



Framandi og ágengar trjátegundir í íslenskum skógum – raunveruleg, aðsteðjandi eða ímynduð ógn?

Inngangur

Margir jarðarbúar bera kvíðboga fyrir hnattvæðingu hagkerfa og menningarsamfélaga. Finnst þeim hagsmunum sínum og menningu stafa ógn af alþjóðakapítalisma, þjóðflutningum milli landa og yfirþyrmandi erlendum menningaráhrifum. Hjá ýmsum líffræðingum, einkum vistfræðingum, beinist þessi ótti við hnattvæðingu að þeim áhrifum sem flutningur lífvera milli landsvæða og heimsálfa kann að hafa á lífríki jarðar.

Tegundir lífvera sem berast með manninum til fjarlæggra staða eru stundum litnar hornauga af heimafólki í þeim löndum þar sem þær taka sér bólfestu og taldar „útlendar“, „innfluttar“ eða „framandi“. Á það hefur verið bent, að andstaða gegn slíkum „nýbúum“ á sér sjaldan stoð byggða á reynslu eða raunvísindum, en gæti verið ein birtingarmynd mannlegs eðlis: að vilja halda í það umhverfi og samfélag sem heimamenn þekkja

og treysta; að vera á móti breytingum á ásýnd þess og tegundasamsetningu, og telja sér ógnað af því sem er nýtt, óþekkt og framandi.^{9,10}

Brown and Sax¹⁰ telja að það sé eitthvað djúpt í sálarlífi og undir-meðvitund mannsins sem ýti undir hleypidóma og tortryggni

gagnvart hverju því sem er framandi, hvort sem um er að ræða framandi fólk, jurtir eða dýr. Telja þeir að áhyggjur fólks af skaðsemi framandi tegunda sé af sama sálfræðilega meiði og fælni gagnvart fólki af erlendum uppruna. Þessi neikvæða sýn á flest það sem er nýtt og framandi



Sjálfsáður alaskaviðir (*Salix alaxensis* (Andersson) Coville) í grýttum farvegi Kollafjarðarár á Kjalarnesi. Mynd: Aðalsteinn Sigurgeirsson.



Kudzu (*Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) Maesen & S. Almeida), niturbíndandi vafningsjurt af ertublómaaætt. Uppruni hennar er í Kína, en hún var fyrst flutt inn til Bandaríkjanna á 19. öld, frá Japan. Á fjórða áratug 20. aldar ræktaði jarðvegsverndarstofnun Bandaríkjanna (U.S. Soil Conservation Service) milljónir kudzu-plantna og dreifði þeim til bænda, til landgræðslu. Tegundin tók að dreifast út af eigin rammleik og þekur nú um 2,8 milljónir hektara, einkum í suðausturríkjum Bandaríkjanna (Southeast Exotic Pest Plant Council). Hún er skilgreind í mörgum ríkjum sem „illgresi“ (e. pest plant) og víða er unnið að upprætingu hennar. En enn er hún sums staðar ræktuð til jarðvegsverndar og landgræðslu. Að sögn Theodoropoulos (2003, og heimilda þar) er tegund þessi nytssamleg, ekki aðeins til jarðvegsverndar, heldur einnig til lyfjaframleiðslu, til beitar og sem búsvæði villts dýralífs. Hann bendir einnig á að hún leggi einkum undir sig yfirgefin, rýr tún og akurlendi og skóga þar sem jarðvegur er snauður af nitri. Hann álítur að ekki hafi farið fram fullnægjandi greining á gagni og ógagni tegundarinnar. Mynd: Kerry Britton, USDA Forest Service (www.forestryimages.org)

Heimildir: Southeast Exotic Pest Plant Council. 2001. SE-EPPC fact sheet: Kudzu, [Online]. The Bugwood Network (Producer). Tifton, GA: The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences/Warnell School of Forest Resources. Available: <http://www.se-eppc.org/>

tengist um leið upphafningu á tilteknu „fyrra ástandi“ gróðurfars lands. Fyrri eða núverandi ásynd lands (þ.e., það sem fólk þekkir eða hefur vanist) er álitíð „ósnotið“ og „náttúrulegt“. Af þeim sökum verði að vernda slíkt ástand gegn breytingum eða endurheimta fyrra ástand.

Innfluttar trjátegundir á Íslandi

Vísbendingar eru um að maðurinn hafi átt sinn þátt í dreifingu trjátegunda norður um Evrópu á fyrstu árpúsundum eftir lok síðasta kuldaskiðs ísaldar.⁹

Þannig er talið sennilegt að þegar á fornsteinöld hafi forfeður okkar borið með sér fræ beykis, heslis og annarra trjátegunda sem bera ætar hnetur, norður um Evrópu, og flýtt þannig fyrir dreifingu þeirra.⁹² Ræktun nytja-plantna utan náttúrulegra heimkynna sinna er jafngömul ræktunarmenningunni. Hins vegar er skammur tími liðinn í menningarsögunni frá því hafið var markviss ræktun aðfluttra trjátegunda, m.a. í þeim tilgangi að vernda jarðveg, auka frjósemi hans, mynda skjól eða framleiða nytjavið.¹²²

Til Íslands hafa verið fluttar a.m.k. 150 trjátegundir til skóg-ræktar undanfarna öld. Af þeim er vitað til að a.m.k. 18 hafi „numið land“, þ.e. þroskað fræ og fest rætur með sjálfsáningu. Meðal innfluttra trjátegunda, sem víða hafa fundist sjálfsáнар hér á landi hin síðari ár, eru: stafafura, sitkagreni, rússalerki, alaskaösp, viðja, selja og alaska-víðir, en þetta eru jafnframt algengustu, innfluttu trjátegundir sem hér eru í ræktun. Sigurður Blöndal og Skúli Björn Magnússon, í bók sinni „Íslandsskógar –

hundrað ára saga“ 98, álfta að slík dæmi um landnám nýrra trjátegunda á Íslandi séu „fegursti vitnisburðurinn um það, að með innflutningi trjátegunda yfir Atlants-hafið er verið að vinna með náttúrunni en ekki hið gagnstæða.

Tré – eins og allar plöntur – þekkja ekki landamæri ríkja, aðeins landamæri lífsskilyrða.

Þau hasla sér völl þar sem rétt skilyrði er að finna, ef fjallgarðar og höf hindra það ekki“.

Skemmst er frá því að segja að ekki deila allir skoðun höfunda „Íslandsskóga“ um ágæti þess að útlendar trjátegundir nái, með innflutningi og ræktun, varanlegri fótfestu í íslenskri mold, nemi hér land og auki kyn sitt af eigin rammleik. Raunar eru þeir til úr röðum náttúruverndarsinna og náttúrufræðinga sem telja að setja eigi skorður við því að útlendar plöntur taki sér bólfestu utan heimahaganna, og að einkum eigi að stemma stigu við dreifingu þeirra sem líklegar eru til þess að koma ár sinni vel fyrir borð utan náttúrlegra útbreiðslu-svæða. Framandi plöntum er helst fundið það til foráttu og þær „gætu“ valdið vistfræðilegum slysum með yfirgangi gagnvart þeim frumbyggjum sem fyrir eru í flóru landsins. Ýmis ímynduð, mis-langsótt, óæskileg umhverfisáhrif eru einnig kynnt til sögunnar til þess að rökstyðja þá skoðun að gjalda beri varhuga við framandi jurtum. (sjá t.d. 29, 84, 126)

Frá því menn fóru að yfirvega stöðu sína í náttúrunni hafa tvö viðhorf tekist á. Annars vegar

hefur verið litið á manninn sem eðlilegan hluta náttúrunnar vegna tengsla sinna við önnur náttúruþing, afsprengi líf-fræðilegrar þróunar eins og aðrar lífverur. Hins vegar hefur maðurinn verið talinn frábrugðinn öðrum lífverum og því sé ókleift að skilja hann nema sem veru af allt öðrum toga en önnur fyrir-þæri þessa heims.⁷⁸ Síðarnefnda viðhorfið er samofið sjálfa hug-

takinu „náttúruvernd“: að maðurinn og fylgifiskar hans séu „framandi afl“ í náttúrunni sem þurfi að vernda hana gegn. Rökrétt afleiðing síðarnefnda viðhorfsins er að verndun og endurheimt „innlendrar, náttúrlegrar flóru og fínu“ er miðlægt viðfangsefni flestra samtaka, sáttmála og stofnana á sviði náttúruverndar. Ræktun eða slepping mannsins á innfluttum



Ormburkni (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) er útbreiddur um mestallt norðurhvel jarðar og hegðar sér vistfræðilega alls staðar eins. Tegundin verður afar einráð á stórum, samfelldum svæðum þar sem hún festir rætur, myndar breiður, heldur velli öldum saman með efnahernaði gegn keppinautum og breytir jarðvegseiginleikum. Þessi vistfræðilega hegðun er nákvæmlega eins og hjá þeim „framandi innrásartegundum“ sem mest er talað um að ógn stafi af, enda þótt ormburkninn teljist innlend tegund, en ekki innflutt, þar sem hann sýnir fyrirnefnda hegðun.

Mynd: Anna Lena Anderberg („Den virtuella floran“ <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html>)

lífverum teljist með öðrum orðum andhverfa náttúruverndar. Allt frá árinu 1963 hafa bandarískir þjóðgarðar t.d. kappkostað að fylgja þeirri stefnu að endurheimta meintar „upphaflegar“, „ósnotnar“, „náttúrlegar“ aðstæður (þ.e. aðstæður frá því fyrir daga hvíta mannsins í Norður-Ameríku) innan marka þjóðgarðanna, með því m.a. að endurheimta og vernda þær innlendu tegundir sem er að finna innan þjóðgarða. Þessi stefna hefur verið tekin upp hjá þjóðgörðum annarra landa, m.a. héraendis.¹ Í þessu samhengi táknar hið „náttúrlega“ hvaðeina sem ekki er afleiðing aðgerða eða búsetu manna.

Endaskipti á kynþáttahyggju í íslenskri skógrækt?

Þeim rökum er helst beitt gegn aukinni ræktun nýrra skóga á Íslandi að verulegur hluti (70-80%) árlega gróðursettra nýskóga sé af innfluttum tegundum og að gróðursetning framandi trjátegunda gangi í berhögg við sjónarmið náttúruverndar. Í núverandi stefnu og framkvæmd skógræktarmála felist með öðrum orðum „óhófleg notkun innfluttra trjátegunda“ og „öfugur rasismi“, svo notuð séu orð líffræðingsins Snorra Baldurssonar.¹⁰² Aftur á móti álitur Snorri skógrækt geta samrýmst náttúruvernd, ef markmið hennar er að endurheimta upprunaleg gróðurlendi landsins, birki-

skógana. Steinn Kárasen¹⁰⁷ tekur dýpra í árinu í hreinleikasjónarmiðum þegar hann segir að „Náttúruvernd ... er allt annar handleggur en skógrækt og uppgræðsla lands, sem alltof oft er ekkert annað en hrein og klár náttúruspjöll. Það er ljót saga en sönn að nú er svo komið að varla finnst lengur á Íslandi óspjallaður birkiskógur vegna þess að vistkerfi íslensku birkiskóganna hefur verið spilt með innfluttum og framandi plöntum“. Ólafur K. Nielsen líffræðingur orðar sömu hugsun með eftirfarandi hætti um það sem hann nefnir „stórfellda barrskógrækt á grónu landi“: „Innflutningur framandi tegunda stríðir ... gegn öllu sem heitir náttúruvernd. Þessi ræktun mun örugglega hafa veruleg áhrif á lífríkið á þeim svæðum sem lögð verða undir



„Kattarröfa“ (*Lythrum salicaria* L.; d. kattehale, e. purple loosestrife) er evrasísk tegund. Hún hefur verið lengi ræktuð til skrauts í görðum víða um lönd en hefur sáð sér út og breiðst út um flestöll ríki Bandaríkjanna og fylki Kanada, einkum í hálfdæigju og votlendi. Bandaríska ráðgjafarnefndin um ágengar tegundir (National Invasive Species Council) álitur tegundina meðal tíu verstu, ágengu innfluttu tegunda í BNA. Mynd: Eric Coombs, Oregon Department of Agriculture, www.forestryimages.org

¹Sbr. „Eitt af meginmarkmiðum með stofnun þjóðgarða er að tryggja þróun náttúrunnar eftir eigin lögmálum. ... Virðum náttúru landsins og varðveitum sérkenni íslenskrar náttúru. Sáum ekki fræjum framandi plöntutegunda hugsunarlaust. Verndum líffræðilega fjölbreytni Íslands.“ (af vefsíðu Umhverfisstofnunar; <http://www.ust.is/Natturuvernd/Thjodgardar/Skaftafell/Natturufar/>).

skóg og áhrifin eru óafturkræf".⁷⁴ Viðhorf þessara þriggja höfunda eru ótvíræð: að verndun „hreins, ósnortins íslensks lífríkis“ fari ekki saman við ræktun innfluttra trjátegunda. Í raun eru hér á ferðinni „hreinleikasjónarmið“ fremur en sjónarmið náttúru- eða umhverfisverndar.

Meðal helstu röksemda alþjóðlegra náttúruverndarsamtaka fyrir því að sporna gegn notkun innfluttra trjátegunda í skógrækt er sú hættu sem talin er vera á að slíkar tegundir gerist „ágengar“ eða „yfirgangssamar“ (e. *invasive*) og að þær muni fyrr eða síðar taka að eyða eða útrýma innlendum tegundum. Því er haldið fram að dreifing framandi plantna milli landa og heimsálfa hafi stuðlað að, eða muni hafa í för með sér, aukna einsleitni lífríkja, með því að „innrásarherir ágengra plöntutegunda“ ráðist inn í náttúrleg vistkerfi, eyði innlendum tegundum, rýri þar með líffræðilega fjölbreytni og valdi auk þess mannum efnahagslegu tjóni. Því hefur oft verið haldið fram (fyrst af Wilson¹²⁰) að ágengar, framandi lífverur séu „næst-stærsta ógnin“ við líffræðilega fjölbreytni, (sjá t.d. 119) án þess að fyrir því hafi verið færð nánari rök eða gögn.¹⁴ Hugmyndir um að takmarka dreifingu framandi lífvera hafa engu að síður fundið hljómgrunn í alþjóðlegum tilskipunum, samningum og samþykktum,^{47, 48.}¹¹³ sem og í lögjöf og reglugerðum einstakra landa, þ.a.m. Íslands.¹¹

Simberloff og Van Holle⁹⁹ hafa hvatt til þess að varúðarreglu verði beitt ef grunur leikur á um að innflutningur og slepping lífvera leiði til óæskilegra áhrifa á umhverfið. Patten og Ericksson⁷⁶ taka í sama streng og mæla með því að í hverju landi fari fram skráning allra framandi tegunda og að þær verði meðhöndlaðar sem líflegir skaðvaldar uns „sakleysi“ þeirra hafi verið sannað. Dulin forsenda slíkra kenninga um skaðsemi þess að lífverur gerist „nýbúar í vistkerfum“ eru hugmyndir sem eru jafngamlar fræðasviðinu vistfræði: að framandi innrásarlífverur „raski stöðugleika“ náttúrlegra líffélaga; að „innrásir“ lífvera séu ávallt skaðlegar af því að þær „raski jafnvægi“, og því eigi að hema flutning lífvera milli staða, því hann sé óréttlæt看anlegur, skaðlegur, óafturkræfur og ónáttúrlegur.^{13, 108}

En hverjar eru hinar „vísindalegu“ forsendur fyrir tortryggni og andúð gagnvart framandi trjátegundum í okkar skógrækt? Hvaða eðlismunur er á hegðun „framandi“ og „innlendrar“ trjátegundar? Eru ásakanir um yfirvofandi ógn og bölvun af völdum útlendra, ágengra boðflenna raunverulegar og réttmætar? Þegar farið er ofan í saumana á birtum rannsóknnum um umhverfisáhrif framandi plöntutegunda verða rökin fyrir því, að gjalda varhug við öllum framandi tegundum, langt frá því að vera sannfærandi.

Eru gefnar forsendur réttar?

Þau gögn sem liggja fyrir um vistfræðileg áhrif framandi „innrásarplantna“ eru um margt ófullkomin og mótsagnakennd.^{10.}^{40, 93, 108} Niðurstaða þessara höfunda, sem byggist á ítarlegri könnun heimilda, er sú að ekki liggi fyrir sannreyndur vitnisburður, fenginn með viðurkenndum, hlutlægum aðferðum vísinda, um að nokkur lífveru hafi nokkurs staðar verið útrýmt vegna innflutnings og innrásar framandi plöntutegundar. Engu að síður hafa fjölmargar greinar birst í vísindaritum á umliðnum árum þar sem lýst er eða fjallað er um meintan skaða af völdum einstakra tegunda trjáa og annarra plantna. En þær frásagnir eru, að mati fyrrgreindra höfunda, í flestum tilvikum atvikssögulegar og byggðar á getgátum, fremur en viðurkenndri vísindalegri aðferðafræði (skipulegri greiningu og athugunum). Þær vönduðu rannsóknir sem kynntar hafa verið á vistfræðilegum áhrifum margra þeirra „ágengustu“ og illræmdustu plöntutegunda sem helstur styr hefur staðið um í Bandaríkjunum (t.d. *Lythrum salicaria*, *Tamarix* spp., *Eucalyptus* spp., *Pueraria lobata*) benda til að neikvæðar afleiðingar þessara tegunda á innlendar tegundir í lífríkinu hafi verið mjög orðum auknar.^{108, bls. 37-46,}^{og tilvitnanir þar} Margar ásakanir um meinta skaðsemi þeirra hafa ekki reynst á rökum reistar, þegar málin hafa verið könnuð ofan í kjölinn. Í öðrum tilvikum hafa ítarlegri athuganir leitt í ljós að innfluttu plönturnar eru gagnlegar innlendum tegundum

¹¹ Í Lögum um náttúruvernd (nr.44/1999) voru tekin ákvæði um innflutning, ræktun og dreifingu lífvera (41.gr.). Reglugerð um innflutning, ræktun og dreifingu útlendra plöntutegunda nr. 583/2000, sem á sér stoð í þeim lögum, hefur það að markmiði „...að koma í veg fyrir að útlendar plöntutegundir valdi óæskilegum breytingum á líffræðilegri fjölbreytni í íslenskum vistkerfum“. Þar er m.a. að finna eftirfarandi ákvæði: „Öll ræktun útlendra tegunda hér á landi er óheimil á friðlýstum svæðum, á landslagsgerðum er njóta sérstakrar verndar og alls staðar ofan 500 metra hæðar yfir sjó.“



Tamarix ramosissima Ledeb. (e. saltcedar) var upphaflega flutt inn til Bandaríkjanna sem skrautrunni, en hefur síðan sáð sér út við árfarvegi. Mynd: Steve Dewey, Utah State University, www.forestryimages.org

lífvera, þótt öðru hafi áður verið haldið fram. Í enn öðrum tilvikum hefur (að því er virðist vísvitandi) verið einblínt á skaðleg áhrif innfluttrar tegundar í vistkerfi, en horft fram hjá þeim vistfræðilegu áhrifum sem hljóta að teljast jákvæð. Þegar alls er gætt, er óljóst hvort vegi þyngra á metunum, vistfræðilegt gagn eða ógagn af þeim framandi, ágengu tegundum plantna sem versta órðið fer af.

Jafnvægi og einingu raskað?

Þýski dýrafræðingurinn Ernst Haeckel (1834-1919) gaf fræðigreininni vistfræði nafn sitt og telst upphafsmaður hennar.⁴⁶ Í fræðiriti sínu skilgreinir hann vistfræði sem „fræðigrein sem fjallar um samband lífvera við allt umhverfi sitt“, en ætlun hans var að fá lesandann til þess að

skynja lífríkið sem alltumlykjandi, lífrænt hagkerfi þar sem hver lífvera leikur tiltekið hlutverk. Hann hafnaði alfarið skynsemyggju Upplýsingaraldar en aðhylltist þess í stað einhyggju (*Monism*), sem er frumspekileg kenning fremur en vísindakenning.¹³ Einhyggjan gengur út frá því að raunveruleikinn sé ein órjúfanleg heild án nokkurra sjálfstæðra þátta og að allt ráðist af náttúruöflunum.

Haeckel á einnig heiðurinn af ýmsum lífseigum en vafasömum kenningum tengdum líffræðilegri kynþáttahyggju, af sömu rótum runnar og fyrrnefnd einhyggja. Þannig væri mannkynssagan bundin lögmálum náttúrunnar og örlög einstaklinga bundin á klafa stærri hópa, kynþátta eða þjóðarbrotta. Hann lagði mikla áherslu á

að eðlisávisunin og frumstæðar hvatir stýrðu framvindu sögunnar en ekki skynsemi eða meðvitað val. Gasman³² færir fyrir því rök að Haeckel hafi óbeint átt stóran þátt í mótun hugmyndafræði nasismans. „Völkische Bewegung“, hreyfing sem varð til eftir fyrri heimsstyrjöld og sem talin er undanfari nasismans, studdist mjög við kenningar Haeckels og tengdi þær þjóðrembingslegri dulhyggju. Á stefnuskrá hreyfingarinnar var m.a. að losa Þýskaland við allt og alla sem væri „ónáttúrlægt“ og framandi.¹³

Upphaf vistfræðinnar markar samruna tveggja frumspekilegra hugmynda sem báðar hafa reynst lífseigar kennisetningar í náttúruvernd og vistfræði: annars vegar hugmyndarinnar um „jafnvægi í náttúrunni“ og hins vegar um

„einingu (órofa heild) náttúr-unnar“.¹³ Það er hins vegar fátt að finna í niðurstöðum vistfræðirannsókna undanfarna öld sem rennir stöðum undir hinar lífseigu, frumspekilegu hugmyndir Häckels um að náttúrleg, „ósnortin“ lífkerfi séu þétt, samofin, samþróuð kerfi sem leiti samhljóms í fullkomnu jafnvægi.¹⁰⁴ Raunar er ómögulegt að sjá neina augljósa „markáætlun“ í náttúrunni sem gæti bent til þess að náttúran hafi verið skipulögð með þau háleitu markmið að leiðarljósi að stuðla að jafnvægi og stöðugleika.

Þvert á móti ein-kennist náttúran og öll saga hennar fremur af eilífri ringulreið og umröti.

Heildarhugmyndin um stöðugleika og jafnvægi náttúrunnar er „ágætis ljóðlist en fremur klén vísindi“ eins og vistfræðingurinn Sagoff⁹⁰ komst að orði. Vistfræðingurinn Michel Soulé¹⁰⁴ ritar : „Hugmyndin um að tegundir lifi í samþættum samfélögum er ekkert annað en goðsögn Stöðug umbreyting á félagatali svonefndra líffélaga er reglan og hin lifandi náttúra er ekki í neinu jafnvægi, a.m.k. ekki í þeim mæli að það skipti máli fyrir langvarandi viðhald tegunda sem í henni er að finna“.

Hann segir ennfremur: „Vistfræðin hefur fallið á eigin bragði með því að halda of lengi fram þeirri úreltu kennisetningu að náttúrleg líffélög leiti jafnvægis. Nútímaleg vistfræðileg hugsun færir fyrir því rök að samsöfn lífvera hafi aldrei haft í sér ‘eðlislæga hneigð til þess að leita jafnvægis’. Þess vegna munu allar tilraunir til þess að skilgreina og

framkalla upphaflegt, ‘náttúrlegt’ ástand og tegundasamsetningu líffélags eða vistkerfis bera beinin inni í vísindalegu eða rökrænu vöndunarhúsi.“

Hjá því verður vart komist að álykta að hinar lífseigu hugmyndir Häckels dragi dóm af hugmyndum um manngervingu náttúrunnar (e. *anthropomorphism*). Vegna þess að stöðugleiki, fyrirsjáanleiki, velferð, samhljómur og eining eru álitnir æskilegir þættir í mannlegum samfélögum og hagkerfum, hljóti framvindan í náttúrunni (s.s. jarðsagan, þróunarsagan, framvinda vistkerfa) að endurspeglar það ástand sem maðurinn álitur æskilegast í eigin þjóðfélagsskipulagi og sem hann keppist við að ná (þ.e. útópíu: „hinn besta heim allra heima“).

Algengar hugmyndir á okkar dögum, af skyldum toga, eru t.d. trúin á „náttúrlega yfirburði“ innlendra tegunda (sem eigi að hafa „bestu mögulegu aðlögun“); „siðferðislegan fyrsta rétt“ innlendra tegunda (= frumbyggjanna) og „verndun“ eða „endurheimt“ vistkerfa með „upprunalega“ tegundasamsetningu að leiðarljósi.

Þessar hugmyndir eiga rætur sínar að rekja til rómantíska tímabilsins (ca. 1785-1835), innblásnar af einhyggju Häckels og hugmyndum Rousseau um jafnvægi og einingu í náttúrunni, ásamt tilfinningum og trúarlegum kennisetningum sköpunarfræðinnar (e. *creationism*). Ádeilu á rökvillur þessara hugmynda eru gerð ítarleg skil af bandaríska þróunarfræðingnum Stephen Jay Gould.³⁷ „Innlendar tegundir eru þær tegundir sem hafa fyrir tilviljun fundið sér leið á tiltekinn stað (eða þróast þar), ekki endilega bestu mögulegu tegundir fyrir þann stað“. Annað væri í raun andstætt grundvallarlögmáli þróunarlíffræðinnar sem boðar að tilkoma, tilvist og „heimahagar“ líffræðilegra fyrirbæra (lífveru- tegunda, vistkerfa, lífbelta) séu afleiðing jarðsögualegra tilviljana, en að því fari hins vegar fjarri að þessi fyrirbæri hafi verið hönnuð eða þeim stýrt af æðri máttarvöldum, með fullkomna aðlögun að leiðarljósi. Lífverur hafi, með öðrum orðum, ekki endilega tekið sér bólfestu á stöðum þar sem eðliseiginleikar þeirra eða hæfni til aðlögunar fái best notið sín.



Ætíðhönn (*Angelica archangelica* L.) í yfirgefnu túni á Hornströndum. Mynd: Arnlín Óladóttir.



Skógarkerfill (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.) í blóma í Esjuhlíðum Mógilsár sumarið 2004. Kjörlendi skógarkerfils er frjósamt raklendi, sem barna má finna í yfirgefnum túnum eða lúpínubreiðum. Mynd: Aðalsteinn Sigurgeirsson.

Allar niðurstöður rannsókna í nútíma-vistfræði og fornvistfræði benda til þess að núverandi lífkerfi, plöntusamfélög og vistkerfi séu ekkert annað en safnast saman á einn stað, oft hvert úr sinni áttinni, að því er virðist fyrir einskæra tilviljun. Hver tegund dreifist sjálfstætt, en sjaldnast í slagtoxi eða bandalagi við aðrar tegundir (í s.k. „plöntusamfélögum“). Víxlverkanir milli tegunda í vistkerfum verða til og leysast auðveldlega upp við umhverfisbreytingar á borð við loftslagsbreytingar.^{23, 52, 56, 108}

Innrásarlíffræði: fræðigrein eða hjávisindi?

Bandaríski líffræðingurinn David Theodoropoulos gerir harða hríð að því sem hann álfur kreddur, bábiljur og gagnrýnislausar alhæfingar margra vistfræðinga um hættuna af innflutningi framandi tegunda milli landa og heimshluta. Eins og kemur fram í titli bókar hans; „*Invasion Biology; a Critique of a Pseudoscience*“,¹⁰⁸ telur hann fræðasviðið „innrásarlíffræði“ meir í ætt við hjáfræði (gervivísindi) en raunvísindi. Í reynd sé fæst það sem haldið er fram í nafni þessarar vísindagreinar stutt réttmætum máls-

gögnum, þ.e. niðurstöðum hlutlægra, vísindalegra rannsókna. Hann hefur bent á að líffræðileg útlendingafælni (*e. xenobiophobia*), dómsdags-prédikanir og lotningarfull upp-hafning á „innlendum gróðri“ séu undirliggjandi, trúarlegar kennisetningar í röðum þeirra fræðimanna sem teljist til „innrásarlíffræðinga“. Hann færir einnig fyrir því rök að að óeðlileg hagsmunatengsl séu einn hvatinn að þeirri bylgu „líffræðilegrar þjóðrembu og þjóðernishreinsana“ gegn framandi tegundum sem gengið hefur yfir Bandaríkin hin síðari ár. Tilteknir hópar hafi fjárhagslegan ábata eða valda-pólitískan hag af að kynda undir ótta fólks og stjórnvalda við yfirvofandi vá af völdum framandi tegunda. Þessir hópar eru, auk fyrrnefnds hluta fræðasamfélagsins: (a) hinn opinberi eftirlitsiðnaður, (b) efnaiðnaðurinn (a.m.k. sá hluti hans sem framleiðir og markaðssetur örgresisefni) og (c) alþjóðleg umhverfissamtök. Þessir hópar hafi síðan tekið baráttunni gegn framandi lífverum fagnandi sem hverju öðru viðskiptatækifæri, í því augnamiði að maka krókin.

Eins og fyrr var nefnt, er því

gjarnan haldið fram sem lögmáli, að ágengar, innfluttar tegundir sem komast inn í lífkerfi fari smám saman að eyða eða útrýma þeim innlendu tegundunum sem fyrir voru.^(sjá t.d. 99) En – þvert á móti virðist raunin sú að lífkerfi sýna mikla seiglu og innlima auðveldlega nýjar tegundir í raðir sínar án þess að fyrri tegundir heltist úr lestinni, vegna samkeppni við nýbúana.^{10, 93, 115}

Steingervingarannsóknir benda til þess að flutningur lífvera milli lífkerfa auki líffræðilegan fjölbreytileika en rýri hann ekki.¹⁸ Sömu rannsóknir benda til þess að því hraðari sem taktur „líffræðilegra innrásra“ er, þeim mun líffræðilega fjölbreyttari verða þau lífkerfi sem til verða við blöndunina.⁸⁸ Þessari skoðun til stuðnings benda Brown and Sax¹⁰ á dæmi frá allmörgum eyjum í Kyrrahafi, þar sem fjöldi háplöntutegunda hefur ríflega tvöfaldast eftir landnám Evrópu-búa. Á Nýja Sjálandi hefur plöntutegundum fjölgað úr 2000 í 4000; á Hawai-eyjum úr 1300 í 2300 og á Páskaeyju úr 50 í 111. Á sama tíma hefur sárafáum „einlendum“ (*e. endemic*) plöntutegundum verið útrýmt og ekkert bendir til að sú útrýming stafi af samkeppni við innfluttu tegundirnar.

Sem andsvar við þessum staðreyndum segja hreinleikasinnar að aukin líffræðileg fjölbreytni sé ekki markmið náttúruverndar, heldur verndun á þeirri fjölbreytni sem fyrir er á hverjum stað, sama hversu fátækleg hún er. En er það hið eina rétta markmið? Hver ákveður markmið fyrir náttúruna? Getur verið að hér megi greina lífseig áhrif þeirrar sköpunarfræði sem náttúrufræðingar aðhylltust fyrir daga þróunarkenningar Darwins?⁷⁹

Sú kenning boðaði að almáttugt æðra máttarvald hefði fundið hverri tegund heppilegt staðarval við sköpun heimsins (*e. intelligent design*; sjá nánar Gould ³⁷).

Í eðli sínu eru innrásir lífvera inn á nýjar lendur og búsvæði fullkomlega „náttúrleg“ fyrirbæri og fjölmörg dæmi eru til úr jarðsögunni og frá sögulegum tíma um búferlaflutninga tegunda milli landa og heimsálfa sem gerst hafa án milligöngu mannskepunnar. ^{1, 10, 108} Um leið eru þekkt fjölmörg dæmi þess að innlendar jurtategundir gerist „einráðar“ á tilteknum búsvæðum, drottnei þar (a.m.k. tímabundið) og útrými öðrum gróðri. Dæmi um slíka jurt er ormburkninn (*Pteridium aquilinum* (L.) *Kuhn*), sem er útbreiddur um mest allt norðurhvel jarðar (raunar stóran hluta jarðarkringlunnar, þó ekki á Íslandi) og hegðar sér vistfræðilega alls staðar eins. Tegundin verður afar einráð á stórum, samfelldum svæðum þar sem hún festir rætur, myndar breiður, heldur velli öldum saman með efna-hernaði (*e. allelopathy*) gegn keppinautum og breytir jarðvegseiginleikum. ^{36, 50, 86} Þessi vistfræðilega hegðun er nákvæmlega eins og hjá þeim „framandi innrásartegundum“ sem mest er talað um að ógn stafi af, enda þótt ormburkninn teljist innlend tegund, en ekki innflutt, þar sem hann sýnir fyrrnefnda hegðun. Hér á landi þekkjum við ekki ósvipaða hegðun hjá hinni „innlendu“ hvönn (*Angelica arkhangolica*) í yfirgefnum túnum á Hornströndum.⁵

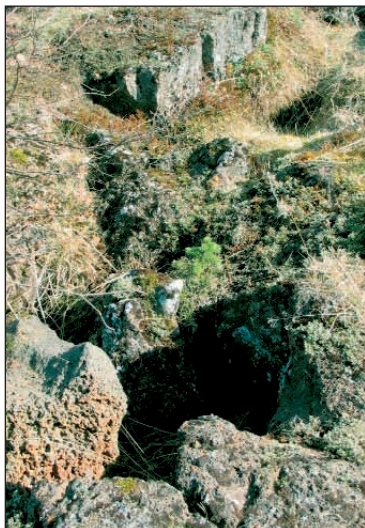
**Að mati Theodoro-
polous¹⁰⁸ er megin-
ástæða þess að
einstakar tegundir
lífvera fjölga sér ört
og nema stórar lendur
á skömmum tíma
(sýna m.ö.o. af sér
„innrásarhneigð“) sú,
að búsvæðum hefur
áður verið raskað,
oftar en ekki af
mannavöldum.**

Meðal röskunar sem hefur í för með sér „innrás lífvera“ má nefna fyrri útrýmingu innlendar lífveru sem áður fyllti sömu lífvist (*e. niche*) og sú innflutta; ^{17, 31, 66, 67, 116} breytingar á vatnsbúskap og efnahringrás, t.d. ofauðgun vatns eða jarðvegs af næringarefnum;^{22, 114, 118, 121} breytingar á tíðni

náttúrlegra sinu-, kjarr- eða skógarelda. ^{15, 27, 101} Nærtækt dæmi af slíku háttalagi hér á landi er alaskalúpínan, sem af sumum er álitin „ágeng“ tegund. Landgræðsla ríkisins ⁵⁴ hefur gefið út leiðbeiningar um notkun hennar, en þar stendur m.a.: „Alaskalúpína er ágeng að eðlisfari og getur náð fótfestu í margs konar gróðurlendi. Eftir að lúpínan hefur numið land getur reynst effitt að hemja útbreiðslu hennar. Fara skal með gát við notkun hennar í nálægð gróins lands, þar sem hún gæti hæglega numið land og orðið ríkjandi.“ Hins vegar bendir ekkert til þess að lúpína nái fótfestu annars staðar en þar sem gróðurhula er rofin eða gisin og þar sem jarðvegur er snauður af nitri, m.ö.o. þar sem umhverfi hefur áður raskast, t.a.m. af athöfnum manna og húsdýra hans. Lúpínan virðist stuðla að fjölbreyttara og framleiðnara vistkerfi en áður var að finna á þeim stöðum þar sem hún hefur numið land og hún býr í hagin fyrir fjölmargar innlendar tegundir lífvera. ^{8, 43}



Sjálfssáð sitkagreni (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) vestan við hinn s.é. „Lýðvældislund“ á Tumastöðum í Fljótshlíð. Mynd: Lárus Heiðarsson.



Sjálfsáð sittkagreni og stafafura í hrauni í Elliðaárdal í Reykjavík. Mynd: Aðalsteinn Sigurgeirsson.

Einangrun Íslands og afleiðingar hennar

Á seinni hluta tertíertímabils jarðsögunnar, fyrir 10-15 milljónum ára, ríkti heittemprað loftslag á Íslandi eins og annars staðar á norðurslóðum. Hér óx fjölbreyttur skógur lauf- og barrviða a.m.k. 50 trjategunda, með tegundasamsetningu áþekka þeirri sem nú er að finna í suðausturhluta Bandaríkjanna eða suðvesturhluta Kína.^{58, 97, 123, 124} Á síðari hluta tertíertímabils (plíósen) tók veðurfar að kólna og fyrir um þremur milljónum ára hófst ísöld (pleistósen). Á ísöld skiptust á jökulskeið og hlýskeið. Á kuldaskaiðunum dóu út flestar þær tegundir sem hér höfðu fram að því tekið sér bólfestu og átt hér athvarf. Breyting þessi á tegundasamsetningu gefur ekki aðeins til kynna stigmagnaða kólnun við lok tertíer og á ísöld, heldur einnig að lokast höfðu möguleikar trjategunda til þess að nema land á nýjan leik á hlýskeiðum, sökum þess að landbrú Íslands við meginlönd

Evrópu og Norður-Ameríku hafði eyðst við lok míósens.^{69, 89} Ekki eru menn á einu máli um hvort öll flóra Íslands hafi þurrkast út á seinasta skeiði ísaldar (aldauðakenningin), eða hvort einhver hluti hennar hafi hjarað á jökulskerjum og öðrum íslausum svæðum (vetursetukenningin).^{1, 11.} ⁴¹ Í flóru landsins eru umfram allt svalviðristegundir (*e subarctic*) auk nokkurra hitakærari, sem flestar hafa mjög takmarkaða útbreiðslu og hafa vafalítið borist til landsins eftir ísaldarlök.

Af framansögðu má ljóst vera að kuldaskaið ísaldar síðustu þrjár milljónir ára hafa höggvið stór skörð og skilið eftir margar eyður í „mögulegri“ fjölbreytni íslensks gróðurríkis.^{59, 123} Hafa djúpir Íslands álar hindrað náttúrlega búferlaflutninga margra plöntutegunda frá Evrópu og Norður-Ameríku til Íslands frá því að ísöld lauk og fram á þennan dag. Landfræðileg einangrun er álitin orsök þess að íslenska flóran er mun snauðari af tegundum en flóra landa sem búa við áþekkt loftslag.^{64, 89, 106}

Dæmi um afleiðingu landfræðilegrar einangrunar Íslands er sú staðreynd að hér vaxa fáar tegundir belgjurta og annarra plantna, sem sem bundið geta nitur úr lofti með hjálp sambylísörvera.⁷ Aðeins átta tegundir belgjurta hafa viðurkenndan þegnrétt í íslensku flórunni,⁴⁵ en til samanburðar vaxa um 100 belgjurtagrundir í Noregi.⁶⁰ Íslenskar tegundir belgjurta eru lítt útbreiddar, sem gæti stafað af takmarkaðri, náttúrulegri dreifingarhæfni þeirra eða af því að þær hafi ekki borist til landsins fyrr en eftir landnám.⁵¹ Niturbindandi trjá- og runnategundir, s.s. elritegundir (*Alnus*), hafa ekki

vaxið hér síðan á síðasta hlýskeiði ísaldar.⁹⁸ Á Norður-löndunum er talið að núverandi niturbúskapur þurrlendisvistkerfa njóti þess enn að hafþyrnir (*Hippophæ rhamnoides* L.), sem er niturbindandi runni, lagði undir sig mestallt þurrlendið við lok ísaldar en hopaði síðan fyrir öðrum gróðri.⁹¹ Niturbindandi jurtir hljóta að gegna lykilhlutverki við uppgræðslu örfoka lands og til að auðga jarðveg á rýru landi. Almennt er íslenskur jarðvegur snauður af nitri og fosfór í aðgengilegu formi,⁷² og skortur á þessum næringarefnum í jarðvegi kemur í veg fyrir myndun sterkrar og samfelldrar gróðurhulu sem staðist getur rof.⁷³ Vel má vera að ein helsta ástæðan fyrir þeim hnekki sem íslensk þurrlendisvistkerfi biðu af búsetunni hafi einmitt verið sú að í flóruna vantaði lykiltegundir sem gera vistkerfi starfhæf, tegundir á borð við niturbindandi tré og jurtir. Slíkar tegundir hefðu getað styrkt gróðurhuluna og aukið með því þanþol þurrlendisvistkerfa gagnvart „innrás“ mannsins og húsdýra hans inn í vistkerfi landsins.

Önnur afleiðing landfræðilegrar einangrunar er sú að í flóruna skortir hraðvaxnar, hávaxnar trjategundir, sem t.d. gera mögulega nýtingu lands til gagnviðarframleiðslu og sem einkenna það loftslagsbelti jarðar sem láglendi Íslands er náttúrulegur hluti af; barrskógabeltið. Þótt allt láglendi Íslands teljist til barrskógabeltis hvað loftslag snertir,^{106, 111} vantar í flóru landsins allar þær ættkvíslir trjáa sem einkenna þetta gróðurbelti jarðar, utan birki (*Betula*), víði (*Salix*) og eini (*Juniperus*). Vistfræðilegir kostir landsins eru því ekki fullnýttir af þeim trjategundum sem hér eru

til staðar frá náttúrunnar hendi. Þetta sést best af því að vöxtur getur verið allt að 10 sinnum meiri hjá innfluttum barrtrjátegundum^{2, 39, 95, 96} en íslensku birki í Vaglaskógi,¹⁰³ þar sem birki-skógur er þó hvað vöxtulegastur á Íslandi.

Lífriki og landgæði hafa skaddast meira hérlandis af búsetu manna en í flestum, ef ekki öllum, löndum á norðlægum slóðum.^{73, 100 og heimildir þar} Afleiðing þessara skemmda (eyðing skóga, hnignun annars gróðurs, jarðvegsrof), í samspili við stuttan vaxtartíma og lágan sumarhita, veldur margs konar erfiðleikum við að koma á fót starfhæfum skógarvistkerfum í nöguðu, nöktu, næringarsnauðu og tötrum klæddu landi. Ósjálfbær nýting viðkvæmra, tegundafábreyttra vistkerfa í ellefu aldir hefur leitt til þess að landið er að miklu leyti auðn sem ekki er í neinu samræmi við gróðurfarskilyrði. Líffræðileg fábreytni vegna einangrunar er talin ein helsta ástæðan fyrir því að vistkerfi landsins reyndust jafn viðkvæm fyrir búsetunni og rányrkju beitabúskapar eftir landnám, einfaldlega vegna þess hve fáar tegundir lífvera voru burðarásar íslenskra þurrlendisvistkerfa.²⁶

Rök með innflutningi erfðaefnis til skógræktar og landbóta
Aukin líffræðileg fjölbreytni eykur þanþol lífkerfa
Með því að nýta erfðaaðlindir annarra landa til skógræktar og landbóta, er þess að vænta að Íslendingar geti bætt hag núlifandi og komandi kynslóða og eflt lífríki landsins, án þess að öðrum verðmætum verði fórnað. Reynslan sýnir að innfluttar tegundir bjóða upp á möguleika sem ekki er að finna í „uppruna-

legri flóru“ Íslands. Alaskalúpína getur náð fótfestu og þroska á melum, söndum, áraurum og öðru vangrónu, næringarsnauðu landi, skjótar en nokkur innlend tegund.⁸ Með því stöðvar hún hraðfara jarðvegsrof sem hvarvetna á sér stað á ógrónu og vangrónu landi.⁷³ Sömu sögu er að segja af niturbindandi trjám og runnum, s.s. elritegundum.¹²⁵ Rússalerki, sitkagreni og alaska-ösp, ásamt fleiri hávöxnum, hraðvöxnum trjátegundum, verða undirstaða timburiðnaðar eftir fáa áratugi, bæta vatnsbúskap og nærveður og eru skilvirk mót-vægisáðgerð gegn uppsöfnun gróðurhúsalofttegunda í andrúmslofti.⁹⁴ Sumar þessara tegunda geta jafnvel vaxið vel og örugglega við aðstæður sem eru íslenska birkinu ofviða.

Það er því ljóst að innfluttar tegundir eru og verða snar þáttur í því að stemma stigu við gróðureyðingu, jarðvegsrofi, gróðurhúsaáhrifum og geta aukið framleiðslugetu lands á sjálfbæran hátt.

Með því batna líkur á að þjóðinni geti liðið hér vel, í sátt við land og umhverfi, á tímum þegar vistkreppa steðjar að ört fjölgandi mannkyni.

Viðbrögð við hlýnandi loftslagi
Innflutningur plöntutegunda til Íslands gæti reynst raunhæf leið

til þess að viðhalda og efla heilbrigði og þanþol íslenskra vistkerfa, ef spár um hlýnun loftslags vegna gróðurhúsaáhrifa rætast. Hafa ber í huga að áætluð hlýnun andrúmslofts, einkum á norðlægum breiddargráðum, gæti orðið allt að 10-100 sinnum örrari en sú hlýnun sem varð, vegna náttúrlegra loftslags-sveiflna, við upphaf þess hlýskeiðs ísaldar sem við nú lifum á.^{3, 33, 35, 44, 83} Þær breytingar sem spáð er að verði á loftslagi og veðurfari á norðurslóðum eru meiri en gerst hafa a.m.k. á síðustu 110 þúsund árum,³ og e.t.v. á síðastliðnum 40 milljónum ára.⁴⁹ Sá möguleiki er því fyrir hendi að stór hluti af núverandi flóru Íslands fái ekki brugðist nægilega skjótt við svo örum umhverfisbreytingum, heldur dagi uppi sem nátttröll, nema á hæstu fjöllum. Bent hefur verið á hættuna á því að eyðimerkurmyndun færist enn frekar í aukana á Íslandi við hlýnun loftslags, því hlýnun gæti leitt til þess að stór landsvæði þorni upp.¹² Skýrsluhöfundar norðurskautsráðsins telja að veruleg hætta vofi yfir birkiskógum á norðurslóðum, vegna bættar afkomumöguleika haustfeta (*Operophtera brumata*) í hlýrri vetrum.³

Hvaða trjátegundir eiga að fylla tómarúmið, fari svo að fyrrnefndar „dómsdagsspár“ rætist? Slíki spurningu er vandsvarað á tímum ófyrirsjáanlegra, hnatt-rænna loftslagsbreytinga. Þótt áætlað sé, að meðalhiti um miðja þessa öld verði 2,5°C hærri en hann er nú, ríkir mikil óvissa um það hvernig breytingar í hitafari og úrkomu munu koma fram á einstökum svæðum landsins.⁴ Engu að síður er ljóst að verði líffræðilegri fjölbreytni haldið í hámarki (sem þýðir aukin

á Íslandi) dregur úr hættu á hruni vistkerfa við breyttar aðstæður. Efla mátti líffræðilega fjölbreytni með því að fjölga tegundum, viðhalda sem mestum erfða-breytileika innan tegunda, og skapa nýjar og fjölbreyttar gerðir gróðurvistkerfa, sem tekið gætu við hlutverki hinna fyrri í nýjum og breyttum heimi.^{9, 56, 57}

Verndun líffræðilegrar fjölbreytni með innflutningi

Í jarðsögunni hefur náttúrleg dreifing lífvera milli fjarlægra landsvæða verið algeng, náð um langan veg og forðað mörgum lífverutegundum frá útrýmingu á tímum loftslagsbreytinga.^{1, 6, 16, 20, 21, 23, 28, 30, 34, 68, 71, 77, 79, 110}

Dreifing lífvera er eitt frumskilyrði fyrir varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni og einn helsti drifkraftur þróunar. Vermeij¹¹⁷ bendir t.a.m. á að „líffræðilegar innrásir“ (innrásir utanaðkomandi tegunda) kunni að hafa skipt sköpum við örvun þróunar (*e. stimulating evolution*).

Ör, hnattræn hlýnun loftslags gæti leitt til þess að víðlend svæði verði innan fárra áratuga óbyggileg þeim tegundum sem þar búa nú.^{1, 38, 53, 65, 70} Helst er álitíð líklegt að loftslagsbreytingar leiki grátt trjátegundir, eða kvæmi þeirra, sem vaxa á láglendi eða á suðlægum slóðum, þar sem úrkoma takmarkar vöxt trjáanna. Í Evrópu á þetta við um svæði innan tempraða laufskóga-beltisins í Mið-Evrópu og við Miðjarðarhaf. Þar má gera ráð fyrir aukinni uppgufun og útgufun vegna herra hitastigs sem leiða muni til útrýmingar tegunda, nema markvissar aðgerðir verði hafnar þeim til bjargar.¹⁰⁹ Að sama skapi má gera ráð fyrir að trjátegundir færi út kvíarnar við norðurmörk útbreiðslusvæða sinna, eða taki að vaxa hærra til fjalla en áður.

Röskun og eyðing búsvæða margra tegunda í náttúrlegum heimkynnum, sem er líkleg

afleiðing gróðurhúsaáhrifa, gæti leitt til að eina bjargráð þessara tegunda verði að „þeim verði veitt hæli“ á nýjum búsvæðum svalari landa. Ef ekki verður fljótlega gripið til aðgerða sem miða að varðveislu tegunda utan náttúrlegra heimkynna (*ex situ conservation*) eða aðgerða til þess að sporna við gróðurhúsa-áhrifum, blasir útrýming við fjölmörgum tegundum plantna á næstu tveim öldum.^{44, 87, 108, 109} Því má líta á innflutning og markvissa ræktun plöntutegundar sem aðgerð til þess að opna fyrir henni ný búsvæði, í því augnamiði að tryggja varðveislu hennar. Innflutningur til Íslands gæti bjargað sumum tegundum frá útrýmingu, og Ísland þannig fengið það alþjóðlega hlutverk að vera varðveislusvæði líffræðilegs fjölbreytileika.

Tamdar og ótamdar tegundir í ræktun

Nytjajurtir í landbúnaði, s.s. kartöflur, hveiti eða bygg, eru erfðafræðilega „tamdar“ lífverur, sem mótað hafa af meðvituðu og ómeðvituðu úrvali mannsins frá því að ræktunarmenning hófst. Þær eiga sér sjaldnast tilvistar-grundvöll utan kartöflugarða, kornakra og annarra þeirra staða, þar sem þær njóta verndar, vökvunar, áburðargjafar eða annarrar umönnunar mannsins. Flestar tegundir jurta, trjáa og runna sem á annað borð nýttast til skógræktar og landbóta eru hins vegar „villtar“ lífverur, þ.e. erfðaeiginleikar þeirra eru ómótadír og óbeislaðir af ræktun, úrvali og kynbótum manna. Orku þeirra hefur ekki verið beint í þann farveg að framleiða tiltekna afurð (svo sem stóra ávexti), sem aftur heftir aðlögunarmöguleika þeirra úti á mörkinni. Þær hafa því margar hverjar alla burði til



Sjálfsáð stafafura (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud var. *contorta*) á bökkum Þjórsár við Skarfaness í Landsveit. Þarna hefur stafafura sáð sér út um stórt svæði, í lítt gróinn foksand, vaxinn að hluta melgresi. Mynd: Aðalsteinn Sigurgeirsson.

að spjara sig upp á eigin spýtur, nýta lífvist sem þær eru að-lagaðar og fjölga sér þar með sjálfsáningu. Því má segja að eiginleikar þeir, sem mest er kvartað yfir í fari „ágengrar“ tegundar, séu einmitt sömu eiginleikar og einkenna „ótamda“ tegund. Slíkir eiginleikar teljast kostir hjá tegundum til skóg-ræktar og landbóta á næringar-snaudu og gróðurvana landi af því tagi sem einkennir stóran hluta Íslands í dag.^{sbr. 63}

Þegar lífveru með eiginleika dug-mikils landnema er boðin vist (*niche*) í nýjum heimkynnum sem henta henni og sem eru ónotuð eða vannýtt af öðrum lífverum, bregst hún við á þann hátt sem henni er eiginlegt: hún notar tækifærið. Dæmi um slíka hegðun er að finna hjá stafafuru (*Pinus contorta* var. *contorta*). Í heimkynnum sínum í Norður-Ameríku er hún nægjusamur frumherji, sem getur vaxið frá sjávarmáli allt upp í 3900 m h.y.s., við margs konar jarðvegs-skilyrði.¹⁹ Hún fer snemma að vaxa og ber urmul fræja sem hafa mikinn dreifingarmátt. Hún á því auðvelt með að sá sér út og komast á legg þar sem gróður-hulan er lítil eða rofin.²⁴ Á Nýja-Sjálandi hefur stafafura reynst aðsópsmikill, ágengur frumherji ofan skógarmarka innlendra trjátegunda, jafnvel svo að hún hefur spillt æfingasvæði nýsjálenska hersins.⁸¹ Í ljósi sjálfsáningar sem víða má sjá umhverfis gróðursetta reiti stafafuru hérlandis, má gera því skóna að í framtíðinni muni æfingamöguleikar herja einnig spillast hérlandis.

Hvar mættu innfluttar tegundir eignast griðland?

Því hefur öðru hvoru verið haldið fram í ræðu og riti undanfarinn áratug, að skógrækt með ýmsum innfluttum trjátegundum gangi gegn þeim þjóðréttarlegu skuld-bindingum sem Ísland hefur undirgengist með aðild að sátt-málanum um varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni (*e. Convention on Biological Diversity*; Rio de Janeiro 1992). Í hinum langa og ítarlega Rio-samningi sem Alþingi sam-þykkti árið 1994, er vikið að innflutningi tegunda á einum stað: í grein 8, lið h. Þar stendur, í íslenskri þýðingu^{III}: [Hver samningsaðili skal eftir því sem hægt er og viðeigandi...] „koma í veg fyrir að fluttar séu inn erlendar tegundir sem ógna vistkerfum, búsvæðum eða tegundum, að öðrum kosti að stjórna þeim eða uppræta þær“.

Því miður vantar enn skýra, hlutlæga og nothæfa skilgreiningu á „erlendri tegund sem ógnar vistkerfum, búsvæðum og tegundum“

(þ.e. „ágengri, framandi tegund“) eða hvernig aðgreina skuli slíkar tegundir, sem taldar geta verið „ógn“, frá meinlausu innfluttu tegundunum.

Alþjóðanáttúruverndarsamtökin (IUCN) hafa lagt fram eftirfarandi skilgreiningu á því hvað átt sé við með hugtakinu „ágeng framandi tegund“: „framandi tegund sem nær

fótfestu í náttúrlegum eða hálf-náttúrlegum vistkerfum eða búsvæðum, veldur þar breytingum og ógnar innlendum líffræðilegum fjölbreytileika“.⁴⁸ Sömu samtök höfðu áður gert grein fyrir afstöðu sinni til innflutnings tegunda.⁴⁷ Þar er kveðið skýrt að orði um það að ekki beri að leyfa innflutning tegunda inn í „náttúrleg búsvæði“ (*e. natural habitats*). Samtökin sætta sig við notkun innfluttra tegunda á svæðum sem teljast „hálf-náttúrleg“ (*e. semi-natural*), ef ríkar ástæður eru fyrir því. Á hinn bóginn er afstaða IUCN frjálsslynd hvað snertir „manngerð búsvæði“. Helst er lýst áhyggjum yfir notkun innfluttra tegunda innan manngerðra búsvæða ef hætta er á að þau ógni nærliggjandi „náttúrlegum“ eða „hálf-náttúrlegum“ búsvæðum.

Afstaða þessara samtaka (sem m.a. umhverfisráðuneyti Íslands og Landvernd hafa gerst aðilar að) til innflutnings jurta eða trjáa til skógræktar og landbóta á Íslandi hlýtur að mótast af því hvaða hlutar Íslands teljast náttúrleg, hálf-náttúrleg eða manngerð búsvæði. Víst er að IUCN myndi seint fallast á rökin fyrir því að umbreyta birkiskógum eða óröskuðu votlendi í skóglendi framandi trjátegunda. Á hinn bóginn er fullvíst að stærstur hluti yfirborðs Íslands telst vera land sem orðið hefur fyrir alvarlegri röskun og hnignun af völdum búsetu og mannlegra athafna (=mannert umhverfi) á undangengnum ellefu öldum. Frá því land byggðist hefur landið tapað a.m.k. helmingi gróins lands og 95% skóglendis.¹¹² Á 62,5% af flatarmáli landsins á sér stað „nokkur“, „umtalsverð“,

^{III}Samningurinn um líffræðilega fjölbreytni (Stj.tíð.C 3/1995).

„alvarleg“ eða „mjög alvarleg“ jarðvegseyðing.⁷³ Aðeins á fjórum hundraðshlutum landsins er engin jarðvegseyðing. Í samhengi við skilgreiningar IUCN, má álykta að engin fyrirstaða sé að umbreyta manngerðum vistkerfum á stærstum hluta landsins í skóga innfluttra tegunda, þótt núverandi stefna stjórnvalda sé einungis að skógvæða 1% landsins á næstu 40 árum.

Innfluttir váboðar og óeining í fjölmenningsarsamfélagi

Helsta ástæðan fyrir því að sumu fólki hér á landi eða annars staðar á Vesturlöndum stendur stuggur af innfluttum tegundum eru sögur sem borist hafa frá öðrum löndum af skaðlegum áhrifum ágengra, innfluttra tegunda á lífríkið. Slík dæmi eru einkum fengin frá eyjum í Kyrrahafi þar sem lífríkið hefur þróast um milljónir ára í einangrun, án röskunar af völdum ísmassa og þar sem innlendu tegundirnar hafa ekki þolað afrán

eða samkeppni frá innfluttum tegundum á borð við rottur eða geitur. Ekki er verjandi að yfirfæra slíkar reynslusögur á Ísland, þar sem allar tegundir í flóru landsins eru útbreiddar og algengar í öðrum löndum við norðanvert Atlantshaf og engin tegund „einlend“ á Íslandi. Helstu rök fyrir því að óttast innrásir framandi plantna og halda á lofti „þjóðernissinnaðri grasafæði“ sem stefnu í landnýtingarmálum virðast byggjast á rangtúlkunum og röngum forsendum. Því er ekki óeðlilegt þótt spurt sé hvort yfirleitt sé nokkur ástæða til þess að óttast að innfluttar tegundir trjáa eða annarra jurta skaði lífríki Íslands? Þegar tillit er tekið til þess að flóra Íslands er fátæk af tegundum vegna einangrunar landsins, vantar sennilega mikið upp á að vistkerfi landsins séu fyllilega starfhæf, miðað við núverandi eða hlýnandi loftslag. Af þeim sökum ættu nýbúar að vera velkomin viðbót í flóru landsins.

Til staðar er umtalsverð vísindaleg þekking sem bendir ekki aðeins til þess að ávinningur af innfluttum plöntum geti verið efnahagslegur, heldur einnig vistfræðilegur.^{62, 82, 108} Dæmi um neikvæð áhrif innfluttra plantna tengjast flest fjárhagslegum skaða, vegna kostnaðar við illgresiseyðingu í akuryrkju.^{25, 85} Flestar innfluttar tegundir hafa unnið sér þegnurétt í nýjum heimkynnum án þess að hafa skapað vistfræðileg vandamál og ekki er vitað um dæmi þess að nokkurri plöntutegund hafi verið útrýmt vegna samkeppni við innflutta, framandi tegund.^{10, 42, 108} Innfluttar plöntutegundir hafa einkum reynst affarasælar (eða „frekar, aðsópsmiklar eða ágengar“, eftir því frá hvaða sjónarhóli á það er litið) í umhverfi sem er raskað af mannavöldum, þar sem þær gegna þó fjölþættu hlutverki, m.a. því að græða land, byggja upp frjósemi jarðvegs, búa í haginn fyrir innlendar tegundir, eða framleiða gagnvið og aðrar endurnýjanlegar auðlindir sem gagnast mannum.^{61, 108}

Þegar öllu er á botninn hvolft er afstaðan til framandi jurta í íslensku lífríki bundin tilfinningalegri afstöðu sem háð er straumum, stefnum og tísku, líkt og afstaðan til pólitískra stefnumála yfirleitt. Í bókinni „Í skjóli heimspækkinnar“⁷⁸ ritar Páll Skúlason grein sem nefnist „Siðfræði og skógrækt“. Í þeirri grein (bls. 26) vísar Páll að því hvernig menn geta deilt um mismunandi útleggingu á skógræktarhugsjóninni og hvernig við eigum að rækja skyldur okkar við hana. Þar segir:

„Einhver kann að líta svo á að skógræktin eigi fyrst og fremst að vera land- og gróðurvernd. Annar vill að skógræktin verði hugsuð til nytja fyrir



Sjálfsáð stafafura í uppgæddu rofabarði við Sólbrekkur á Reykjanesskaga. Mynd: Aðalsteinn Sigurgeirsson.

komandi kynslóðir. Hinn þriðji sér skógræktina sem fegrin landsins til útivistar og ánægju fyrir landsmenn. Og fulltrúar þessara mismunandi sjónarmiða geta síðan deilt um það hvert þeirra á að sitja í fyrirrúmi, hvernig eigi að forgangsraða verkefnum og þar fram eftir götunum. Ef við ætlum okkur að sinna skógræktarhugsjóninni af alvöru og heilindum komumst við ekki hjá því að útleggja hana og verja andspænis öðrum hugsjónum sem samræmast henni illa eða alls ekki. Og jafnframt er óumflýjanlegt að láta hin mismunandi sjónarmið til skógræktar takast á.“

Því er við greiningu Páls að bæta, að af tilfinningalegum, fagurfræðilegum, sögulegum eða menningarlegum ástæðum hrýs mörgum Íslendingi hugur við „ameríkaníseringu“ íslenskrar menningar.^{síð 109} Af sömu eða skyldum ástæðum vilja sumir einnig fyrirbyggja „Alaska-væðingu“ íslenskra skóglenda eða íslensks lífríkis yfirleitt. Þrátt fyrir að búsetan hafi eytt skógi, gróðri og jarðvegi á stærstum hluta landsins hafa margir þá sýn á Ísland að hér sé að finna hreint, ósnortið og óspillt land sem verði að „vernda gegn erlendum áhrifum“, með líkum hætti og íslenska tungu. Þegar meta á hvort lífríki, fegurð eða ásýnd Íslands muni breytast til hins betra eða verra með tilkomu framandi trjategunda, hljóta (sbr. það sem fram hefur komið hér á undan) tilfinningalegu, fagurfræðilegu og sögulegu rökin að vega þyngra en hin vistræðilegu. Ákvarðanir um opnun eða lokun landamæra gagnvart framandi tegundum og framandi menningu verða seint teknar á grundvelli vísindalegra raka, enda kalla þess háttar ákvarðanir fremur eftir siðferðilegu gildismati en vistræðilegri þekkingu.

Notkun innfluttra plöntutegunda í landgræðslu og skógrækt veldur úlfúð, og klýfur upp í andstæðar fylkingar þann stóra hóp fólks sem lætur sér annt um lífríki landsins og umhverfi. Gagnkvæmt vantraust og spennan hefur myndast á undanfórnum árum milli skógræktarfólks annars vegar og náttúruverndarsinna hins vegar, og þessar hugmyndafræðilegu andstæður snúast fyrst og fremst um afstöðuna til innfluttra tegunda. Báða flokkana skipar hugsjónafolk sem vill verja landið og jörðina gegn frekari hnignun lífríkis. Það sem skilur sundur með hópunum er í grunninn afstaða til kosta og ókosta hnattvæðingar. Fyrri hópurinn vill opna landamærin fyrir innflutningi trjategunda en síðari hópurinn vill að hér fái einungis „íslenskar tegundir“ landvistarleyfi. Í þessu má skynja ýmsar áhugaverðar hliðstæður við pólitískar deilur hérlandis og á öðrum velmegandi Vesturlöndum um afstöðuna til innflutnings fólks af öðru þjóðerni.^{80, 90}

Fleiri stjórn málalegar hliðstæður má greina í deilum um skógrækt og innfluttar trjategundir undanfarinna missera og afstöðu manna til frjálsra milliríkjaviðskipta á síðustu öld. Fram eftir 20. öldinni var einróma, þverpólitískur stuðningur hér á landi og víðar um heiminn við haftabúskap og verndun innlendra atvinnuvega gagnvart erlendri samkeppni. Í skjóli þessarar stefnu urðu til atvinnugreinar sem ekki gátu keppt á heimsmarkaði og fengu aðeins þrífist í skjóli verndarmúra. Talið er að þessi stefna hafi mjög dregið úr vexti hagkerfis þjóðríkjanna þegar til lengdar lét.

Spyrja má í þessu samhengi hvort verndarmúrar og höft gagnvart innfluttum trjategundum gætu ekki leitt til hliðstæðra langtímaáhrifa á vistkerfi Íslands og haftabúskapurinn leiddi yfir hagkerfið um miðbik 20. aldar, þ.e. stöðnun, fátækt og óarðbærni. Lendi íslenskt samfélag í öngstræti nýrrar, „grasafræðilegrar“ þjóðrembu er eftirfarandi spurning áleitin: Er réttlæt看anlegt að loka landinu fyrir nýjum tegundum sem styrkt gætu íslensk gróðurlendi, gert landið byggilegra og betur í stakk búið að standast ytri áföll, og jafnframt gert landnýtingu hér á landi sjálfbærari? Svar mitt er: Ekki frekar en að réttlæta megi einangrun landsins gagnvart erlendum menningaráhrifum, erlendu fjármagni eða búferlaflutningum fólks af erlendum uppruna, sem allt gæti styrkt stoðir samfélags, menningar og hagkerfis með nýjum hæfileikum og aukinni fjölbreytni. Þetta kallar á svar við skyldri spurningu: Ef friðsamleg sambúð fólks í fjölmenningsamfélagi er álitin gott og æskilegt markmið meðal manna, hvaða rök hníga að því að sama gildi ekki um sambúð innfluttra trjategunda og innlands gróðurs?

Þakkarorð

Jóhanni Pálssyni, Sigvalda Ásgeirssyni, Presti Eysteinsyni og Sveini Runólfssyni vil ég þakka fyrir vandaðan yfirlestur og frjóar umræður um þau málefni sem hér hafa verið reifuð.

Heimildir

1. Abbott, R.J. and Brochmann, C. 2003. History and evolution of the arctic flora: in the footsteps of Eric Hultén. *Molecular Ecology* **12**: 299-313.
2. Aðalsteinn Sigurgeirsson. 1988. Stafafura á Íslandi. Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1988: 3-36.
3. ACIA. 2004. Impacts of a Warming Climate: Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press.
4. Aðalsteinn Sigurgeirsson og Ólafur Eggertsson. 2004. Áhrif hitabreytinga á skógrækt. Fræðaðing landbúnaðarins 2004, bls. 39-45.
5. Arnlín Óladóttir. 2002. Hornstrandir Nature Reserve. Samantekt í: Proc. Conf. "Nature and People - conservation and management in the mountains of northern Europe", Pitlochry, Scotland, 6.-9. nóv. 2002 (<http://www.nave.is/pandr.pdf>).
6. Axelrod, D. I. 1959. Geological history. Í: P. A. Munz, ritstj. *A California flora*. University of California Press, Berkeley, California, bls. 5-9.
7. Berglind Orradóttir og Áslaug Helgadóttir. 1997. Söfnun íslenskra belgjurta (Collection of Icelandic legumes). Búvísindi **11**: 9-27.
8. Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon og Bjarni D. Sigurðsson. 2004. Áhrif alaskalúpínu á gróðurfar. Náttúrufræðingurinn **71**: 98-111.
9. Bradshaw, R.H.W. 1995. the origins and dynamics of native forest ecosystems: background to the use of exotic species in forestry. Búvísindi **9**: 7-15.
10. Brown, J.F. and D.F. Sax. 2004. An Essay on Some Topics Concerning Invasive Species. *Austral Ecology* **29**: 530-536.
11. Buckland, P. and Dugmore, A. 1991. 'If this is a refugium, why are my feet so bloody cold?' The origins of the Icelandic biota in the light of recent research. *Environmental change in Iceland: past and present* (ed. By J.K. Maizels and C. Caseldine), pp. 107-126. Kluwer, Dordrecht.
12. Callaghan, T.V. 2004. „Hlýnun loftslags á norðurheimskautssvæðunum“. Viðtal Mbl. Við Terry V. Callaghan, forstjóra rannsóknastöðvarinnar í Abisko, 12. nóv. 2004.
13. Chase, A. 2001. In a Dark Wood: The Fight over Forests and the Myths of Nature. (2nd ed.). Somerset, NJ: Transaction.
14. Chew, M.K. 2002. The Invasion of the Second Greatest Threat. Í: Abstracts of Papers Presented at "Crossing Borders", 7.-10. nóv. 2002, Milwaukee. 2002 HSS Annual Meeting.
15. Christensen, P.E. and Burrows, N.D. 1986. Fire: An old tool with a new use. Í: R.H. Groves and J.J. Burdon, ritstj. *Ecology of biological invasions*. Cambridge University Press, Cambridge, bls. 97-105.
16. Clark, J. S., J. Merkt, and H. Mueller. 1989. Post-glacial fire, vegetation, and human history on the northern alpine forelands, south-western Germany (West Germany). *Journal of Ecology* **77**: 897-925.
17. Collins, J.J. 1988. Changes in the North Channel (Canada) fish community, with emphasis on pink salmon (*Oncorhynchus garbuscha* Walbaum). *Hydrobiologia* **163**: 195-214.
18. Cornell, H.V., and J.H. Lawton. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: A theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* **61**: 1-12.
19. Critchfield, W.B. 1980. Genetics of lodgepole pine. USDA Forest Service Res. Pap. WO-37, 57 bls.
20. Darlington, P. J., Jr. 1957. Zoogeography: The geographical distribution of animals. Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York.
21. Darwin, C. 1948. The origin of species and The descent of man. The Modern Library, New York.
22. David, P.G. 1999. Response of exotics to restored hydroperiod at Dupuis Reserve, Florida. *Restoration Ecology* **7**: 407-410.
23. Davis, M. B. 1983. Quaternary history of deciduous forests of eastern North America and Europe. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **70**: 550-563.
24. Despain, D.G. 2001. Dispersal ecology of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) in its native environment as related to Swedish forestry. *Forest Ecology and Management* **141**: 59-68.
25. Drake, J.A.; Mooney, H.A., di Castri, F.; Groves, R.H., Kruger, F.J., Rejmánek, M. and Williamson, M. (ritstj.) 1989. Biological Invasions - A Global Perspective. John Wiley & Sons, New York. 525 bls.
26. Dugmore, A.J., Church, M.J., Buckland, P.C., Edwards, K.J., Lawson, I., McGovern, T.H., Panagiotakopulu, E., Simpson, I.A., Skidmore, P., Sveinbjarnardóttir, G. 2005. The Norse landnam on the North Atlantic islands: an environmental impact assessment. *Polar Rec.* **41**: 21-37.
27. Edelbrock, J. 1991. Public and private groups work to restore the black oak woodlands of Yosemite Valley (California). *Restoration and Management Notes* **9**: 39-40.
28. Elias, S. A. 1994. Quaternary insects and their environments. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
29. Eyþór Einarsson og Ólafur Arnalds. 2002. Gróður og jarðvegur á vatnasviði Þingvallavatns. Í: Þingvallavatn – Undraheimur í mótun. Ritstj.: Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson. Mál og Menning. bls. 67-85.

30. Elliott-Fisk, D. L. 1988. The boreal forest. Pages 33-62 in M. G. Barbour, and W. D. Billings, editors. North American terrestrial vegetation. Cambridge University Press, Cambridge.
31. Fender, W.M., and McKey-Fender, D. 1990. Oligochaeta: Megascolecidae and other earthworms from western North America. Í: D. L. Dindal, ritstj. Soil Biology Guide. John Wiley & Sons, New York, bls. 357-386.
32. Gasman, D. 1998. Haeckel's Monism and the Birth of Fascist Ideology. Peter Lang Publishing, New York.
33. Gates, D.M. 1990. Climate change and forests. Tree Physiology **7**: 1-5.
34. Gleason, H. A., and A. Cronquist. 1964. The natural geography of plants. Columbia University Press, New York.
35. Gleick, P.H.; Mearns, L. and Schneider, S.H. 1992. Climate- change scenarios for impact assessment. Í: Peters, R.L. & Lovejoy, T.E. (ritstj.), Global Warming and Biological Diversity. Yale Univ. Press, New Haven, CT.
36. Gliessman, S. R. 1976. Allelopathy in a broad spectrum of environments as illustrated by bracken. Botanical Journal of the Linnean Society. **73**: 95-104.
37. Gould, S.J. 2003. An Evolutionary Perspective on the Concept of Native Plants. Í: I have landed – The End of a Beginning in Natural History. Three Rivers Press, New York, bls. 335-346. Birtist einnig á vefsíðunni <http://www.doaks.org/Nature/natur002.pdf>
38. Groombridge, B. (ritstj.) 1992. Global Biodiversity - status of the Earth's Living Resources. Chapman & Hall, London.
39. Gunnar Freysteinnsson. 1995. Boniteringskurver for sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) pá sørvest-Island. Hovedoppgave vid Institutt for Skogfag, NLH. 58 bls. + viðauki.
40. Gurevitch, J. and Padilla, D.K. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? Trends in Ecology and Evolution **19**: 470- 474.
41. Hafðís Hanna Ægisdóttir and Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 2004. Theories on migration and history of the North-Atlantic flora: a review. Jökull **54**: 1-15.
42. Harper, J.L. 1965. Establishment, aggression, and cohabitation in weedy species. Í: Baker, H.G. and Stebbins, G.L., ritstjórar; The genetics of colonizing species, Academic Press, New York, bls. 243-268.
43. Hólmfríður Sigurðardóttir. 2004. Ánamaðkar og niðurbrot sinu í lúpínubreiðum. Náttúrufræðingurinn **72**: 13-19.
44. Huntley, B. 1990. Lessons from climates of the past. Í: Leggett, J. (ritstj.), Global Warming: The Greenpeace Report. Oxford Univ. Press, Oxford, bls. 133-148.
45. Hörður Kristinnsson. 1986. Plöntuhandbókin. Blómplöntur og byrkningar. Bókaútgáfan Örn og Örlygur, Reykjavík.
46. Hæckel, E. 1866. Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie. Reimer, Berlin.
47. IUCN. 1987. IUCN Position Statement on Translocation of Living Organisms: Introductions, Reintroductions and Re-stocking. <http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/transe.htm>
48. IUCN. 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. <http://iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/invasivesEng.htm>
49. IPCC, 2001. Climate change 2001: the scientific basis. In: Third Assessment report of the Working Group I (eds Houghton JT et al.), Cambridge University Press, Cambridge.
50. Johnson-Maynard, J.L., McDaniel, P.A., Ferguson, D.E., and Falen, A.L. 1997. Chemical and mineralogical conversions of andisols following invasion by bracken fern. Soil Science Society of America Journal **61**:549-555.
51. Jón Guðmundsson. 1994. Belgjurtir og landbætur. Í: Græðum Ísland, Landgræðslan 1993-94, Árbók V (ritstj. Andrés Arnalds). Landgræðsla ríkisins. bls.73-80.
52. Kellman, M. C. 1980. Plant geography. St. Martin's Press, New York.
53. Kräuchi, N. and Xu, D. 1995. Climate Change Effects on Forests. Í: Korpilahti, E.; Mikkilä, H. and Salonen, T. (ritstj.), Caring for the Forest: Research in a Changing World, Congress Report, Vol. II, IUFRO World Congress, 6.-12. Aug. 1995, Tampere, Finland, bls. 34-45.
54. Landgræðsla ríkisins. 2005. Alaskalúpína (*Lupinus nootkatensis*). <http://www.land.is/landbunadur/wglgr.nsf/key2/alaskalupina.html>
55. Larsen, J.B. 1991. Ett säkrare kort i en osäker miljö. Skog & Forskning **2**: 19-22.
56. Lawton, J. H. 1998. Small earthquakes in Chile and climate change. Oikos **82**: 209-211.
57. Ledig, F.T. and Kitzmiller, J.H. 1992. Genetic strategies for reforestation in the face of global climate change. For. Ecol. Manag. **50**: 153-169.
58. Leifur Símonarson. 1979. On climatic changes in Iceland. Jökull **29**: 44-46 & 92-94.
59. Leifur A. Símonarson. 1981. Íslenskir steingervingar. Í: Náttúra Íslands, II. útg. Almenna bókafélagið, Reykjavík, bls. 157-173.
60. Lid, J. og Lid, D.T. 1994. Norsk flora, 6. útg. Det norske samlaget, Oslo. 1014 bls.

61. Lugo, A.E. 1995. Ecosystem Management Requires Good Ecology. Í: Korpilahti, E., Mikkilä, H. and Salonen, T. (ritstj.), Caring for the Forest: Research in a Changing World, IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere, Finland. Congress Report, Vol. II, bls.13-21.
62. Lugo, A.E. and Helmer, E. 2004. Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests. *Forest Ecology and Management* **190**: 145–161.
63. Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir. 2004. Innlendar tegundir til landgræðslu og landbóta. Fræðaping landbúnaðarins 2004, bls. 103-107.
64. Margrét Hallsdóttir. 1995. On the pre-settlement history of Icelandic vegetation. *Búvísindi* **9**: 17-29.
65. MEA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005. Millenium Ecosystem Assessment Synthesis Report (Prepublication Final Draft Approved by MA Board on March 23, 2005). Island Press, Washington, DC. <http://www.maweb.org/en/Products.Synthesis.aspx>
66. Moyle, P.B. 1986. Fish introductions into North America: Patterns and ecological impact. Í: H. A. Mooney, and J. A. Drake, ritstj., *Ecology of biological invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag, New York, bls. 27-43.
67. Myers, K. 1986. Introduced vertebrates in Australia, with emphasis on the mammals. Í: R. H. Groves, and J. J. Burdon, ritstj. *Ecology of biological invasions*. Cambridge University Press, Cambridge, bls. 120-136.
68. Neill, W. T. 1969. *The geography of life*. Columbia University Press, New York.
69. Nilsen, T.H. 1978. Lower Tertiary laterite on the Iceland-Faeroe ridge and the Thulean land bridge. *Nature* **274**: 786-788.
70. Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: Forest Management in a Time of Rapid Climate Change. *Conservation Biology* **15**: 578-590.
71. Orban, S. 1995. East African bryophytes, XV: Calymperaceae species collected in Seychelles Islands in 1993. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **40**:279-287.
72. Ólafur Arnalds. 1994. Leir í íslenskum jarðvegi. *Náttúrufræðingurinn* **63**: 73-85.
73. Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason. 1997. Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun Landbúnaðarins.
74. Ólafur K. Nielsen. 2001. Úlfur í sauðargæru. Morgunblaðið, 20.mars 2001.
75. Paley, W. 1802. *Natural Theology*. London.
76. Patten, M.A. and Erickson, R.A. 2001. Conservation value rankings of exotic species. *Conservation Biology* **15**: 817-818.
77. Paus, A. 1995. The late Weichselian and early Holocene history of tree birch in south Norway and the Bolling Betula time-lag in northwest Europe. *Review of Paleobotany and Palynology* **85**: 243-262.
78. Páll Skúlason. 1995. Siðfræði skógræktar. Í: Í skjóli heimspekinnar. Háskóli Íslands – Háskólaútgáfan, bls. 22-35.
79. Peglar, S.M., Fritz, S.C., and Birks, H.J.B. 1989. Vegetation and land-use history at Diss, Norfolk, U.K. *Journal of Ecology* **77**: 203-222.
80. Peretti, J. 1998. Nativism and Nature: Rethinking biological invasion. *Environmental Values* **7**: 183-192.
81. Persson, A. 1995. Exotics - Prospects and risks from European and African viewpoints. *Búvísindi* **9**: 47-62.
82. Peterken, G.F. 2001. Ecological effects of introduced tree species in Britain. *Forest Ecology and Management* **141**: 31-42.
83. Peters, R.L. 1990. Effects of global warming on forests. *For. Ecol. Manage.* **35**: 13-33.
84. Pétur M. Jónasson. 2002. Ræktun barrtrjáa á helgistað þjóðarinnar í Þingvallaskógi. Í: Þingvallavatn – Undraheimur í mótun. Ritstj.: Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson. Mál og Menning. bls. 261-266.
85. Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. and Morrisson, D.. 2000. Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States. *BioScience* **50**: 53-65.
86. Riege, D. and R. del Moral. 2004. Differential tree colonization in old fields in a temperate rain forest. *American Midland Naturalist* **151**: 251-264.
87. Roberts, L. 1989. How fast can trees migrate? *Science* **243**: 735-737.
88. Robinson, J.V., and Edgemon, M.A.. 1988. An experimental evaluation of the effect of invasion history on community structure. *Ecology* **69**:1410-1417.
89. Rundgren, M. and Ingólfsson, Ó. 1999. Plant survival in Iceland during periods of glaciation? *Journal of Biogeography* **26**: 387-396.
90. Sagoff, M. 1999. What's wrong with Exotic species? http://www.uaaf.umd.edu/IPPP/fall 1999/exotic_species.htm
91. Sandegren R. 1943. Hippophaë rhamnoides L. i Sverige under senkvartär tid. *Svensk Botanisk Tidskrift* **37**: 1-26.
92. Sauer, J.D. 1988. *Plant Migration - The Dynamics of Geographic Patterning in Seed Plant Species*. Univ. California Press, Berkeley.

93. Sax, D.F. and Gaines, S.D. 2003. Species diversity: from global decreases to local increases. *Trends in Ecology and Evolution* **18**: 561-566.
94. Sigurdsson, B.D. and Snorrason, A. 2000. Carbon sequestration by afforestation and revegetation as a means of limiting net-CO₂ emissions in Iceland. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **4**: 303–307 (<http://www.bib.fsagx.ac.be/library/base/text/v4n4/303.pdf>)
95. Sigurður Blöndal. 1995. Innfluttar trjategundir í Hallormsstaðaskógi. Skógrækt ríkisins.
96. Sigurður Blöndal. 1996. Sitkagrenið sækir fram; Í tilefni nýjustu vaxtarmælinga. Skógræktarritið 1996: 27-38.
97. Sigurður Blöndal og Skúli Björn Gunnarsson. 1999. Íslandsskógar – hundrað ára saga. Mál og Mynd, Reykjavík.
98. Sigurður Þórarinnsson. 1963. The Svínafell Layers. Í: Löve, Á. and Löve, D. (ritstj.), North Atlantic Biota and their History. MacMillan, New York.
99. Simberloff, D.S. and Van Holle, B. 1999. Positive interactions of non-indigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions* **1**: 21-32.
100. Simpson, I.A., Dugmore, A.J., Thomson, A. and Vésteinsson, O. 2001. Crossing the thresholds: human ecology and historical patterns of landscape degradation. *Catena* **42**: 175–192.
101. Smeins, F.E. and Merrill, L.B. 1988. Long-term changes in a semiarid grassland. Í: Amos, B.B. and Gehlbach, F.R. (ritstj.), Edwards Plateau vegetation. Baylor University Press, Waco, Texas, bls. 101-114.
102. Snorri Baldursson. 2003. Berum ábyrgð á varðveislu lífríkisins. Viðtal í Morgunblaðinu, 1. júní 2003.
103. Snorri Sigurðsson. 1977. Birkir á Íslandi, útbreiðsla og ástand. Í: Skógarmál. Prentsmiðjan Oddi hf., Reykjavík: 146-172.
104. Soulé, M. 1995. The Social Siege of Nature. Í: Soulé, M. and Lease, G. (ritstj.), Reinventing Nature: Responses to Postmodern Deconstruction. Island Press.
105. Stefán Snævarr. 2004. Hvað kostar að vera ameríkaniseraður? Kistan 10.8.2004 (<http://kistan.is/efni.asp?n=2665&f=4&u=87>).
106. Steindór Steindórsson. 1964. Gróður á Íslandi. Almenna bókafélagið, Reykjavík.
107. Steinn Kárasón. 2003. Hugsjónir og náttúruniðingar. DV, 21. ágúst 2003.
108. Theodoropoulos, D. 2003. Invasion Biology: Critique of a Pseudoscience. Avvar Books, USA.
109. Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., Ferreira de Siqueira, M., Graninger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L. and Williams, S.E., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* **427**: 145-148
110. Thornton, I. W. B. 1971. Darwin's islands: A natural history of the Galápagos. Published for the American Museum of Natural History by Natural History Press, Garden City, New York.
111. Tuhkanen, S. 1984. A circumboreal system of climatic phytogeographical regions. *Acta Bot. Fennica* **127**:1-50.
112. Umhverfissráðuneytið og Náttúrufræðistofnun. 2001. Biological Diversity in Iceland. National Report to the Convention on Biological Diversity. <http://www.biodiv.org/doc/world/is/is-nr-01-en.pdf>
113. UNEP. 2000. Alien species Guiding Principles for the Prevention, Introduction and Mitigation of Impacts. <http://www.biodiv.org/doc/meetings/sbstta/sbstta-05/official/sbstta-05-05-en.pdf>
114. Vaughn, C.C., and Taylor, C.M. 1999. Impoundments and the decline of freshwater mussels: A case study of an extinction gradient. *Conservation Biology* **13**:912-920.
115. Vermeij, G. J. 1991. When biotas meet: Understanding biotic interchange. *Science* **253**: 1099-1104.
116. Vermeij, G.J. 1993. Biogeography of recently extinct marine species: Implications for conservation. *Conservation Biology* **7**:391-397.
117. Vermeij, G. J. 1996. An agenda for invasion biology. *Biological Conservation* **78**: 3-9.
118. Wakeman, B. 1989. Factors influencing reintroduction of aquatic macrophytes studied (Wisconsin). *Restoration and Management Notes* **7**: 90.
119. Wilcove, D.S. Rothstein, D. Dubow, J., Phillips, A. and Losos, E. 1998. Quantifying Threats to Imperiled Species in the United States by Assessing the relative importance of habitat destruction, alien species, pollution, overexploitation, and disease. *Bioscience* **48**: 617-616.
120. Wilson, E.O. 1992. The Diversity of Life. W.W. Norton & Company, New York.
121. Williams, L.G. 1964. Possible relationships between plankton-diatom species numbers and water quality estimates. *Ecology* **45**: 809-823.
122. Zobel, B., Van Wyk G. and Ståhl, P. 1987. Growing Exotic Forests. John Wiley & Sons. 508 bls.
123. Þorleifur Einarsson. 1977. Um gróður á ísöld á Íslandi. Í: Skógarmál. Prentsmiðjan Edda, Reykjavík, bls. 56-72.
124. Þorleifur Einarsson. 1994. Myndun og mótun lands. Mál og Menning, Reykjavík.
125. Þorsteinn Tómasson. 1999. Elri til landgræðslu - reynslusaga. Skógræktarritið **1999 (2)**: 37-47.
126. Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 2001. Ásýnd landsins. Ráðunautafundur 2001: 77-85.