.is>
79. 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.
80. Franklin, I.R. & Frankham, R. (1998). How large must populations be to retain evolutionary potential? *Animal Conservation*. **1**, 69–70.
81. FAO (2015). *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, Italy.
82. Birna Kristín Baldursdóttir & Jón Hallsteinn Hallsson (2012). *Verndaráætlun fyrir íslenska geitastofninn*. Erfðanefnd landbúnaðarins, www.agrogen.is.
83. Emma Eyþórsdóttir (1993). Den gamle islandske hønsestamme. Í: *Seminar om gamle nordiske husdyrraser*. Nordiske Seminar- og arbejdsrapporter 1993, **501**, 85–86.
84. Rosenberg, N.A. et al. (2001). Empirical evaluation of genetic clustering methods using genotypes from 20 chicken breeds. *Genetics* **159**, 699–713.
85. Ólöf Ósk Guðmundsdóttir (2011). *Erfðafjölbreytileiki innan íslenska hæsnastofnsins metinn með greiningu örtungla*. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóla Íslands, Hvanneyri. <http://hdl.handle.net/1946/9252>
86. Eigenda- og ræktendafélag landnámshænsna (2016). Lýsing á einkennum íslensku landnámshænnar. Landnámshænan, 1. tbl. 2016, bls. 17.
87. Ásta Þorsteinsdóttir (2012) *Afurðir og einkenni íslenska hæsnastofnsins*. BS ritgerð, Landbúnaðarháskóla Íslands, Hvanneyri. <https://skemman.is>
88. Oliehoek, P.A., Bijma, P. & van der Meijden, A. (2009). History and structure of the closed pedigree population of Icelandic Sheepdog. *Genetics Selection Evolution*, **41** 39, 1-12.
89. Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir (2007). Erfðabreytileiki íslenska fjárhundsins. *Fræðaging landbúnaðarins 2007*, 104–111. Reykjavík, Bændasamtök Íslands og fl.
90. 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.
91. Guðni Guðbergsson & Þórólfur Antonsson (1996). Fiskar í ám og vötnum. Landvernd.
92. Gunnar Jónsson, Jónbjörn Pálsson & Magnús Jóhannsson (2001). Ný fisktegund, flundra, *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758), veiðist á Íslandsmiðum. *Náttúrufræðingurinn* **70**, 83–89.
93. Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2018). Lax-og silungsveiði 2017. *Skýrsla Hafrannsóknarstofnunar, HV* 2018-35.
94. Brunner, P. C., Douglas, M. R., Osinov, A., Wilson, C. C. & Bernatchez, L. (2001). Holarctic phylogeography of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Evolution* **55**, 573–586.

95. 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.
96. 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).
97. 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.
98. 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.
99. Als, T. D. et al. (2011). All roads lead to home: panmixia of European eel in the Sargasso Sea. *Mol. Ecol.* **20**, 1333–1346.
100. Anon (2016). Veiðimálastofnun, starfsemi og framtíðarsýn. *Veiðimálastofnun, VMST/16015*.
101. Skúlason, S., Antonsson, P., Guðbergsson, G., Malmquist, H.J. & Snorrason, S.S. (1992). Variability in Icelandic Arctic charr. *Icel. Agric. Sci.* **6**, 143–153.
102. Kapralova K. H. et al. (2011). Evolution of adaptive diversity and genetic connectivity in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Iceland. *Heredity* **106**, 472–487.
103. Daniëlsdóttir, 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.
104. Gíslason, D., Ferguson M M, Skúlason, 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.
105. 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
106. 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.
107. 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.
108. Parrish, D. L., Behnke, R. J., Gephart, 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..
109. Morita, K. & Yamamoto, S. (2002). Effects of Habitat Fragmentation by Damming on the Persistence of Stream-Dwelling Charr Populations. *Conserv. Biol.* **16**, 1318–1323.
110. Guðmundur Ingi Guðbrandsson, Bjarni Jónsson, Eik Elfarsdóttir & Karl Bjarnason (2005). Áhrif brúa- og ræsagerðar á ferðir ferskvatnsfiska og búsvæði þeirra. Veiðimálastofnun, VMST-N/0503.

111. 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.
112. Sigurður Már Einarsson & Jón S. Ólafsson (2016). Umhverfispættir og útbreiðsla laxfiska á vestanverðum Vestfjörðum. Veiðimálastofnun, VMST/16013.
113. Hard, J. J. et al. (2008). Evolutionary consequences of fishing and their implications for salmon. *Evol. Appl.* **1**, 388–408.
114. 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.
115. 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.
116. 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.
117. 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.
118. 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.
119. 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.
120. 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.
121. 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.
122. Naylor, R. et al. (2005). Fugitive Salmon: Assessing the Risks of Escaped Fish from Net-Pen Aquaculture. *BioScience* **55**, 427.
123. Ford, J. S. & Myers, R. A. (2008). A Global Assessment of Salmon Aquaculture Impacts on Wild Salmonids. *PLoS Biol.* **6**, e33.
124. Forseth, T., et al. (2017). The major threats to Atlantic salmon in Norway. *ICES Journal of Marine Science*, **74**, 1496 – 1513.
125. Anon (2018a). Status for norske laksebestander i 2018. *Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning*, nr. 11.
126. 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*.

127. 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.
128. 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.
129. 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*.
130. 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*.
131. Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson & Sigurður Már Einarsson (2017b). Erfðablöndun eldislaxa af norskum uppruna við íslenska laxastofna. *Hafrannsóknastofnun. HV 2017-031*.
132. Hindar, K., et.al. (2018). Evaluering av nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder: Rømt oppdrettslaks, genetisk innkrysning og bestandsstatus. NINA Rapport 1461. 56 bls.
133. 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.
134. Anon (2018b). Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2017. *Fisken og havet*, særnr. 2-2018.
135. Orell, P., Erkinaro, J. & Karppinen, P. (2011). Accuracy of snorkelling counts in assessing spawning stock of Atlantic salmon, *Salmo salar*, verified by radio-tagging and underwater video monitoring. *Fisheries Management and Ecology* **18**, 392 – 399.
136. Næsje, T.F. et al. (2013). Muligheter og teknologiske løsninger for å fjerne rømt oppdrettsfisk fra lakseførende vassdrag. *NINA Rapport 972*.
137. MAST (2019). Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2018. 47 bls.
138. Anon (2017). *Skýrsla starfshóps sjávarútvegs- og landbúnaðarráðherra um stefnumótun í fiskeldi*. II. hluti – viðaukar.