

*Ester Rut Unnsteinsdóttir*

# Íslenski melrakkinn – þriðji hluti

## *Sjúkdómar og aðrir skaðvaldar*



Mórauð tófa í snjóbyl á Hornströndum í mars. Þó feldur þessa dýrs sé ekki í fullkomnum gæðum er skottið vel loðið og bústið. Dýrið var heilbrigt að sjá og hafði þegar lifað af erfiðasta kafla vetrarins því sjófuglar eru að setjast upp og framundan er betri tíð með betri fæðuskilyrðum. – An Arctic fox of the blue morph in Hornstrandir nature reserve facing a snowstorm in March. The fur looks a bit thinner than expected during that time of the year, but the tail is thick and bushy. The fox looked healthy though and had already survived the hardest part of the winter. Now the seabirds have arrived so better times ahead with food and milder weather conditions. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

**Í YFIRGRIPSMIKILLI RANNSÓKN** á heilsufari íslenskra refa sem fram fór á árunum 1985–1989 fundust merki um sjúkdóma sem gætu verið skaðlegir fyrir viðkomu þeirra. Á þessum tíma var íslenski refastofninn fálíðaður og dreifður og smittíðni því lág. Á hinn bóginn er rétt að benda á að þegar refir voru hafðir í haldi, til dæmis í rannsóknarskyni og vegna feldræktar, mögnuðust oft upp smit sem höfðu verið til staðar í villtum refum og mörg dýr urðu veik eða drápust. Síðar hafa komið upp nokkrar alvarlegar sýkingar, meðal annars fuglaflensa, sem refir hafa smitast af erlendis og mögulega einnig hérlendis. Vegna þess að lítið er um náíð samneyti meðal refa, að undanskildum samskiptum foreldra og afkvæma á grenjatíma, er dreifing smitefna milli einstaklinga hæg. Íslenski melrakkinn hefur því ekki orðið fyrir alvarlegum skakkaföllum af völdum smitsjúkdóma sem komið hafa upp í gegnum tíðina. Öðru máli gegnir um ýmis mengunarefni sem magnast í styrk á leið sinni upp fæðukeðjuna og safnast fyrir í vefjum rándýra ofarlega í fæðupíramíðanum. Í ljós hefur komið að mikið af kvikasilfri er að finna í vefjum íslenskra melrakka sem lifa við sjávarsíðuna. Kvikasilfur finnst einnig í sjófuglum, sem eru aðalfæða refa á strandsvæðum, svo erfitt eða ógerlegt er fyrir strandarefi að forðast að fá í sig þessa mengun. Þótt áhrif kvikasilfurs á heilsufar íslenskra refa séu óþekkt má ætla að slík eiturefni hafi í miklu magni skaðleg áhrif á lífsgæði þeirra og tímgunargetu.

## INNGANGUR

Í fyrstu grein höfundar um íslenska melrakkann (*Vulpes lagopus*)<sup>1</sup> er fjallað um sögu refaveiða, sem spannar vel yfir þúsund ár og hefur ætíð verið skilgreind í íslenskum lögum. Sagt er frá því hvernig skipulegar rannsóknir á íslenska refastofninum hófust með merkilegu samstarfi veiðimanna við vísindamanninn Pál Hersteinsson í lok áttunda áratugar síðustu aldar. Í annarri greininni<sup>2</sup> kemur fram að íslenski refastofninn hefur risið og hniðið í takt við breytingar á fæðuskilyrðum sem virðast tengdar hlýnun. Jafnframt að munur er á landsvæðum hvað þetta varðar, og virðist sú fylgni einkum eiga við refi sem lifa inn til landsins en síður þá sem lifa við sjávarsíðuna. Í greininni er ennfremur bent á að víðast hvar erlendis, þar sem læmingjar eru gjarnan meðal helstu bráðartegunda, sveiflast refastofnar með reglubundnum hætti, bæði hvað varðar fjölda gota og gotstærð, en á Íslandi er einungis hægt að skýra breytileika í refastofninum

með fjölda gota. Markvert má telja að gotstærð hjá íslenskum refum virðist hafa verið nánast sú sama alla síðustu öld, bæði hjá strandarefum og þeim sem lifa inn til landsins. Íslenski refastofninn hefur vegna einangrunar sinnar aðlagast þeim vistkerfum sem hann bjó nánast einn að um þúsundir ára. Fæðan hefur verið nægilega reglubundin milli ára til að viðhalda stöðugleika, og ekki hefur komið upp hvati til reglubundinnar aukningar í frjósemi til að mæta fyrirsjáanlegu tapi tækifæra til fjölgunar vegna reglulegs fæðuskorts. Þótt allar líkur séu á að fæða hafi stundum verið af skornum skammti á harðræðistímum, til dæmis vegna langvarandi ótíðar og lélegrar afkomu fuglastofna, má gera ráð fyrir að þegar vel áráði hafi refir einnig upplifað gösentíð með miklu fæðuframbóði. Líklegt má telja að þessar sveiflur í skilyrðum hafi ekki verið reglubundnar og því hafi íslenskir melrakkar ekki þróað með sér reglubundnar sveiflur í frjósemi og tímgun.

Í síðari greininni um íslenska melrakkann var þess jafnframt getið að mælst hefur talsvert af kvikasilfri í íslenskum tófum og vísbendingar fundist um að íslenskar refalæður gætu verið útsettar fyrir sýkingum sem valdið geta fósturmissi eða ófrjósemi.

Yfirgripsmiklar rannsóknir á heilbrigði íslenskra refa árin 1985–1989 leiddu í ljós að hjá þeim má finna merki um sjúkdóma sem geta verið skaðlegir fyrir viðkomuna.<sup>3</sup> Viðlíka heilsufarsrannsókn hafði ekki áður verið gerð og var óvíst um uppruna þessara sýkinga, það er að segja hvort villti stofninn hafði verið útsettur fyrir sýkingum til lengri tíma eða sjúkdómsvaldar borist til landsins með innfluttum refum og þaðan í villt dýr. Innflutningur refa til feldræktar hófst á fjórða áratug 20. aldar og voru þúsundir refa þá hafðir í haldi í þessu skyni. Fyrst voru fluttir inn silfurrefir, sérræktuð afbrigði rauðrefs (*V. vulpes*) frá Noregi, en síðar bættust við ræktuð afbrigði melrakka, svokallaðir



Stálpaður yrðlingur af mórauðu afbrigði fær sér lúr. Myndin er tekin í lok júlí og þá eru yrðlingarnir ekki lengur háðir móðurmjólkinni og farnir að dreifa sér aðeins frá greninu. Þessi er heilbrigður að sjá og virðist vel nærður og áhyggjulaus en litur hans fellur vel að umhverfinu. – A blue morph Arctic fox cub resting in late July. At that time the cubs are not relying on mothers' milk anymore and beginning to spend time away from the natal den. This one looks healthy, well fed and unconcerned as he is also perfectly camouflaged. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

blárefir.<sup>4,5</sup> Nokkuð var um að búrarefir slyppu út og gátu sníkjudýr, bakteríur og veirur sem borist höfðu til landsins með búrarefunum því borist í íslenska melrakkastofninn. Sama gildir raunar um sjúkdómsvalda, einkum veirur, sem borist geta milli hunda og villtra melrakka og/eða búrarefa.<sup>3</sup> Önnur alda loðdýraræktar gekk yfir á níunda áratugnum og aftur var fjöldi ræktaðra refa, bæði blárefir og silfurrefir, fluttir til landsins frá Skotlandi og Noregi.<sup>5</sup> Þetta var um svipað leyti og umrædd

heilbrigðisrannsókn fór fram, og var því ekki talið mögulegt að þeir sjúkdómar sem þá fundust í villtum refum hefðu borist með hinum nýinnfluttu refum.<sup>3</sup> Hvort heldur villti íslenski refurinn var sýktur fyrir eða smitaðist af innfluttum refum eða hundum á 20. öldinni er augljóst að í stofninum eru og hafa verið sjúkdómar sem valdið geta skaða.

Í þessari grein, þeirri þriðju um íslenska melrakkann, verður fjallað nánar um þessi mál, einkum þá skaðvalda sem hafa fundist og geta haft áhrif á viðkomu og vanhöld villta refsins og þar með á framtíð tegundarinnar hér á landi.

Efni greinarinnar er byggt á gögnum og sýnum sem safnað hefur verið við vöktun íslenska refastofnsins. Í flestum tilfellum er um að ræða birt efni sem tengist vöktuninni með beinum eða óbeinum hætti. Undanfarinn áratug hefur talsvert af lífsýnum úr íslenskum refum verið sent til rannsóknarstofu í dýrasjúkdómum í Þýskalandi (Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung)

og hafa greinst í þeim ýmis eiturefni og mögulegir sjúkdómavaldar.

Umfjöllun um sjúkdóma er að meginuppistöðu byggð á tilraunum þeim og rannsóknum sem fóru fram á árunum 1985–1989 og voru hluti af ofangreindri könnun á heilsufari íslenska melrakkans. Lykilmenn í þessu verkefni voru þeir Eggert Gunnarsson dýralæknir, Páll Hersteinsson dýravistfræðingur (1961–2011) og Stefán Aðalsteinsson erfðafræðingur (1928–2009), og birtu þeir niðurstöður í sérstökum kafla í ritinu *Villt íslensk spendýr* sem Hið íslenska náttúrufræðifélag og Landvernd gáfu út árið 1993 í kjölfar ráðstefnu Líffræðifélagsins um villt spendýr á Íslandi.<sup>3</sup> Í ritinu er einnig að finna kafla um niðurstöður sníkjudýrarannsóknna þeirra Karls Skirnissonar og Matthíasar Eydals (1952–2021)<sup>6</sup>, sem síðar voru birtar í alþjóðlegu vísindatímariti.<sup>7</sup> Báðir störfuðu þeir Karl og Matthias um áratugaskeið við sníkjudýrarannsóknir á Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði á Keldum.



Skoffin er ein þeirra kynjaskepna sem lýst hefur verið í þjóðsögum Jóns Árnasonar sem afkvæmi refs og kattar. Stærð skoffins og útlit, hárlaysið og atferli, svipar til útlits snoðdýra sem misst hafa feldinn vegna húðsýkingar. – Skoffin is one of the fascinating beasts of Iceland that has been described in the folklores as an offspring of a cat and an Arctic fox. The size and shape of the skoffin, it's hairless body and behaviour is comparable to Arctic foxes that suffer by the naked fox syndrome. Mynd/Photo: Jón Baldur Hlíðberg.



**Snoðdýrshelkenni** (hypotrichosis) er líklega sá sjúkdómur sem lengst hefur verið þekktur í íslenska refastofninum. Orsök hans er óþekkt. Snoðdýrum er lýst í riti Bjarna Sæmundssonar, Spændýrunum, frá 1932,<sup>8</sup> og einnig nokkuð ýtarlega í bók Theodórs Gunnlaugssonar frá 1955, Á refaslóðum.<sup>9</sup> Einkenni sýkingarinnar eru að vindhárin gisna og þelið þynnist en nokkru munar milli sýktra einstaklinga hversu mikið hárlaysið verður. Viðamiklar rannsóknir Páls Hersteinssonar og féлага,<sup>10,11</sup> sem höfðu snoðdýr í haldi og gerðu ýmsar tilraunir, leiddu í ljós að snoðdýrslæður eru frjósamari en heilbrigðar læður og ennfremur að snoðdýrssteggir virðast ólíklegri til að tímgastr en hinir heilbrigðu. Jafnframt kom í ljós að snoðdýrslæður smita öll afkvæmi sín, og jafnvel makana, en einkennin koma missnemma fram meðal yrðlinga í sama goti. Þá sást einnig að yrðlingar með snoðdýrshelkenni geta smitað heilbrigða yrðlinga, séu þeir saman í búri. Í haldi voru snoðdýrin skapstyggi, jafnvel grimm og árásargjörn, og einnig þurftarfrekari en heilbrigð dýr. Léleg einangrun vegna hárlaysisins gerir snoðdýrin háðari tryggu fæðuframboði og þau þurfa meiri fituforða til að viðhalda líkamshita en heilbrigð dýr. Erlendis finnast keimlík húð- og feldvandamál í refum en þar eru orsakirnar af allt öðrum og óskyldum toga. Fyrirbærið er þekkt sem mítlakláði (e. sarcoptic mange), og vísar heitið til skaðvaldsins, mítilsins *Sarcoptes scabiei*, sem borar sig

undir húðina og veldur miklum kláða, hármíssi og húðskorpum.<sup>12</sup> Þetta fyrirbæri sást fyrst í Noregi í rauðrefum á áttunda og níunda áratug 20. aldar<sup>13</sup> en er nú einnig þekkt í rauðrefum víðar um heim.<sup>14</sup> *Sarcoptes*-mítillinn finnst ekki á íslenskum refum. Í raun hefur enn ekki tekist að greina hvað veldur snoðdýrshelkenninu en ljóst er að um er að ræða húðsýkingu sem smitast við snertingu, yfirleitt frá móður til afkvæmis. Þeir Páll og félagar gerðu, eins og áður segir, sérstakar athuganir á snoðdýrum árin 1985–1987. Á þeim tíma voru snoðdýr algengari við ströndina og á svæðum þar sem veðurfar er milt og fæðuframboð fjölbreytt en á kaldari svæðum og inn til landsins. Rannsókuð voru 307 refahræ frá öllum landshlutum og voru 18 þeirra snoðdýr (5,9%), þar af 15 (83%) af Vesturlandi.<sup>3,10</sup> Nú finnast snoðdýr á öllum landsvæðum, nema á Vestfjörðum, en tíðnin er ennþá lág (<5%). Viðbúið er að lífslíkur snoðdýra séu mun minni en ósmiðaðra dýra. Ástæða er til að ætla að útbreiðsla snoðdýrshelkennis geti aukist með hlýnandi veðurfari og auknum þéttleika refa þar sem gnótt er af fæðu. Athyglisvert er að einkenni snoðdýranna passa vel við lýsingu hins sögufræga skoffins<sup>15</sup> og er ekki ósennilegt að þessi óværa hafi hrjáð íslenska melrakkann um langa hríð.

**Refavanki** er sjúkdómur af völdum gróðýrsins *Encephalitozoon cuniculi*. Þetta er einfrumu snikjudýr sem getur smitað öll spendýr, þar á meðal menn. Gróðýrið fannst í íslenskum refum við

áður nefnda heilbrigðisrannsókn<sup>16</sup> en snikjudýrið hefur einnig verið staðfest í hagamúsum (*Apodemus sylvaticus*), húsamúsum (*Mus musculus*) og minkum (*Neovison vison*) hér á landi.<sup>17</sup> Hjá refum veldur sýkingin alvarlegum veikindum og jafnvel dauða meðal yrðlinga og ungra dýra. Einkennin eru lystarleysi og vanþrif sem þróast í sljóleika og óstöðugleika í hreyfingum, jafnvel blindu. Fullorðin dýr eru einkennalaus (væntanlega ónæm í kjölfar fyrri sýkingar) og veikjast ekki en læður með fangi geta misst fóstur. Væntanlega eru þær þá að sýkjast í fyrsta sinn. Einkenni sem sjást við krufningu eru stækkuð nýru og hnútar og hvítleitir strengir í kransæðum hjartans ásamt ýmsum smásæjum vefjabreytingum. Við rannsókn á blóðsýnum úr 372 refum úr öllum landshlutum, veiddum árin 1986–1989, fannst mótefni gegn refavanka í 41 sýni. Heildarsmittíðni var 12% en mikill munur var á milli landshluta. Tíðnin á Norður- og Austurlandi (27% og 26%) var miklu hærri en á Suður- og Vesturlandi (5% og 2%).<sup>3,16,17</sup>

Þar sem refavanki veldur bæði fósturláti og yrðlingadauða er líklegt að sjúkdómurinn hafi neikvæð áhrif á viðkomu í refastofninum. Þar sem smit hefur verið staðfest í hagamúsum, sem eru algengar og útbreiddar hérlendis, er ekki ósennilegt að þær séu mikilvægir smitberar. Ekki hefur verið skimað fyrir refavanka síðan heilbrigðisrannsóknin fór fram en full ástæða er til að taka upp slíka vöktun.



Hvítur refur, heilbrigður að sjá og alveg kominn í sumarfeldinn þó enn séu nokkrar leifar af vetrarfeldi á skottinu. – An adult Arctic fox of the white morph in summer coat, looking healthy and fully shredded although the tail still has some remains of winter. Ljósmynd/ Photo: Einar Guðmann.

**Smitandi lifrar- og heilabólga** orsakast af veiru sem finnst í refum (veldur refaheilabólgu, e. fox encephalitis) og reyndar líka í hundum (þá kölluð hundalifrabólga, lat. Hepathitis Contagiosa Canis, HCC). Smitið kom upp í tilraunabúinu á Möðruvöllum snemma á níunda áratug síðustu aldar. Það var rakið til villtra yrðlinga sem höfðu verið teknir lifandi við greni og fluttir inn á refabúið. Mótefni við sjúkdómnum fannst jafnframt í blóðsýnum úr lifandi (fullorðnum) refum sem voru á búinu.<sup>3</sup> Þar sem um villta refi var að ræða má álykta sem svo að sjúkdómurinn hafi verið til staðar í melrakkastofninum á þessum tíma þótt uppruni hans hérlendis sé óþekktur. Flestir yrðlinganna á refabúinu veiktust af sjúkdómnum og drápu 10% þeirra af hans völdum.<sup>3,16</sup> Reyndar fannst mótefni við sjúkdómnum líka í hundum, enda var HCC-sóttin landlæg á þessum tíma og ekki óalgengt að hundar veiktust og nokkrir þeirra drápu árliga.<sup>16</sup> Eitt af einkennum hundalifrabólgunnar er blátt ský eða slikja á augum, sem hverfur að nokkrum tíma liðnum eftir að bata er

náð. Líklega er þessi sjúkdómur enn til staðar í villtum refum hérlendis. Veiran getur lifað um alllangt skeið í umhverfinu. Smitast dýr ýmist við beina snertingu eða með snertingu við þvag, sem getur verið smitandi löngu eftir að sýkt dýr er orðið frískt.<sup>3</sup> Þótt veiran hafi ekki greinst í refum á síðari árum gæti þessi sjúkdómur haft neikvæð áhrif á viðkomu refa þegar þéttleiki þeirra er mikill. Því er ástæða til að taka upp reglubundna vöktun fyrir þessari veirusýkingu í íslenska refastofninum.

Smádýr sem nærast á blóði spendýra, svo sem mítlar, flær og moskítóflugur, eru algengar smitferjur (e. vector) og geta borið ýmsar örverur úr sýktum hýslum yfir í ósýkt dýr, einkum bakteríur og veirur, en einnig einfrumu blóðsníkjudýr. Skógarmítlar (*Ixodes ricinus*) berast hingað til lands á vorin með farfuglum. Þeir geta borið margvíslaga sjúkdómsvalda sem sýkja fugla og spendýr, þar á meðal menn.<sup>18</sup> Vel þekkt mítilborið smit er Lyme-sjúkdómurinn, hættuleg heilabólga sem stafar af sýkingu af völdum bakteríunnar *Borrelia burgdorferi*.<sup>19</sup> Mítlar geta borið

með sér önnur smitefni, svo sem veiru sem veldur heilabólgu (e. tick-borne encephalitis)<sup>20</sup> en hún hefur ekki fundist hérlendis og ekki verið skimað eftir henni, svo vitað sé.

Árið 2016 var leitað að mótefnavökum sjúkdómsvaldandi baktería í blóðvökva úr 39 íslenskum melrökkum af tveimur landsvæðum, hinum gömlu Norður-Ísafjarðarsýslu (strandavist) og Norður-Múlasýslu (innanlandsvist). Skimað var fyrir *Francisella tularensis*, *Coxiella burnetti*, þremur *Leptospira*-tegundum og *Brucella abortus* en allar þessar bakteríur geta valdið alvarlegum sjúkdómum í mönnum. Svörun kom fram fyrir *B. abortus* en ekki fyrir neina af hinum bakteríunum. Hlutfallsleg tíðni refa með smitefni (e. seroprevalence) *B. abortus* reyndist vera 51,2% og er þetta fyrsta vísbending um *Brucella*-bakteríusmit í tófu hérlendis. Ekki var marktækur munur milli kynja og aldurshópa en meira en helmingmunur milli landshluta. Í strandatófum af Vestfjörðum var tíðnin 62,9% en 25% í tófum sem voru veiddar inn til landsins fyrir austan.<sup>21</sup> Mótefnavakar fyrir



Refir eru einfatar mestan hluta ársins en í mars á hverju ári fer fram þörunartímabil. Einkvæni er almenna reglan og parið heldur saman meðan bæði lifa. Á þessum tíma geta ungir refir orðið kynproska og hafið fyrsta þörunaratferli sitt en eldri þör styrkja sín sambönd, eins og þetta gamla mórauða par. Samneyti er því meira milli fullorðinna refa á þessum tíma en á öðrum árstímum. – The Arctic fox is a solitary species and mating takes place in March each year. Monogamy is the most common rule and the pair mates for life. At this time of the year, young foxes take part in their first courtship, but older couples strengthen their bonds, like this old couple of the blue morph. Thus, intimacy between adult foxes is more likely during that time than in other seasons. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

Brucella-bakteríum hafa einnig fundist í landsel (*Phoca vitulina*), til dæmis við Skotland,<sup>22</sup> og er það nægilegt tilefni til að athuga hvort bakterían finnst einnig í landselum hér við land. Það gæti það skýrt hærri tíðni mótefnavaka í tófum á strandsvæðum en inn til landsins. Skyld baktería, *B. canis*, fannst í fyrsta skipti í hundi á Íslandi árið 2022<sup>23</sup> en líklega var um einangrað tilvik að ræða. Bakterían var upprætt. Fundist hefur mótefni fyrir skyldri bakteríu, *B. suis*, sem þekkt er í hreindýrum, í melrökkum í Rússlandi og Alaska, en ekki á Svalbarða.<sup>24</sup> Sýking af völdum baktería af ættinni *Brucella* er kölluð fræðiheitinu Brucellosis og getur meðal annars valdið alvarlegum veikindum í mönnum, vanhöldum á ungvíði og fósturmissi.<sup>25</sup> Hið háa hlutfall refa með mótefni sýnir að þessi dýr hafa smítast af *Brucella* en ekkert er hægt að segja um hvort þau hafa veikt eða einhver dýr drepist af völdum *Brucella*-sýkingar. Þar sem þetta er í fyrsta skipti sem mótefnavakar þessarar bakteríu finnast í villtum dýrum hérlendis þyrfti að kanna málið betur og rannsaka hvað liggur að baki þeirri háu tíðni mótefna

sem fundust við skimun blóðvökvans, og hverjar smitleiðirnar séu, því að Brucellosis-sýking getur haft alvarlegar afleiðingar fyrir viðkomu og vanhöld í íslenska refastofninum.

#### Flensa í refum

Inflúensuveirur eru taldar eiga uppruna sinn í fuglum. Þær flokkast í fjóra meginstofna sem einkenndir eru með bókstöfum, A, B, C og D, en í hverjum stofni eru fjölmargar tegundir. Inflúensuveira af A-stofni getur sýkt bæði fugla og spendýr, þar á meðal menn. Á yfirborði hverrar inflúensuveiru eru tvær gerðir mótefnavaka (e. antigen) sem kallast H (hemagglútínín) og N (nevramínídasi) og finnast báðir í nokkrum gerðum. Gerðirnar eru einkenndar eru með númerum. H1N1 er til dæmis tákn svínafleusu og H5N1 eða H5N5 tákn fuglaflensu. Sýkingar af völdum inflúensuveiru eru misalvarlegar en A- og B-stofnar valda meiri veikindum en C-stofnar. Jafnframt leggjast sýkingar misalvarlega á tegundir dýra.<sup>26</sup> Framan af var lítið vitað um inflúensu meðal rándýra sem veiða fugla veika af inflú-

ensu eða ganga í hræ þeirra. Árið 2016 var leitað að mótefnavökum fyrir inflúensu af A-stofni í 43 íslenskum melrökkum og í 271 hvítabirni frá Svalbarða. Í ljós kom að ein af tófunum (2,3%) og sex hvítabirnir (2,2%) höfðu mótefni gegn inflúensu af A-stofni.<sup>27</sup> Tekið skal fram að tófan var af strandsvæði á Vestfjörðum en birnirnir frá stærstu eyju Svalbarðaklasans, Spitsbergen. Ekki þótti höfundum ástæða til að greina tegund veirunnar, þar sem tíðni mótefnisins var ekki hærri en raun bar vitni. Því er óvíst hvort um fuglaflensu var að ræða, og ekki ljóst hvornig dýrin hafa fengið veiruna og hvort þau hafa veikt.

Árið 2022 barst svæsið tilfelli fuglaflensu af A-stofni (H5N1) til Íslands með smituum farfuglum og dráput margir fuglar. Var sýkingin staðfest í fuglum af ýmsum tegundum og víða um landið, en fuglaflensa af gerð H5N1 hafði áður greinst í hafneri (*Haliaeetus albicilla*) sem drapst árið 2021. Ísland er mikilvægur viðkomustaður farfugla og hér er því einnig smitleið fyrir sjúkdóma á borð við inflúensu.<sup>28</sup> Inflúensan árið 2022 virðist hafa



Hlaupadýr (oft kölluð gelddýr) eru gjarnan með leyfar af vetrarfeldi fram á sumar en það þýðir ekki að þau séu ekki heilbrigð. Þau bera ekki ábyrgð á uppeldi yrðlinga og óðalsvörnum og hafa því tíma til að safna orku yfir sumarið sem gefur þeim möguleika á að lifa af næsta vetur og tímgastrast að ári. Það geta verið ýmsar ástæður fyrir því að kynþroska dýr makist ekki, til dæmis ef þau fá ekki næga fæðu yfir veturinn og ná ekki að safna nægum fituforða til orkukrefjandi tilhugalífs og meðgöngu. – Nonbreeding foxes are often termed as “runners” and they tend to have traces of winter fur still during the summer. This does not mean that they have health issues though. The runners have no responsibilities for territorial defence and raising cubs, so they have time to build up energy and gain strength for surviving in the coming winter, and breed in the next season. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

lagst sérstaklega þungt á súlu (*Morus bassanus*)<sup>29</sup> en fleiri tegundir urðu illa úti, svo sem skúmur (*Catharacta skua*) og svartbakur (*Larus marinus*).<sup>30</sup> Vorið 2023 kom önnur bylgja fuglaflensu og aftur drápst fjöldinn allur af fuglum, til dæmis rita (*Rissa trydactyla*).<sup>31</sup> Að auki drápast fleiri ernir næstu tvö ár, og flensan fannst í æðarfugli.<sup>32</sup> Ungir ernir virðast sérstaklega útsettir, mögulega vegna þess að þeir éta hræ sýktra fugla. Fjallað hefur verið um um fuglaflensufaraldurinn í yfirlitgrein sem birtist í tímariti Matvælaöryggisstofnunar Evrópu (EFSA).<sup>33</sup>

H5N1- og H5N5-veirur hafa fundist í villtum rauðrefum, bæði vestanhafs og austan, svo sem í Bandaríkjunum,<sup>34</sup> Hollandi,<sup>35</sup> Þýskalandi,<sup>36</sup> Finnlandi<sup>37</sup> og á Írlandi.<sup>38</sup> Fuglaflensa af gerðinni H5N1 hefur einnig komið upp í refabúum í Finnlandi. Sumarið 2023 drápast þrjár blárefir á loðdýrabúi í Kausti þar sem haldnir voru um 3.500 blárefir og 1.500 marðarhundar (*Nyctereutes procyonoides*) en veiran var ekki

staðfest í hinum síðarnefndu.<sup>39</sup> Í fréttatilkynningu um málið kom fram að máfar sýktir af sama stofni fuglaflensu voru á svæðinu og hafa refirnir mögulega smitast af þeim.<sup>40</sup> Feldrækt er talsvert stunduð í Finnlandi og eru þar auk afbrigða mórauðra melrakka einkum ræktaðir marðarhundar og minkar (*Neovison vison*). Þetta var í fyrsta skiptið sem fuglaflensa var staðfest á loðdýrabúi í Finnlandi en síðan hafa bæst við fleiri staðfest smit. Á lista Dýrasjúkdómastofnunar Finnlands má sjá að fuglaflensa hefur verið staðfest í ýmsum rándýrum, bæði villtum og á búum, þar á meðal í minkum.<sup>41</sup> Árið 2023 var H5N1-smit einnig staðfest í minkum á loðdýrabúi á Spáni og greip um sig talsverður ótti við að sjúkdómurinn bærist í menn, því áður hafði verið talið að sjúkdómurinn bærist ekki frá einu spendýri til annars. Af þessum sökum var tugþúsundum minka slátrað.<sup>42</sup>

Þar sem talsvert hefur drepist af villtum fugli í fuglaflensufaröldrúum hérlendis má ætla að refir hafi étið hræ

sýktra fugla og fengið í sig veiruna, líkt og ernir. Sýni voru tekin úr íslenskum refahræjum árið 2023 í því skyni að kanna smit, en þau hafa ekki enn verið greind. Ekki er því vitað hvort íslenskir refir geta veikst, eða jafnvel drepist, af völdum fuglaflensu. Þó væri æskilegt að skima fyrir fuglaflensu í íslenskum refum, sérstaklega á þeim svæðum þar sem stórir fuglahópar hafa veikst og drepist af völdum veirunnar.

### **Iðraormar og önnur sníkjudýr**

Í tengslum við heilsufarsrannsóknina títtnefndu könnuðu Matthías Eydal og Karl Skírnisson sníkjudýr í meltingarvegi 50 íslenskra melrakka af tveimur búsvæðum, við ströndina og inn til landsins, eða upp til heiða.<sup>67</sup> Fundu þeir 15 tegundir sníkjudýra í 44 refanna (88%), þar af 11 tegundir sem ekki höfðu fundist áður í íslenskum refum. Mikill munur var á strandrefum og þeim sem lifðu upp til heiða, bæði um fjölda tegunda og tegundarsamsetningu sníkjudýra, og ennfremur um tíðni sýk-



Hvít tófa í fæðuleit í fjöru á Hornströndum í mars. Fyrir kemur að refir fá fitu í feldinn þegar þeir ganga í sel- eða hvalhræ, eða ef þeir fá yfir sig spýju frá fýl sem telur sér ógnað. Refir eyða miklum tíma í að halda feldinum hreinum en fitan situr eftir á þeim svæðum sem þeir geta ómögulega náð að sleikja, svo hálsinn og kjamminn verða kámugir af fitu. – An Arctic fox of the white morph foraging in the beach in Hornstrandir nature in March. The fox has got a fat in the fur, either from a seal (or whale) carcass or by being confronted with a fulmar that spits fatty stuff as a defence, when threatened. Arctic foxes spend a lot of effort to keep the fur clean, but they cannot clean themselves with the tongue the neck and chin. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

inga af mismunandi tegundum. Fimm tegundir sníkjudýra (4 þráðormar og 1 bandormur) fundust í heiðarefum en fjórtán tegundir (1 gróðyr, 5 ögður, 3 bandormar, 3 þráðormar og 2 krókhöfðar) í strandrefum.<sup>6</sup> Þessi munur skýrist væntanlega af því að á strandsvæðum er framboð bráðar og hræja fjölbreyttara en upp til heiða og þar með meira úrval millihýsla fyrir bandormna, ögður og krókhöfða, tegunda sem lifa í selum við sjávarsíðuna. Millihýslar bandormna og þráðormna eru gjarnan hagamýs og hryggleysingjar en lífsferill þráðormna, svo sem spóluorms, er beinn. Fyrir ögður og krókhöfða eru sniglar, fiskar og fuglar mikilvægir millihýslar,<sup>6</sup> sem skýrir að þeirra sníkjudýra verður ekki vart til heiða. Ekki er vitað til þess að sníkjudýrin sem fundust við þessar rannsóknir hafi orsakað alvarlega sjúkdóma eða geti hamlað viðkomu refastofnsins.

Í grein Karls Skírnissonar í Náttúrufræðingnum árið 2017<sup>43</sup> er fjallað nánar um bandormna í íslenskum spen-

dýrum, þar á meðal um refabandorminn *Mesocostoides canislagopodis* sem finnst í öllum fullorðnum refum á Íslandi.<sup>44</sup> Segir Karl meðal annars frá rannsóknum í tengslum við leit að ígulbandorminum (*Echinococcus granulosus*), sem hérlendis var mjög algengur í hundum en hefur aldrei fundist í melrakka. Lirfustig hans kallast sullur og hér á landi voru sullir mjög algengir í sauðfé, geitum og nautgripum. Menn gátu einnig smitast við að fá egg bandormsins óvart niður í meltingarveg og margir þeirra sem veiktust létust þegar sullirnir sprangu. Mikið var um sullaveiki meðal Íslendinga fyrr á tímum. Eftir miðja 19. öld kom hingað danskur læknir að nafni Harald Krabbe til að rannsaka sullaveiki í mönnum.<sup>45</sup> Í rannsókn hans á einum ref, 100 hundum og 31 ketti fannst ígulbandormurinn í 28 hundanna en hvorki í refnum né köttunum. Krabbe, sem hafði reyndar mestan áhuga á að rannsaka hunda, fann alls sjö bandormategundir og hefur fjórum þeirra að öllum líkindum verið

útrýmt hérlendis, þar á meðal ígulbandorminum.<sup>43,45</sup> Um miðbik 20. aldar, og einnig síðar, var aftur leitað að ígulbandormi í refum, hundum og köttum, og fannst hann einungis í hundum. Það er áhugavert, því að bandormur þessi hefur fundist í fjölda rándýrategunda erlendis, bæði rauðrefum og tófum.<sup>46,47</sup>

Eini þekkti hundabandormurinn á Íslandi nú á tímum er vöðvasullsbandormurinn *Taenia ovis*.<sup>43</sup> Hann fannst ekki í athugunum Krabbe á 19. öld. Álitid er að hann hafi borist til landsins með búrarefum sem fluttir voru frá Norður-Ameríku til eldis á loðdýrabúum hér á landi fyrir miðja síðustu öld, en hann fannst þó ekki fyrr en árið 1983. Lirfustigið býr um sig í vöðvum sauðfjár, sem étur egg bandormsins óvart með gróðrinum þar sem smitaðir hundar eða refir hafa skitið. Vöðvasullsbandormurinn finnst enn í hundum og sauðfé.<sup>43,48</sup> Líklegt er talið að egg hans hafi borist í sauðfé á einhverjum refabúsþæjanna þegar saur refanna var dreift á tún þar sem sauðfé var á beit.<sup>43</sup> Þótt vöðvasullsbandormur-





Ungur yrðlingur af mórauðu litarafbrigði. Þessi yrðlingur er um það bil 4-5 vikna en lítur út fyrir að vera vanþroskaður og á ef til vill ekki mikla möguleika á að lifa af eftir að móðurmjólkinni sleppir. Grendýr geta smitað yrðlinga af sýkingum sem þau geta borið án þess að sýkjast sjálf. Kuldahret að vori geta líka grandað ungum yrðlingum og ef fæða er af skornum skammti fá ekki allir yrðlingar úr sama goti jafnan skerf af fæðunni sem borin er heim. – A young Arctic fox cub of the blue morph. This cub at 4-5 weeks of age, seems to be in rather bad condition and not likely to survive the period when it does not have access to the mother milk anymore. Denning foxes that have got infections in the past but healed, can bring diseases and parasites that can be harmful to the young cubs. Also, cold spells in spring-to-early summer can also be harmful to young cubs. Finally, if food is scarce, not all the cubs in the same litter will get enough food so the weakest will starve to death. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

inn geti ekki valdið skaða í mönnum er vöðvasullssýkt kjöt ekki hæft til átu og þar með ósöluhæft. Leitað hefur verið að vöðvasullsbandorminum í görn fjölmargra refa sem krufnir hafa verið í tengslum við vöktun refastofnsins en bandormurinn hefur aldrei fundist. Mestar líkur eru á því að hundar sjái nú einir um að dreifa vöðvasullssmitinu hér á landi.

**Eyrnamítillinn**, *Otodectes cynotis*, er algengt sníkjudýr í rándýrum, til dæmis refum, úlfum, köttum og hundum. Á Íslandi finnst þetta sníkjudýr reglulega í köttum en auk þess í villtum refum á Vestfjörðum, mestmegnis austan Ísa-fjarðardjúps en af og til einnig vestan þess. Fyrsta skráða tilfelli eyrnamítillsins í ref hérlendis var í silfurref sem fluttur var inn frá Noregi upp úr 1930 til feldræktar.<sup>16,49</sup> Refir voru fyrst ræktaðir á Íslandi á tímabilinu 1930 til 1950 þegar loðdýrarækt var bönnuð með lögum.<sup>5</sup> Lögumum var breytt árið 1969 og þá var heimilað á ný að stunda slíkan rekstur. Í kjölfarið voru aftur fluttir inn bæði blárefir og silfurrefir en blárefir sem fluttir voru inn árið 1983 voru hafðir í sóttkví. Þá uppgötvaðist að þeir voru með eyrnamítillinn og var hann upprættur með lyfjagjöf.<sup>49</sup>

Leitað var að eyrnamítli í 345 refum sem veiddir voru víða um landið árin 1986–1989. Einungis fundust 13 refir með eyrnamítli, eða 4%. Þessir 13 voru allir veiddir í Strandasýslu. Talið er að eyrnamítill hafi borist í villta refi á Ströndum frá smituum búrrefum sem sloppið höfðu þar úr haldi upp úr 1930.<sup>3,16,49</sup> Eyrnamítillinn smitast einkum við snertingu, oftast frá móður til afkvæmis, en mítlarnir sjálfir, og egg þeirra, eru skammlífir utan eyrna hýsilsins og smitlíkur því að öllum líkindum litlar meðal fullorðinna dýra við náttúrulegar aðstæður. Mítlarnir lifa á því að sjúga blóð og valda þeir ertingu og óþægindum. Eyru smitaðra dýra fyllast smám saman af blóðlitadri útferð, hrúðri, skít og mítlaleifum. Talið er að í

svæsum tilvikum geti smit leitt til sýkingar í innra eyra með þeim afleiðingum að heyrn skerðist.<sup>16,49</sup> Heyrnarleysi hefur örugglega verulega neikvæð áhrif á getu dýrsins til að afla sér fæðu og sinna óðalsvörnum. Þannig getur eyrnamítill skert lífsgæði smitaðra dýra og haft neikvæð áhrif á afkomu og tímgunarárangur. Ávallt er leitað að eyrnamítli í refsbræjum sem send eru til krufningar og mælinga vegna vöktunar íslenska refastofnsins. Þegar þetta er skrifað (2024) hefur verið skráður 391 refur með eyrnamítli af 10.118 refum sem sendir voru til krufningar á tímabilinu 1990–2023. Nú finnast eyrnamítillsmitaðir refir einungis á Vestfjarðakjálkanum og frá upphafi mælinga hafa einungis fundist sjö sýktir refir utan þess landsvæðis, fjögur tilfelli í Vestur-Húnavatnssýslu og þrjú í Dalasýslu. Þær niðurstöður benda til hægfara útbreiðsluaukningar.

### **Mengun/eiturefni**

Hvítabirnir (*Ursus maritimus*) hafa gengið á land hérlendis frá örófi alda og eftir landnám manna voru þeir allajafna drepnir um leið og til þeirra náðist.<sup>50,51</sup> Árið 1993 var einn slíkur drepinn á sundi við Ísjarðarinn norður af Horni.<sup>51</sup> Þess ber að geta að á þeim tíma voru villidýralöggin (nr. 64/1994) ekki gengin í gildi. Samkvæmt þeim eiga hvítabirnir að njóta gríða séu þeir á sjó, en áður naut hvítabjörninn engrar lagaverndar. Hræ þessa dýrs var krufið, og sýni tekin og fryst til seinni tíma rannsókna. Feldurinn var sutaður, dýrið stoppað upp og síðan haft til sýnis á Náttúrugripasafni Bolungarvíkur um árabíl. Þýskir eiturefnafræðingar leituðu að þrávirkum lífrænum mengunar- og eiturefnum í lifur og spiki úr þessum birni.<sup>52</sup> Jafnframt greindu þeir eiturefni í lifur úr 10 íslenskum refum, og veiddust þeir annars vegar í Borgarfirði eystra (strandarefir) og hins vegar í Skeiða- og Gnúpverjahreppi (innanlandsrefir). Í sýnunum fundust margvísleg eiturefni og afleiður

þeirra, svo sem PCB, DDT, HCB, HCH og CTT. Mengunarefni fundust bæði í birninum og tófunum en í ljós kom að í tófuhræjunum var mikill munur á styrk þessara efna milli áðurnefndra vistkerfa. Í refum frá strandsvæðum fannst þó nokkuð af oxýklórdani (oxychlorane), sem er afleiða skordýraeiturs, en margfalt minna í refum sem veiddir voru inn til landsins.<sup>52</sup> Þar sem fæða refa við sjávarsíðuna er að mestu fengin úr hafinu<sup>2</sup> eru strandarefir útsettir fyrir þeim eiturefnum sem þar safnast upp. Athygli vekur að sjö ára hvítabjörn, kominn langt úr norðri, skuli hafa í sér minna magn eiturefna en tófur af strandsvæði á austanverðu Íslandi. Algengt er talið að hánorræn sjávarspendýr fái þrávirk eiturefni í sig með fæðunni og safnast þau upp á æviskeiði þeirra svo gera má ráð fyrir að stærri og eldri dýr eins og hvítabjörninn hefðu meira magn efnisins í sér en tófur, sem eru smærri og skammlífari. Mismunandi fæðuval og misjafn styrkur eiturefna í ólíkum vistkerfum veldur líklega þessum mun sem kom fram í rannsókninni.<sup>52</sup>

Auk þrávirkra lífrænna mengunarefna finnst þungmálmur í auknum mæli í vefjum dýra á norðurslóðum. Eitt þessara efna er kvikasílfur, sem safnast upp í vefjum langlífra dýra, svo sem hvala, sela og sjófugla.<sup>53</sup> Magn kvikasílfurs hefur verið mælt í íslenskum melrökkum og borið saman við mælingar á blárefum frá nokkrum öðrum útbreiðslusvæðum heimskautarefsins. Sýnin frá Íslandi voru úr feldi refa, annars vegar af refum sem veidst höfðu inn til landsins (12 dýr) og hins vegar af refum sem veidst höfðu inn til landsins (12 dýr). Var talsverður munur á magni kvikasílfurs í refunum eftir þessum búsvæðum. Melrakkar á strandsvæðum Íslands og á rússnesku eyjunni Mednyj við Kamtsjatkaskaga höfðu í sér hættulega mikið magn kvikasílfurs. Íslenskir melrakkar inn til landsins höfðu hins vegar lítið sem ekkert af kvikasílfri í feldinum.<sup>54</sup> Í annarri rannsókn var kvikasílfur greint í ýmsum

vefjum íslenskra melrakka og kannað hvort kvikasilfur í feldi mætti nota sem vísi að kvikasilfursmagni í innri vefjum.<sup>55</sup> Niðurstöður leiddu í ljós að mengunargildi í feldi samsvaraði gildi efnamengunar í innri vefjum, sérstaklega í lifur og nýrum. Báðar þessar rannsóknir sýna að hægt er að kanna mengunarálág í dýrum á einfaldan og ódýran hátt án þess að drepa þau. Að auki er hægt að skoða breytingar með því að mæla gildi úr feldsýnum sem nú þegar eru til á vísindasöfnum víða um heim og bera saman við núverandi gildi. Eftir stendur að íslenskir refir við sjávarsíðuna eru mjög mengaðir af kvikasilfri, með jafnhá gildi kvikasilfursmengunar og refirnir á Mednyjeyju, sem virðast illa haldnir vegna þessarar mengunar.<sup>54</sup> Líklegast má telja að mengunin berist í líkama melrakka úr gömlum (jafnvel sjálfdaudum) sjófuglum sem eru aðal-fæða refa við strendur landsins, enda hefur kvikasilfur fundist bæði í vefjum þeirra, fjöðrum og eggjum.<sup>56</sup> Mengaðir refir af strandsvæðum hafa ekki sýnt nein veikleikamerki og gæti fjölbreytt fæða íslenskra refa skýrt það. Skýringin gæti þó ekki síður verið sú að með því að fella vetrarfeldinn losa þeir sig að hluta við mengunina. Mengun af völdum þungmálma, svo sem kvikasilfurs, getur þó haft neikvæð áhrif á heilbrigði og þar með viðkomu íslenskra refa.

## NIÐURLAG

Hér hefur verið dregið á nokkra helstu sjúkdóma og mengunarefni sem fundist hafa í íslenskum melrökkum og gætu haft áhrif á viðkomu stofnsins og vanhöld. Mest af þeim gögnum sem til eru um þessi efni má rekja til ýtarlegra rannsókna á heilbrigði refa sem fram fóru á níunda áratug 20. aldar en að öðru leyti er lítið vitað um þessi mál. Íslendingar bera ábyrgð á því að tryggja viðkomu og ákjósanlega verndarstöðu íslenska melrakkans samkvæmt lögum um náttúrvernd (nr. 60/2013) og er því nauðsynlegt að vakta heilbrigði stofns-

ins með reglubundnum hætti svo hægt sé að bregðast við ef alvarleg sýking kemur upp. Meginefniviður núverandi rannsókna á heilsufari íslenskra melrakka eru hræ sem veiðimenn senda til Náttúrufræðistofnunar vegna vöktunar refastofnsins. Þetta eru yfirleitt heilbrigð dýr sem ýmist eru veidd á grenjatíma eða við æti að vetrarlagi. Lítið skilar sér af hræjum dýra sem veikjast og drepast á víðavangi, og eru flest þeirra af dýrum sem hafa lent undir bíl á þjóðvegum. Líklegt má því teljast að sjúkdómar séu vangreindir í villtum refum héraendis, sérstaklega þegar þeir veikjast ekki alvarlega og ná heilsu á ný. Þetta á líka við um sýkingar sem valda fósturmissi eða granda ungum yrðlingum. Helstu vísbendingar um sýkingar finnast með greiningu mótefnavaka í fullorðnum heilbrigðum einstaklingum sem hafa sýkst og mögulega veikst en náð bata.

Lög um dýrasjúkdóma og varnir gegn þeim (nr. 25/1993) lúta fyrst og fremst að því að vernda búfénað en ekki villt dýr. Þetta er umhugsunarvert í ljósi þess að þeir sjúkdómar sem fundist hafa í villtum refum héraendis bærast að öllum líkindum til landsins með refum sem fluttir voru til landsins í atvinnuskyni. Þó má ætla að varnir við útbreiðslu smitandi og alvarlegra sjúkdóma gagnist villtum dýrum óbeint, svo sem reglubundið eftirlit, bólusetning og skipuleg eyðing ýmissa sjúkdómsvalda og sníkjudýra í gæludýrum, ekki hvað síst við innflutning þeirra, einkum hunda og katta, sem stundum bera með sér sjúkdóma sem geta smitast yfir í villta melrakka.

Víst má telja að farfuglar beri og hafi borið með sér ýmsar örverur og smádyr sem geta valdið sjúkdómum í refum og jafnvel orðið þeim að aldurtíla. Þetta á til dæmis við um skógarmítla, sem farfuglar bera með sér til landsins á vorin. Sem betur fer virðist smittíðni milli refa vera lág, sem líklega má rekja til félagshegðunar þeirra: Þeir lifa einlífi, lifa

dreift mestan hluta ársins og stunda einkvæni.<sup>57</sup> Þeir sjúkdómar sem hafa fundist í íslenskum melrökkum og telja má alvarlega virðast einkum leggjast þungt á yrðlinga og ung dýr. Þetta má líkast til rekja til þess að samneyti milli læðu og steggs og milli foreldra og afkvæma er mest meðan fjölskyldan er saman við grenið og ungvíðið enn háð foreldrum sínum um æti og skjól.

Komið hefur í ljós að sjúkdóma-, sníkjudýra- og mengunarálág sem gæti ógnað heilsu og tilveru villtra refa er afar mismikið milli landsvæða. Jafnframt hefur komið í ljós að styrkur uppsafnaðra mengunarefna, svo sem kvikasilfurs, er margfalt meiri í strandatófum en þeim sem lifa inn til landsins. Kvikasilfur berst refunum úr fæðunni, ekki síst úr sjófuglum sem eru langlífir og getur því safnast í þá verulegt magn þungmálma.<sup>56</sup> Ekki er augljóst hvernig refir hafa fengið í sig þær baktériu- og veirusýkingar sem hafa fundist í athugunum undanfarinna ára. Svæðisbundinn munur á útbreiðslu þeirra og hlutfallslega mikil tíðni sumra þeirra í strandatófum bendir til þess að uppruna megi rekja til hafrænnar fæðu. Til dæmis hafa selir og fuglar borið með sér veirur (t.d. inflúensuveirur) og bakteríur (*Brucella* sp.) sem borist geta í refi á strandsvæðum, hugsanlega með milligöngu blóðsjúgandi mítla.

Áhrif veðurfars á refi eru yfirleitt talin óbein. Þegar varp fugla misferst í kuldakasti að vori og þeir yfirgefa varplönd sín verður fæða til dæmis af skornum skammti á þeim tíma sem grenlæður og yrðlingar þurfa mikla orku. Kuldatíð snemma vors virðist líka hafa bein neikvæð áhrif á lífslíkur ungra yrðlinga.<sup>58</sup> Þegar stálpuð dýr fara að heiman eru þau óreynd og yfirleitt ein á ferð því samneyti er lítið meðal fullorðinna refa. Á fyrsta vetri er það fyrst og fremst fæðuskortur sem ógnar ungum refum, og allt að helmingur þeirra nær ekki að lifa fyrsta árið (eigin athuganir, óbirt gögn).



Mórauður refur að sumarlagi, enn með nokkur vetrarhár á hálsi og kringum eyru. Þau dýr sem fyrst fella vetrarfeldinn eru grenlæður því laus hár strjúkast af síðum þeirra þegar þær fara inn um þröng op grenisins. Er það kallað að vera “grensmogin” en grensteggir og hlaupadýr (gelddýr) fara yfirleitt ekki inni greni og eru yfirleitt loðnari en grenlæður snemmsumars. Hjá dýrum sem eru í lélegu líkamsástandi getur það tekið lengri tíma en ella að losa sig við vetrarfeldinn. Hárafar að sumri getur því gefið vísbendingu um heilsufar eða tímgunarstöðu refa. – An arctic fox of the blue morph during summer, still with some remains of winter fur on the neck and around the ears. Denning females are the first ones to get rid of the winter fur as they lose winter hairs while entering the den. This is termed to be “den smooth” but males and non-breeding adults usually do not go inside the den. Moulting takes longer time if the fox is in a bad condition so a furry looking fox in mid-summer can indicate it's health and/or breeding status. Ljósmynd/Photo: Einar Guðmann.

Íslenski refurinn hefur lifað af meira en þúsund ára ásókn mannsins og í mörg þúsund ár hefur hann upplifað miklar breytingar í náttúru landsins, hamfarir af ýmsum toga og kuldatímabil með tilheyrandi fæðuskorti en væntanlega líka hlýskeyð og gósentíð. Þar sem helsta fæða refa á Íslandi eru farfuglar, sem geta smitað spendýr af ýmsum sóttum, má ætla að sjúkdómur hafi komið upp í stofninum af og til á þessum tíma. Mengun af mannavöldum er nýrri af nál-inni. Há gildi kvikasilfurs hafa mælst í strandatófum á Íslandi og er full ástæða til að kanna betur áhrif þess á viðkomu og vanhöld í refastofninum. Sú staðreynd að á Íslandi býr sterkur og stöðugur stofn villtra refa lofar þó góðu og segir mikið um aðlögunarhæfni og seiglu þessa meðalstóra rándýrs, eins merkasta frumbyggja íslenskrar náttúru.

#### ABSTRACT

An intensive study of the health of the Icelandic Arctic fox population was conducted in the years 1985-1989. Several diseases were found that could be especially hazardous for young cubs or pregnant females. During this period, the fox population was small and dispersed so that disease prevalence was low. However, while wild foxes were held in captivity for research or fur industry, serious outbreak of diseases occurred, resulting in some deaths of cubs and young foxes. Since then, foxes have been screened for various diseases and antigens have been found for influenza and a few harmful bacteria. No disease outbreaks have been confirmed in wild foxes, not even in connection with a recent case of serious bird flu, killing many birds that foxes could scavenge

on. The solitary behaviour of the Arctic fox is most likely the reason for the low prevalence of infectious diseases in the species. Besides close connection between parents and offspring in the denning period, foxes have little contact with one another. This has prevented the potential spread of diseases and harmful parasites within the population throughout centuries. On the other hand, as a top predator in the Arctic, foxes are exposed to harmful chemicals that accumulate in the upper levels of the food chain. High concentrations of mercury have been recorded in coastal Arctic foxes in Iceland. While the effect of mercury on the Icelandic foxes is still unknown, it is likely to have some detrimental health effects that could affect their ability to breed successfully.

## ÞAKKIR

Höfundur kemur hér með á framfæri þökkum til þeirra fjölmörgu sem hafa lagt sitt af mörkum til rannsóknanna sem hér er fjallað um. Sérstaklega ber að nefna Pál heitinn Hersteinsson og samstarfsmenn hans, ásamt veidimönnum sem hafa sent hræ til rannsókna og aldursgreiningar. Gábor Árpád Gzirják og samstarfsfólki hans við Leibniz-dýrarannsóknastofnunina í Berlín þakka ég gott samstarf. Bestu þakkir færi ég einnig Einari Guðmann og Gyðu Hennings, sem veittu mér góðfúslegt leyfi til að nota ljósmyndir sínar og til Jóns Baldurs Hliðberg fyrir teikningu af skoffni, sem á vel við umfjöllun um snoðdýr. Síðast en ekki síst ber að þakka ritsjóra og prófarkalesara, sem og ónefndum ritrynum fyrir góðar og gagnlegar lagfæringar og ábendingar við vinnslu þessa handrits.

## HEIMILDIR

- Ester Rut Unnsteinsdóttir 2021. Íslenski melrakkinn. – Fyrsti hluti: Stofnbreytingar, veiðar og verndun. Náttúrufræðingurinn 91(3–4). 97–111.
- Ester Rut Unnsteinsdóttir 2023. Íslenski melrakkinn. – Annar hluti: Takmarkandi og stýrandi áhrifaþættir íslenska refastofnsins, fæða og tímgun. Náttúrufræðingurinn 93(1–2). 47–58.
- Eggert Gunnarsson, Páll Hersteinsson & Stefán Aðalsteinsson 1993. Rannsóknir á sjúkdómum í íslenska melrakkanum. Bls. 49–58 í: Villt íslensk spendýr (ritstj. Páll Hersteinsson og Guttormur Sigbjarnason). Hið íslenska náttúrufræðifélag og Landvernd, Reykjavík.
- [Hólmjárn J. Hólmjárn] 1938. Loðdýraræktin 1937. Freyr 33(1). 9–13.
- Byggðastofnun 1987. Loðdýrarækt á Íslandi. Skýrsla unnin fyrir landbúnaðarráðuneytið. Byggðastofnun, Sauðárkrúki. 74 bls. Einnig á vefsetri stofnunarinnar, slóð: [https://www.byggdastofnun.is/static/files/Skyrslur/Loddyrarækt\\_a\\_Islandi.pdf](https://www.byggdastofnun.is/static/files/Skyrslur/Loddyrarækt_a_Islandi.pdf)
- Matthías Eydal & Karl Skírnisson 1993. Sníkjudýr í villtum refum á Íslandi. Bls. 59–73 í: Villt íslensk spendýr (ritstj. Páll Hersteinsson og Guttormur Sigbjarnason). Hið íslenska náttúrufræðifélag og Landvernd, Reykjavík.
- Karl Skírnisson, Matthías Eydal, Eggert Gunnarsson & Páll Hersteinsson 1993. Parasites of the arctic fox *Alopex lagopus* in Iceland. Journal of Wildlife Diseases 29(3). 440–446.
- Bjarni Sæmundsson 1932. Spendýrin (Mammalia Islandiæ). Bókaverslun Sigfúsar Eymundssonar, Reykjavík. 437 bls.
- Theodór Gunnlaugsson 1955. Á refaslóðum. Búnaðarfélag Íslands, Reykjavík. 383 bls.
- Páll Hersteinsson, Eggert Gunnarsson & Stefán Aðalsteinsson 1988. Snoðdýr. Fréttabréf veiðistjóra 5. 16–27.
- Páll Hersteinsson, Guðmundur Georgsson, Stefán Aðalsteinsson & Eggert Gunnarsson 2007. The naked fox: Hypotrichosis in arctic foxes (*Alopex lagopus*). Polar Biology 30 1047–1058.
- Mörner, T. 1992. Sarcoptic mange in Swedish wildlife. Revue scientifique et technique 11(4). 1115–1121.
- Davidson, R.K., Bornstein, S., & Handeland, K. 2008. Long-term study of *Sarcoptes scabiei* infection in Norwegian red foxes (*Vulpes vulpes*) indicating host/parasite adaptation. Veterinary Parasitology 156(3–4). 277–83.
- Pisano, S.R.R., Zimmermann, F., Rossi, L., Capt, S., Akdesir, E., Bürki, R., Kunz, F., Origg, F.C. & Ryser-Degiorgis, M.P. 2019. Spatiotemporal spread of sarcoptic mange in the red fox (*Vulpes vulpes*) in Switzerland over more than 60 years: Lessons learnt from comparative analysis of multiple surveillance tools. Parasites & Vectors 12(1). 521.
- Jón Baldur Hliðberg & Sigurður Ægisson 2008. Skoffin. Bls. 30–22 í: Íslenskar kynjaskepnur. JPV útgáfa, Reykjavík.
- Páll Hersteinsson, Eggert Gunnarsson, Karl Skírnisson, Sigríður Hjartardóttir & Stefán Aðalsteinsson 1986. Sjúkdómar í villtum refum og minkum. Fréttabréf veiðistjóra 2(2). 29–31.
- Páll Hersteinsson, Eggert Gunnarsson, Sigríður Hjartardóttir & Karl Skírnisson 1993. Prevalence of Encephalitozoon cuniculi antibodies in terrestrial mammals in Iceland, 1986 to 1989. Journal of Wildlife Diseases 29(2). 341–344.
- Matthías Alfreðsson, Erling Ólafsson, Matthías Eydal, Ester R. Unnsteinsdóttir, Hansford, K., Wint, W., Alexander, N. & Medlock, J.M. 2017. Surveillance of *Ixodes ricinus* ticks (*Acarina: Ixodidae*) in Iceland. Parasites & Vectors 10. 466.
- Hannes B. Vigfússon, Hörður S. Harðarson, Björn R. Lúðvíksson & Ólafur Guðlaugsson 2019. Lyme-sjúkdómur á Íslandi – faraldsfræði á árunum 2011–2015. Læknablaðið 105(2). 63–70.
- Rieger, M.A., Niibling, M., Miiller, W., Hasselhorn, H.-M. & Hofmann, F. 1999. Foxes as indicators for TBE endemicity – a comparative serological investigation. Zentralblatt für Bakteriologie 289(5–7). 610–618.
- Gzirják, G.-Á., Dénes, B., Gyuranecz, M., Ester R. Unnsteinsdóttir, Páll Hersteinsson, Mühlendorfer, K. & Greenwood A.D. 2017. You are where you eat: High *Brucella* Seroprevalance in coastal but not inland Arctic foxes. (Veggspjald). The Zoo and Wildlife Health Conference, 24.–27. maí 2017, Berlín.
- Kershaw, J.L., Stubberfield, E.J., Foster, G., Brownlow, A., Hall, A.J., & Perrett, L.L. 2017. Exposure of harbour seals *Phoca vitulina* to *Brucella* in declining populations across Scotland. Diseases of Aquatic Organisms 126(1). 13–23.
- Matvælastofnun (MAST) og sóttvarnalæknir 2022. 22.7. Grunur um nýja bakteríusýkingu í hundum hér á landi. Frétt á vefsetri MAST, slóð (skoðað 14.5. 2024): <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/grunur-um-njya-bakteriusykingu-i-hundum-her-a-landi>
- Nymo, I.H., Fuglei, E., Mørk, T., Breines, E.M., Holmgren, K., Davidson, R., & Tryland, M. 2022. Why are Svalbard arctic foxes *Brucella* spp. seronegative? Polar Research 4. doi: 10.33265/polarv41.7867
- Alþjóða-heilbrigðisstofnunin 2020. Brucellosis. Á vefsetri WHO, slóð (skoðað 15.5. 2014): <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/brucellosis>
- Jón Magnús Jóhannesson 2022. „Hvað er fuglaflensa?“ Vísindavefurinn. Slóð (skoðað 14.5. 2024): <http://visindavefur.is/svar.php?id=23111>
- Schattschneider, A., Gzirják, G.-Á., Ester R. Unnsteinsdóttir, Aars, J., Andersen, M., Tryland M. & Greenwood, A.D. 2016. Serological evidence of influenza A viruses in Arctic carnivores (Poster). 12<sup>th</sup> Conference of the European Wildlife Disease Association (EWDA), 26.–31. ágúst 2016, Berlín.
- Günther, A., Krone, O., Vilhjálmur Svansson, Pohlmann, A., King, J., Gunnar Þ. Hallgrímsson, Kristinn H. Skarphéðinsson, Heiða Sigurðardóttir, Stefán R. Jónsson, Beer, M., Brugger, B. & Harder, T. 2022. Iceland as stepping stone for spread of Highly pathogenic avian influenza virus between Europe and North America. Emerging Infectious Diseases 28(12). 2383–2388.
- Lane, J.V., Jeglinski, J.W.E., Avery-Gomm, S., Ballstaedt, E., Banyard, A.C., Barychka, T., Brown, I.H., Brugger, B., Burt, T.V., Careen, N., Castenschild, J.H.F., Christensen-Dalsgaard, S., Clifford, S., Collins, S.M., Cunningham, E., Danielsen, J., Daunt, F., d’Entremont, K.J.N., Doiron, P., Duffy, S., English, M.D., Falchieri, M., Giacinti, J., Gjerset, B., Granstad, S., Grémillet, D., Guillemette, M., Gunnar T. Hallgrímsson, Hamer, K.C., Hammer, S., Harrison, K., Hart, J.D., Hatsell, C., Humpidge, R., James, J., Jenkinson, A., Jessopp, M., Jones, M.E.B., Lair, S., Lewis, T., Malinowska, A.A., McCluskie, A., McPhail, G., Moe, B., Montevicchi, W.A., Morgan, G., Nichol, C., Nisbet, C., Olsen, B., Provencher, J., Provost, P., Purdie, A., Rail, J.-F., Robertson, G., Seyer, Y., Sheddan, M., Soos, C., Stephens, N., Ström, H., Vilhjálmur Svansson, Tierney, T.D., Tyler, G., Wade, T., Wanless, S., Ward, C.R.E., Wilhelm, S.I., Wischnowski, S., Wright, L.J., Zonfrillo, B., Matthiopoulos, J. & Votier, S.C. 2024. High pathogenicity avian influenza (H5N1) in Northern Gannets (*Morus bassanus*): Global spread, clinical signs and demographic consequences. Ibis 166. 633–650.
- Matvælastofnun (MAST) 2022, 24.10. Fuglaflensa í skúmun og svartbökmum – enn smithætta fyrir alifugla. Frétt á vefsetri MAST, slóð (sót 14.5. 2024): <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/fuglaflensa-i-skumun-og-svartbokum-enn-smithaetta-fyrir-alifugla>
- Matvælastofnun (MAST) 2023, 9.5. Fuglaflensa í stökkönd og óútskýrður fjöldadauði í ritum. Frétt á vefsetri MAST, slóð (sót 14.5. 2024): <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/fuglaflensa-i-stokkond-og-otutskyrdur-fjoldadaudi-i-ritum>
- Matvælastofnun (MAST) 2023, 2.10. Fuglaflensa í haferni og æðarfugli. Frétt á vefsetri MAST, slóð (sót 14.5. 2024): <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/fuglaflensa-i-haferni-og-aedarfugli>
- EFSA (European Food Safety Authority), ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), EURL (European Reference Laboratory for Avian Influenza), Adlhoeh, C., Fusaro, A., Gonzales, J.L., Kuiken, T., Mirinaviciute, G., Niqueux, E., Stahl K., Staubach, C., Terregino, C., Broglia, A., Kohnie, L. & Baldinelli, F. 2023. Scientific report: Avian influenza overview March – April 2023. EFSA Journal 21(6). e8039.
- Cronk, B.D., Caserta, L.C., Laverack, M., Gerdes, R.S., Hynes, K., Hopf, C.R., Fadden, M.A., Nakagun, S., Schuler, K.L., Buckles, E.L., Lejeune, M. & Diel, D.G. 2023. Infection and tissue distribution of highly pathogenic avian influenza A type H5N1 (clade 2.3.4.4b) in red fox kits (*Vulpes vulpes*). Emerging Microbes & Infections 12(2). 1–10.
- Bordes, L., Vreman, S., Heutink, R., Roose, M., Venema, S., Prishuren, S.B.E., Rijks, J.M., Gonzales, J.L., Germaad, E.A., Engelsma, M. & Beerens, N. 2023. Highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infections in wild red foxes (*Vulpes vulpes*) show neurotropism and adaptive

## UM HÖFUNDINN



**Ester Rut Unnsteinsdóttir** (f. 1968) lauk BSc-prófi í líffræði við Háskóla Íslands 1999 og kennsluréttindum í náttúrufræðum frá Kennaraháskóla Íslands árið 2005. Árið 2014 lauk hún doktorsnámi í líffræði við Háskóla Íslands undir leiðsögn Páls Hersteinssonar prófessors og var viðfangsefnið stofnvistfræði hagamúsa. Ester sinnti kennslu í náttúrufræðum á grunnskólastigi árin 1999–2002 og var stundakennari við Líf- og umhverfisvísindasvið HÍ á tímabilinu 2002–2013. Árið 2007 stofnaði hún Melrakkasetur Íslands í Súðavík, sem opnað var almenningi árið 2010, og starfaði hún þar til ársins 2013 þegar hún hóf störf á Náttúrufræðistofnun Íslands. Ester hefur fylgst með refum á Hornströndum frá árinu 1998 og borið ábyrgð á vöktun íslenska refastofnsins frá árinu 2012.

**Ester Rut Unnsteinsdóttir**  
Náttúrufræðistofnun Íslands,  
Urriðaholtsstræti 6-8, 210 Garðabæ.

- virus mutations. *Microbiology Spectrum* 11. e02867-22.
36. Baechlein, C., Kleinschmidt, S., Hartmann, D., Kammeyer, P., Wöhlke, A., Warmann, T., Herms, L., Kühn, B., Beineke, A., Wohlsein, P., Harder, T. & Runge, M. 2023. Neurotropic Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus in red foxes, Northern Germany. *Emerging Infectious Diseases* 29(12). 2509–2512.
  37. Tammiranta, N., Isomursu, M., Fusaro, A., Nylund, M., Nokireki, T., Giussani, E., Zecchin, B., Terregino, C. & Gadd, T. 2023. Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) virus infections in wild carnivores connected to mass mortalities of pheasants in Finland. *Infection, Genetics and Evolution* 111. 105423.
  38. Lagan, P., McKenna, R., Baleed, S., Hanna, B., Barley, J., McConnell, S., Georgaki, A., Sironen, T., Kauppinen, A., Gadd, T., Lindh, E., Ikonen, N., McMenamy, M.J. & Lemon, K. 2023. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in foxes with PB2-M535I identified as a novel mammalian adaptation, Northern Ireland, July 2023. *Eurosurveillance* 28(42). pii=2300526.
  39. Alþjóðadýrasjúkdómaraðild - WAHIS (woah.org)
  40. Schnirring, L. Finland reports H5N1 avian flu in blue foxes on fur farm. Á vefsetri Smitjúkdóma-seturs Háskólans í Minnesota (CIDRAP), slóð (skoðað 16.5. 2024): <https://www.cidrap.umn.edu/avian-influenza-bird-flu/finland-reports-h5n1-avian-flu-blue-foxes-fur-farm>
  41. Matvælastofnun Finnlands (Ruokavirasto – Livsmedelsverket) 2024. Avian influenza cases in Finland. Á vefsetri stofnunarinnar, slóð (skoðað 16.5. 2024): <https://www.ruokavirasto.fi/en/animals/animal-health-and-diseases/animal-diseases/poultry/avian-influenza/avian-influenza-in-finland/>
  42. Kupferschmidt, K. 2023. Bird flu spread between mink is a 'warning bell'. *Science* 379(6630). 316–317. doi: 10.1126/science.adg8342
  43. Karl Skírnisson 2017. Bandomafána landspendýra á Íslandi að fornu og nýju. *Náttúrufræðingurinn* 87(3–4). 116–131.
  44. Karl Skírnisson, Jouet, D., Ferté, H. & Ólafur K. Nielsen 2016. Occurrence of *Mesocestoides canislagopodis* (Rudolphi, 1810) (Krabbe, 1865) in mammals and birds in Iceland and its molecular discrimination within the *Mesocestoides* species complex. *Parasitology Research* 115. 2597–2607.
  45. Karl Skírnisson 2023. Harald Krabbe – frumkvöðull snikjudyrrannsóknna á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 93(3–4). 113–124.
  46. Knapp, J., Staebler, S., Bart, J.M., Stien, A., Yoccoz, N.G., Drögemüller, C., Gottstein, B. & Deplazes, P. 2012. *Echinococcus multilocularis* in Svalbard, Norway: Microsatellite genotyping to investigate the origin of a highly focal contamination. *Infection Genetics and Evolution* 12(6). 1270–1274.
  47. Oksanen, A., Siles-Lucas, M., Karamon, J., Pessenti, A., Conraths, F.J., Romig, T., Wysocki, P., Mannocci, A., Mipatrini, D., La Torre, G., Boufana, B. & Casulli, A. 2016. The geographical distribution and prevalence of *Echinococcus multilocularis* in animals in the European Union and adjacent countries: A systematic review and meta-analysis. *Parasites & Vectors* 9. 519.
  48. Karl Skírnisson & Kristbjörg Sara Thorarensen 2021, 13.12. Útrymum vöðvasullsbandorminum á Íslandi! Bændablaðið, 60. Einnig á vefsvæði blaðsins, slóð (skoðað 14.10. 2024): <https://www.bbl.is/skodun/a-faglegum-notum/utrymum-vodvasullsbandorminum-a-islendi>
  49. Eggert Gunnarsson, Páll Hersteinsson & Stefán Aðalsteinsson 1991. Prevalence and geographical distribution of the ear canker mite (*Otodectes cynotis*) among arctic foxes (*Alopex lagopus*) in Iceland. *Journal of Wildlife Diseases* 27(1). 105–109.
  50. Ævar Petersen & Þórir Haraldsson 1993. Komur hvítabjarna til Íslands fyrr og síðar. Bls. 74–78 í: *Villt íslensk spendýr* (ritstj. Páll Hersteinsson og Guttormur Sigbjarnarson). Hið íslenska náttúrufræðifélag og Landvernd, Reykjavík.
  51. Rósa Þórisdóttir 2018. Hvítabirnir á Íslandi. Hólar, Reykjavík. 272 bls.
  52. Klobes, U., Vetter, A., Glotz, D., Bernd, L., Karl Skírnisson & Páll Hersteinsson 1998. Levels and enantiomeric ratios of chlorinated hydrocarbons in livers of Arctic fox (*Alopex lagopus*) and adipose tissue and liver of a polar bear (*Ursus maritimus*) sampled in Iceland. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 69. 67–81.
  53. AMAP (Arctic monitoring & assessment programme) 2021. AMAP assessment 2021: Mercury in the arctic. AAMAP, Tromsø. 324 pp.
  54. Bocharova, N., Treu, G., Gzirják, G.-Á., Krone, O., Stefanski, V., Wibbelt, G., Ester Rut Unnsteinsdóttir, Páll Hersteinsson, Schares, G., Doronina, L., Goltsman, M. & Greenwood, A.D. 2013. Correlates between feeding ecology and mercury levels in historical and modern arctic foxes (*Vulpes lagopus*). *PLoS ONE* 8(5). e060879.zzz
  55. Treu, G., Krone, O., Ester Rut Unnsteinsdóttir, Greenwood, A.D. & Gzirják, G.-Á. 2018. Correlations between hair and tissue mercury concentrations in Icelandic arctic foxes (*Vulpes lagopus*). *Science of The Total Environment*. 619–620, 1589–1598.
  56. Chastel, O., Fort, J., Ackerman, J.T., Albert, C., Angelier, F., Basu, N., Blévin, P., Brault-Favrou, M., Bustnes, J.O., Bustamante, P., Danielsen, J., Descamps, S., Dietz, R., Erikstad, K.E., Eulaers, I., Ezhov, A., Fleishman, A.B., Gabrielsen, G.W., Gavrilov, M., Gilchrist, G., Gilg, O., Sindri Gíslason, Golubova, E., Goutte, A., Grémillet, D., Gunnar Þ. Hallgrímsson, Erpur S. Hansen, Hanssen, S.A., Hatch, S., Huffeldt, N.P., Jakubas, D., Jón Einar Jónsson, Kitaysky, A.S., Yann Kolbeinsson, Krasnov, Y., Letcher, R.J., Linnebjerg, J.F., Mallory, M., Merkel, F.R., Moe, B., Montevecchi, W.J., Mosbech, A., Olsen, B., Orben, R.A., Provencher, J.F., Sunna B. Ragnarsdóttir, Reiertsen, T.K., Rojek, N., Romano, M., Søndergaard, J., Strøm, H., Takahashi, A., Tartu, S., Þorkell L. Þórarinnsson, Thiebot, J.-B., Will, A.P., Wilson, S., Wojczulanis-Jakubas, K. & Yannic, G. 2022. Mercury contamination and potential health risks to Arctic seabirds and shorebirds. *Science of The Total Environment*, 844. 156944.
  57. Páll Hersteinsson 1984. The behaviour ecology of the arctic fox (*Alopex lagopus*) in Iceland. Doktorsritgerð við Oxforháskóla.
  58. Ester Rut Unnsteinsdóttir, Páll Hersteinsson, Snæbjörn Pálsson & Angerbjörn, A. 2016. The fall and rise of the Icelandic Arctic fox (*Vulpes lagopus*): A 50-year demographic study on a non-cyclic Arctic fox population. *Oecologia* 181. 1129–1138.