

9 Ræktað land

Samantekt

1. Áhrif hlýnandi veðurfars á búsmala og á garðyrkju hafa lítið verið rannsökuð, en nýlegar rannsóknir hafa metið áhrif á úthaga, jarðrækt, skógrækt og landgræðslu.
2. Rannsóknir sýna að vaxtartími grasa færir fram um 16 daga fyrir hverja 1°C hækkun á meðalhita jarðvegs og lofts á vormánuðum.
3. Meðalgrænkustuðull (e. NDVI) alls Íslands hækkaði um 80% milli 1982 og 2010 og aukin gróska í úthaga hefur væntanlega aukið beitarpól landsins á mörgum svæðum á síðustu áratugum.
4. Í tilraunum um allt land á árunum 1987–2014 var kornuppskera 134% meiri á hvern hektara ræktarlands í hlýjstu árunum miðað við þau köldustu.
5. Margar nýjar rannsóknir sýna að bæði náttúrulegir skógar og ræktaðir vaxa nú umtalsvert betur en fyrir 1990.
6. Birkiskógar og birkikjarr landsins hefur aukist að flatarmáli um 9% á landsvísi með sjálfþróingu frá 1989, en slík aukning í skógarþekju á sér nú stað á skóglausum svæðum hringinn í kringum norður-skautið.
7. Tíðni landnáms nýrra meindýra í trjárækt á landinu hefur aukist mjög mikið eftir að hlýna tók upp úr 1990, en skemmdirnar eru litlar á landsvísi miðað við vaxtaraukningu skóga á sama tíma.
8. Lenging vaxtartíma og hlýnandi sumur munu þýða að uppskera af hverri einingu ræktarlands mun væntanlega halda áfram að aukast í hefðbundnum landbúnaði, garðyrkju og skógrækt.
9. Vetrarhlýindi og breytileiki í hitafari að vori munu halda áfram að takmarka hér ræktun fjölærra eða

- vetrareinærra fóðurjurta og skógartrjáa sem koma úr landrænna loftslagi nágrannalandanna.
10. Sumareinærar tegundir, svo sem bygg, hafrar og einær nepja, einær repja og sumarhveiti, munu hasla sér völl í jarðrækt hér á næstu áratugum.
 11. Vegna mikils innri breytileika í veðurfari landsins munu kalár og búsisfar í jarðrækt, skógrækt og garðyrkju halda áfram að eiga sér stað á næstu áratugum.
 12. Auknir þurrkar yfir vaxtartímamann í framtíðinni vegna meiri breytileika í úrkomu munu hugsanlega geta orðið meira vandamál í ræktun hér en verið hefur.
 13. Þó að uppgæðslustarf verði almennt auðveldara í hlýnandi veðurfari þá þarf umtalsvert inngrip og/ eða langan tíma til að endurheimta hnignuð vistkerfi landsins.

9.1 Inngangur

Engum sem byggir afkomu sína á ræktun jarðargróða eða sem er áhugamaður um slíka landnýtingu dylst að miklar breytingar hafa orðið á ræktunarskilyrðum á Íslandi á síðustu árum og áratugum. Af þeim hnattrænu umhverfisbreytingum sem ganga nú yfir jörðina, þá eru það einkum veðurfarsbreytingar og síhækkandi styrkur CO₂ í andrúmslofti sem gætu hafa haft mælanleg áhrif á vaxtarskilyrði hér á landi. Í síðustu skýrslu vísindanefndar (V2008) var fjallað sérstaklega um rannsóknir á beinum áhrifum hækkanandi styrks CO₂ í andrúmslofti á lífríkið hérlandis^{1,2}, en höfundum er



Mynd 9.1 Hefðbundið búsetulandslag. Horft í átt að Eyjafjallajökli árið 2002. (Ljósmynd: Bjarni D. Sigurðsson.)

ekki kunnugt um að neinar nýjar rannsóknir hafi farið fram á því sviði hér frá útkomu síðustu skýrslu nefndarinnar³ og því verður ekki fjallað frekar um þær. Innlendar rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á bæði ræktuð og náttúruleg landvistkerfi hafa verið mjög brotarkenndar hingað til og því eru enn stór gót í þekkingu sem hamla getu til að gera traustar spár um áhrif á lífríkið í framtíðinni. Hér verður hins vegar reynt að taka saman niðurstöður helstu rannsókna sem liggja nú fyrir.

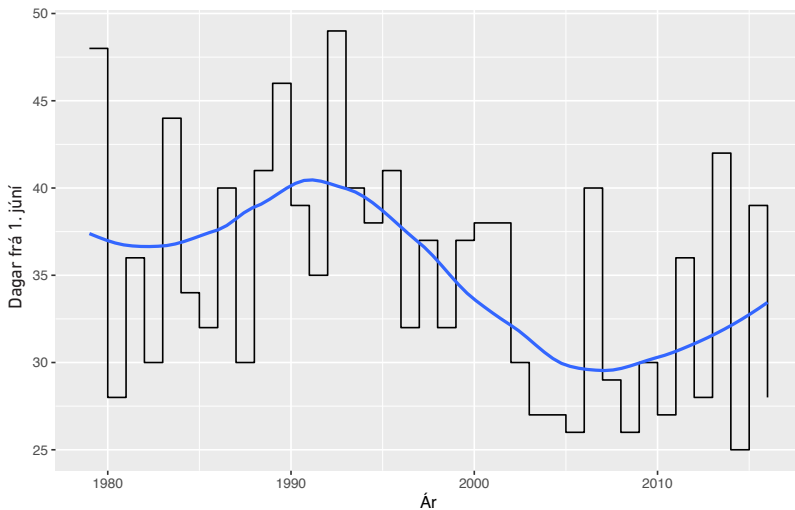
9.2 Landbúnaður

Hefðbundinn landbúnaður á Íslandi byggist nú aðallega á dýrahaldi, sumarreit og ræktun vetrarfóðurs (mynd 9.1). Áhrif hlýnandi veðurfarar á búsmala og dýrahald hérlendis hafa lítið sem ekkert verið rannsökuð⁴, en áhrifin á jarðrækt hafa hins vegar talsvert verið skoðuð.

Rannsóknir sem fóru fram fyrir 1990 sýndu að uppskera í venjulegri túnrækt hérlendis jókst um 0.74 tonn þurrefnis fyrir hverja gráðu sem vor og vetrarhiti hækkaði þá⁵. Hlýnun sem færir upphaf sprettunnar fyrir fram á vorið (mynd 9.2) skiptir þarna mun meira máli en ef haustin lengjast, þar sem lenging vaxtartímans nýttist gróðrinum mun betur til ljóstillífunar og vaxtar á

vorin þegar dagurinn er sem lengstur. Það sama gerist í úthaganum, hlýnun veldur því að vaxtartími grasa færir fram um 16 daga fyrir hverja 1°C hækkun á meðalhita jarðvegs og lofts á vormánuðum⁶. Hins vegar lengist vaxtartími graslendis ekki samsvarandi þó að það hlýni fram á haustið⁶. Hlýnun undanfarinna áratuga hefur örugglega átt sinn þátt í því að meðalgrænkustuðull (e. NDVI) alls Íslands hækkaði um 80% milli 1982 og 2010⁷, þó að aðrir þættir, svo sem breytingar á beitarþunga, aukin skógrækt og landgræðsla og tíðni og stærð eldgosa hafi einnig haft þar áhrif. Þessar breytingar á grósku úthaga á Íslandi hafa væntanlega aukið meðalbeitarþol landsins á síðustu áratugum.

Hið hafræna veðurfar Íslands veldur því að það skiptast gjarnan á frost og þiðukaflar á vetrum á láglendi. Ef vetrarhitinn er samt sem áður nægilega lágur geta myndast svellalög á jafnsléttu sem geta valdið kalskemmdum á ræktarlandi⁸. Þetta var löngum sá umhverfisþáttur sem hafði einna mest áhrif á hefyng bænda hérlendis. Hlýnandi veðurfar eftir síðustu aldamót minnkaði mjög þetta vandamál hérlendis, þar sem svell lágu að jafnaði ekki það lengi á tünnum að það ylli teljandi skemmdum⁸. En breytilegra tíðarfar á árunum 2013–2015 vöktu aftur upp þennan draug og



Mynd 9.2 Skriðtími (blómgunartími) vallafoxgrass á tilraunastöð Landbúnaðarháskóla Íslands á Korpu í Reykjavík á árabílinu 1979–2016. Svarta línan sýnir einstök ár en blái ferillinn sýnir útjafnað meðaltal. Á lóðrétta ásnum eru sýndir dagar frá og með 1. júní. Dagur 35 = 5. júlí. (Gögn: Jónatan Hermannsson, Landbúnaðar háskóli Íslands.)



Mynd 9.3 Samanburðartilraun með mismunandi yrki af byggi (korni) á tilraunastöð Landbúnaðarháskóla Íslands á Korpu í Reykjavík (Ljósmynd: Guðni Þorvaldsson. 14. ágúst 2012.)

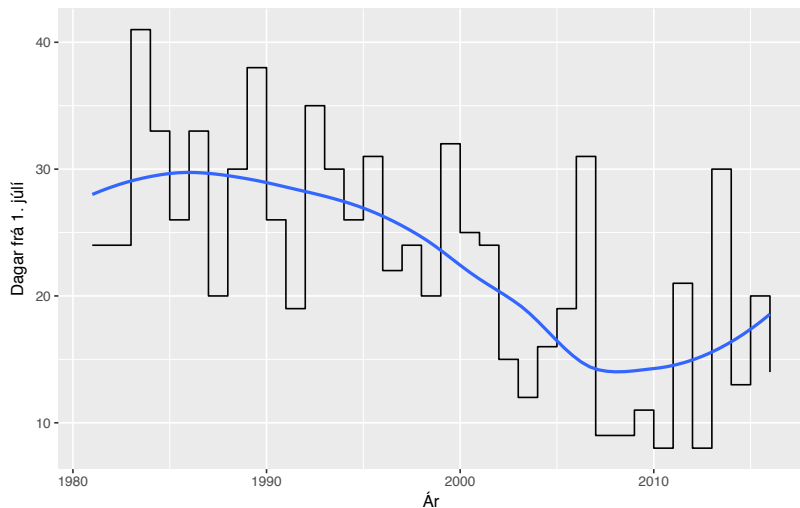
skemmdir á tünnum bænda hafa orðið verulegar í sumum landshlutum með tilheyrandi kostnaði við endurrækt og fódurkaup⁹. Þetta dæmi sýnir vel hvernig það er ekki meðalhiti sem skiptir alltaf mestu um ræktunaröryggi á fjölærum jurtum á Íslandi heldur fremur breytileiki veðurfars.

Þær breytingar í veðurfari sem spáð er að verði hér á þessari öld (sjá greinar 4.4.3–4.4.6), með lengingu vaxtartíma og hlýnandi sumrum munu þýða að uppskeru af hverri einingu ræktarlands mun að jafnaði halda áfram að aukast í hefðbundnum landbúnaði. Spálíkan fyrir uppskeru vallafoxgrass, sem er ein mikilvægasta grastegundin í fódurrækt hérlendis, spáir t.d. 120% aukningu í uppskeru þess á árabílinu 2046–65 miðað við meðaltal árána 1961–1990 í N-Noregi sem flokkast í dag sem sama ræktunarbelti og láglendi Íslands¹⁰. Sama líkan spáir 170% aukningu á uppskeru

í lok aldarinnar¹⁰. Þó ber að hafa í huga að vegna mikils innri breytileika í veðurfari Íslands (sjá t.d. mynd 4.12) munu kalár samt geta orðið á næstu áratugum, eins og bændur hafa upplifað á síðustu árum. Jafnframt er hugsanlegt að nýir umhverfisþættir verði takmarkandi fyrir uppskeru tüngrasa í veðurfari framtíðar og er þá fyrst að telja þurrka á vaxtartíma. En samkvæmt líklegum breytingum á árstíðasveiflu hita og úrkomu (sjá grein 4.4.6) virðist sem úrkoma muni síst aukast að vori og snemmsumars. Þetta getur hugsanlega haft neikvæð áhrif á uppskeru vallafoxgrass og jarðrækt almennt í hlýrra loftslagi, einkum þegar ræktunin fer fram í sendnum jarðvegi og á þeim svæðum landsins þar sem ársúrkoma er minnst¹¹.

Ræktun annarra fódurjurta en tüngrasa hefur rutt sér rúms á síðustu þremur áratugum og hefur þar hlýnandi veðurfar skipt miklu máli, bæði lenging vaxtartímans

Mynd 9.4 Skriðtími byggyrkjanna Arve, Olsok, Filippa og Skeglu á tilraunastöð Landbúnaðarháskóla Íslands á Korpu í Reykjavík á árabílinu 1981–2016. Svarta línan sýnir einstök ár en blái ferillinn sýnir útjafnað meðaltal. Á Y-ás eru sýndir dagar frá og með 1. júlí. Dagur 35 = 4. ágúst. (Gögn: Jónatan Hermannsson, Landbúnaðar háskóli Íslands.)



og hækkandi sumarhiti¹². Fyrsta er þar að telja kornræktina (byggrækt; mynd 9.3). Um 1200 gráðudaga (margfeldi meðalhita vaxtartíma og fjölda daga) þarf til að byggjið nýtist til fóðurs, en fullum fræþroska nær það samt ekki fyrir en við 1300–1500 gráðudaga, eftir yrkjum¹³. Í síðustu skýrslu vísindanefndarinnar³ kom fram að eldri rannsóknir bentu til að miðað við hitafar níunda og tíunda áratugarins hérlendis þá bætast um 0.97 tonn þurrefnis á hektara við kornuppskeruna fyrir hverja gráðu sem meðalhiti hækkar¹³. Í nýrri yfirlitsgrein¹⁴ um byggræktunartilraunir um allt land á árunum 1987–2014 er þetta staðfest. Þar kemur fram fram að meðaluppskera í korn tilraunum hefur aukist línulega um 0.91 tonn þurrefnis á hektara með auknum meðalhita á vaxtartíma í Stykkishólmi, en hann sveiflaðist á milli 7.6 og 10.5 °C á þessu árabíli. Spájafnan var vel marktæk og sýndi 134% aukningu í meðalkornuppskeru frá kaldasta til hlýjasta árs tímabilsins¹⁴.

Umtalsverðar rannsóknir og þróunarvinna eru nú gerðar til að finna byggyrki sem betur eru aðlöguð að veðurfarsaðstæðum á Íslandi¹⁵ og það, ásamt hlýnandi veðurfari eftir 1990 varð til þess að kornrækt á Íslandi jókst úr um 200 hekturum árið 1991 upp að jafnaði ríflega 4000 hektara árið 2008, eða um tuttugufalt¹⁶.

Mynd 9.4 sýnir hvernig skrið (blómgun) fjögurra byggyrkja hefur færst fram á tilraunastöð Landbúnaðarháskóla Íslands á Korpu á árabílinu 1981–2016. Skriðið hefur að jafnaði færst fram um tvær vikur á þessu tímabili, en kaldari vetur og vor síðan 2012 hafa sýnilega strax haft áhrif á vaxtartímann.

Líkt og með túngræktina, mun kornuppskera og

ræktunaröryggi almennt verða betra í framtíðinni ef veðurfarspár ganga eftir. Þó gildir þar, eins og með túngrösin, að mikill árabreytileiki í veðurfari mun geta valdið þungum búsisfjum í kornrækt hérlendis, a.m.k. fram yfir miðja öldina. Meiri breytileiki í úrkomu og auknir þurrkar yfir vaxtartímann í framtíðinni munu einnig geta orðið meira vandamál fyrir kornrækt, en þetta varð strax áberandi, t.d. í innsveitum á N- og NV-landi í hlýju árunum kringum 2010¹⁷. Þar hófu bændur að fjárfesta í vökvunarkerfum á kornakra sína til að auka ræktunaröryggi¹¹. Þó ber að geta þess að slíkir vorþurrkar eru ekki nýtilkomið vandamál hérlendis, þeir hafa reglulega skotið upp kollinum og valdið bændum vandræðum á síðustu öld og öldum. Aðrir líffræðilegir þættir geta einnig orðið mikilvægir í breyttu veðurfari og auknu flatarmáli ræktarlands. Þannig hefur stóraukin ásókn gæsa og álfta í kornakra valdið bændum erfiðleikum, en ljóst er að fuglarnir hafa breytt atferli sínu og fæðuvenjum eftir að kornræktin jókst hér¹⁸. Þannig hófu t.d. gæsir og álftir að hafa vetursetu undir Eyjafjöllum á síðustu árum, en það er talið stafa af bæði hlýnandi veðurfari og að kornakrar bænda hafi tryggt þeim stöðugra fæðuframboð. Einnig er farið að bera meira á ýmsum sjúkdómum í kornræktinni sem eru vel þekktir úr hlýrra loftslagi í Skandinavíu, þannig að betri ræktunarskilyrðum getur einnig fylgt meiri kostnaður við ýmsar varnaraðgerðir¹⁹. Þetta eru dæmi um temprandi ferla sem oft einkenna svörun vistkerfa við umhverfisbreytingum, en sem sjaldan eru vel fyrir-sjáanlegir²⁰.

Ýmsar nýjar nytjategundir eru nú á mörkum þess að geta vaxið hérlendis. Vetrarhveiti hefur nú verið ræktað



Mynd 9.5 Of hlýir vetur geta valdið vandamálum í ræktun ýmissa vetrareinærra og fjölærra nytjaplantna. Miklar vetrar- og vorskemmdir á yrkjum fjölærs rýgresis urðu vorið 2006 í samanburðartilraun á Vågønes við Bodø í Noregi (67°N) af völdum sveppasykingar sem er afleiðing vetrarhlýinda. Dökkgrænir reitir eru samanburðarreitir vaxnir hávingli. (Ljósmynd: Arild Larsen.)

Í nokkurn tíma þar sem skilyrði eru hvað best til kornræktar hérlandis²¹, en lítið vetrarþol þess gerir ræktun þess erfiða þegar brestur á með kaldari vetrum eins og voru hér 2014–2016. Veðurfar þarf því að hlýna talsvert áður en almennt verður hægt að rækta vetrarhveiti til þroska hér á landi (það þarf a.m.k. um 1600 gráðudaga til að ná sama þroska og bygg nær við um 1200 gráðudaga¹³). Einnig hafa bændur hafið ræktun á repju og nepju til fódur- og olíuframleiðslu²², og jafnvel til framleiðslu íslenskrar matarolíu til mannelis²³. Aðrar nytja- og fódurjurtir, sem gætu haslað sér völl hér ef veðurfar heldur áfram að hlýna, eru til dæmis fjölært rýgresi, en ræktunarsvæði þess hefur verið að færast norðar í Skandinavíu²⁴. Vandamálið við það er þó að það vex bæði lengi fram á haustið og hættir til að vakna of snemma úr vetrardvala að vori þar sem hafrænt loftslag er í Skandinavíu (mynd 9.5). Það þyrfti því væntanlega að vinna að kynbótum á þessari tegund eins og gert hefur verið í byggærkt á Íslandi²⁴, áður en fjölært rýgresi yrði mikilvægt hér nema á allra bestu ræktunarsvæðum.

Vetrarhlýindi og breytileiki í veðurfari munu halda

áfram að verða vandamál í loftslagi framtíðarinnar hér á landi og takmarka möguleikana að nýta hér fjölærar eða vetrareinærar fódur- og nytjajurtir sem ræktaðar eru í landrænna loftslagi nágrennalandanna. Því má búast við að það verði fremur sumareinærar tegundir, svo sem bygg, hafrar og einær nepja (þurfa >1400 gráðudaga), einær repja og sumarhveiti (þurfa >1600 gráðudaga) sem munu hasla sér völl hér á næstu áratugum ef veðurfar hlýnar í takt við sviðsmyndar-reikninga (sjá grein 4.4.3). Þá yrðu einnig orðin skilyrði í lok aldarinnar fyrir sumareinæru tegundirnar sykurrófur (þarf >1800 gráðudaga) og fódurmaís (þarf >2000 gráðudaga) á betri ræktunarsvæðum.

9.2.1 Garðyrkja

Augljósar breytingar hafa orðið í skilyrðum til garðræktar frá síðustu aldamótum en skortur er á vísindalegri úttekt á því sviði²⁵. Þessar breytingar hafa einkum orðið hér á síðasta áratug eða eftir að það tók að hlýna verulega (sjá mynd 4.14).

Vorblómstrandi tegundir, svo sem ávaxtatré²⁶, ýmsir berjarunnar og lyngrósir, hafa notið góðs af lengingu



Mynd 9.6 Býflugnabændur að störfum að Reykjum í Ölfusi. (Ljósmynd: Bjarni D. Sigurðsson.)

vaxtartímans að vori, einkum á skjólbetri stöðum, en árabreytileiki í veðurfari hefur þó enn mikil áhrif á allar þessar tegundir. Samkvæmt yfirliti Guðríðar Helgadóttur²⁵ hafa ýmis meindýr og plöntusjúkdómar á garðagróðri einnig aukist við hlýnandi veðurfar. Einnig hefur hlýindunum fylgt meiri umhirðuþörf í skrúðgarðyrkju vegna þess að einært illgresi lifnar fyrr á vorin og vex lengur fram á haustið en áður og grassprettur er bæði meiri og stendur lengur en áður.

Tímasetning gróðursetningar fagmanna í garðyrkju hefur þannig breyst mikið. Áður var mest gróðursett að vori, en nú hefur gróðursetning færst að mestu aftur á haustið. Ástæðan er bæði að aukin þurrkatímabil snemmsumars hafa valdið vandamálum og einnig hin aukna illgresissamkeppni. Nú þarf einnig að endurnýja sumarblóm í skrautbeðum einu sinni til tvisvar yfir sumarið, vegna lengingar vaxtartímans, þar sem þau voru bara gróðursett einu sinni áður. Allt þetta hefur þýtt að vinnutímabil atvinnufólks í skrúðgarðyrkju á Íslandi hefur lengst í báða enda. Nú er vinnustöðvun í útivinnu einungis 1–3 mánuðir á veturna, í stað 3–4 mánaða áður. Þetta hefur styrkt rekstrargrunn fyrirtækja á þessu sviði.

Uppskerumagn og yrkjaval í matjurtaræktun utanhúss í atvinnuskyni hefur sveiflast mikið á síðustu áratugum héraðs og ekki er hægt að fullyrða að breytingar á veðurfari hafi haft þar afgerandi áhrif, þó að eiginlegar rannsóknir skorti á því²⁵. Ein ný matvælaframleiðslugrein hefur þó litið dagsins ljós eftir að það byrjaði að hlýna verulega, en það er býflugnaræktin (mynd 9.6). Býflugnarækt var reynd nokkrum sinnum héraðs frá 1936, en búin lifðu aldrei af veturna²⁷. Það tókst fyrst eftir innflutning býflugna 1998 og árið 2008 voru framleiðendur orðnir um 20 talsins, en eru nú komnir yfir 100. Hunangsframleiðslan er orðin töluverð og gengur vel í meðalárferði síðasta áratugar, en hún er samt viðkvæm fyrir köldum sumrum eins og t.d. árið 2015. Gera má ráð fyrir að bæði útiræktun matjurtar og býflugnarækt eigi eftir að blómstra, en þó munu veðurfarsveiflur halda áfram að valda þessum greinum skráveifum a.m.k. fram yfir miðja öldina ef veðurfar hlýnar í takt við sviðsmyndarreikninga (sjá greinar 4.4.3–4.4.6). Ef hlýnunin veldur hins vegar nýjum líffræðilegum áhrifaþáttum, svo sem nýjum sjúkdómum, gæti það haft mikil og ófyrirséð áhrif á þennan geira²⁵.

9.3 Skógrækt og skóglendi

Bæði innlendar og innfluttar trjategundir eru hér nálægt norðurmörkum útbreiðslu sinnar og svara því allar venjulega sterkt breytingum á hitafari²⁸ og lengingu vaxtartíma²⁹. Á undanförunum árum, eftir að síðasta skýrsla vísindanefndar kom út, hafa komið fram margar nýjar vísbendingar um að náttúrulegir birkiskógar og kjarrlendi vaxi nú umtalsvert betur en fyrir 1990. Þar má nefna niðurstöður Christoph Wöll³⁰ sem í rannsóknnum sínum á 11 stöðum á landinu fann að birkiskógar uxu nú um átta sinnum betur við 2 m trjáhæðarmörk en á sjöunda áratugnum og að skógarmörk birkis á Íslandi eru almennt að færast ofar. Íslenskur reyniviður er víða að verða meira áberandi í birkiskógum landsins (mynd 9.7) en vaxtarhraði hans hefur aukist mikið eftir að það hlýnaði, þó svo að aukin nýliðun stafi einnig af minni beitarþunga búfjár³¹.

Nýlega var einnig sýnt fram á að birkiskógar landsins hafa aukið flatarmál sitt um 9% á landsvísi með sjálfsáningu frá 1989³². Flatarmálsaukning birkiskóganna er þó ekki jöfn í öllum landshlutum og í nýrri grein í Náttúrufræðingnum³³ fannst nær marktækt jákvætt samband milli flatarmálsaukningarinnar og hlýnunar sem hefur orðið í hverjum landshluta eftir 1990 (mynd 4.14). Samkvæmt sömu heimild³³ fannst einnig nær marktækt samband við breytingar á fjölda búfjár í sömu landshlutum eftir 1990. Líklegt er að hvort tveggja eigi sinn þátt í þessum breytingum hérlendis, en almennt er talið að beit búsmala ráði mestu um hraða nýliðunar birkiskóga víðast á landinu³⁴. Áhugavert er þó að benda á að slík aukning á skógar- og kjarrþekju eftir 1990 er ekki einskorðuð við Ísland heldur kemur fram í gervihnattamælingum á svipuðum breiddargráðum allt í kringum norðurskautið⁷. Ólíklegt er að sveiflur í beitarþunga hafi haft afgerandi áhrif á öllu þessu svæði og það eitt og sér styður að breytingarnar hér séu einnig beintengdar hlýnuninni. Bætt vaxtar-skilyrði hér nægja þó ekki birkinu ein og sér ef aðrir takmarkandi þættir koma í veg fyrir að sjálfsáning takist.

Hlýnunin eftir 1990 hefur almennt stórbætt ræktarskilyrði fyrir innfluttar trjategundir eins og fjallað var um í síðustu skýrslu nefndarinnar³. Frekari rannsóknir á síðustu árum hafa staðfest þetta^{35,36,37}. Aukinn vaxtarhraði ræktaðra skóga á sinn þátt í að kolefnisbinding þeirra hefur aukist mikið^{35,38} og nýlega var sýnt

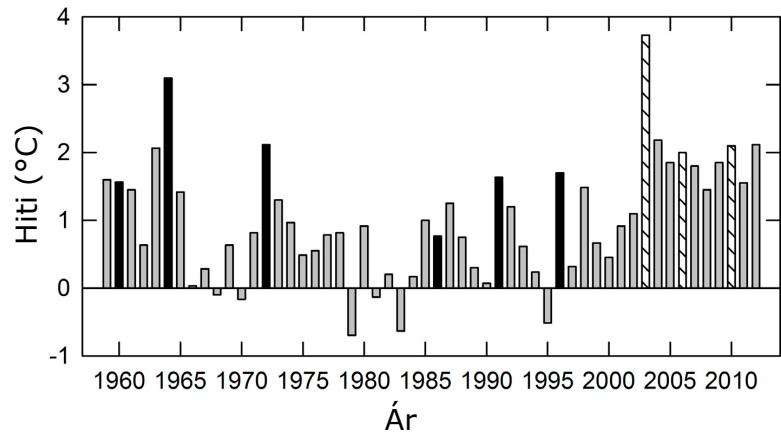


Mynd 9.7 Íslenskur reyniviður er að verða áberandi í birkiskógum landsins. Hér sést reyniviður vaxa upp úr birkiskógi í Norðdal í Trostansfirði. (Ljósmynd: Bjarni D. Sigurðsson.)

fram á að hámarktæk kolefnisbinding verður einnig í jarðvegi skógræktarsvæða á þurrlendi hérlendis³⁸. Það er einnig áhugavert að hraði kolefnisbindingar í jarðvegi minnkar á þeim árum sem veðurfar er hagstæðast til ofanjarðarvaxtar, en þá verður bindingin ofanjarðar því meiri³⁹.

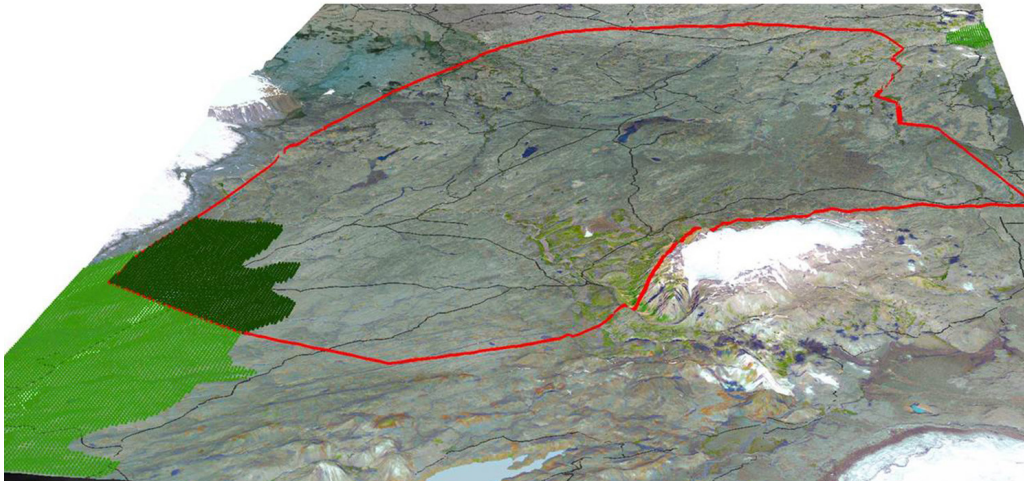
Þó hafa hlýnandi vetur í för með sér vandamál fyrir ákveðnar trjategundir hérlendis, svo sem siberítulerki, vegna aukinnar hættu á að þær vakni ótímabært af vetrardvala. Þetta hefur meðal annars leitt til að hér hefur verið búið til nýtt yrki af lerki sem er komið í framleiðslu hérlendis og er betur aðlagð aðstæðum⁴⁰. Ýmsir skaðvaldar sem leggjast á skóga og kjarrlendi hafa einnig orðið meira áberandi á undanförunum árum og jafnvel aukið skaðsemi með breytingum á lífsferli sínum, eins og t.d. sitkalús sem eftir árið 2000 hefur ítrekað myndað bæði vor og haustfaraldur (mynd 9.8). Nýlega kom út yfirlitsgrein⁴¹ um þetta efni og byggðist hún m.a. á vöktun á skordýraskemmdum í skógum landsins allt frá árinu 1907 til dagsins í dag. Helstu niðurstöður voru að tíðni landnáms nýrra meindýra í trjárækt í landinu hefur aukist mjög mikið eftir að hlýna

Mynd 9.8 Myndin sýnir vetrarhita (°C) í Reykjavík. Svartar súlur sýna þau ár þegar haustfaraldur geisaði og súlur með skálinur sýna ár þegar vorfaraldur geisaði. (Mynd fengin frá heimild 41 með leyfi ritstjóra.)



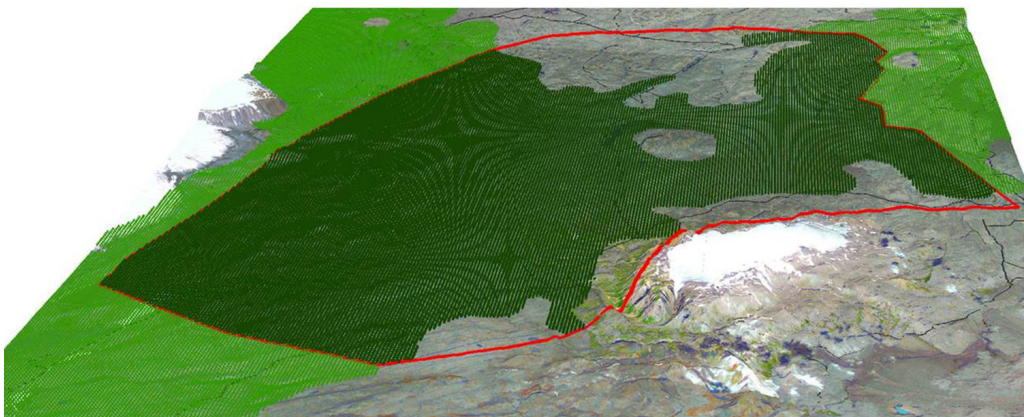
Birkimörk á Sprengisandi

Staðan í dag



Birkimörk á Sprengisandi

Hlýnun sumarmeðalhita um 1°C



Mynd 9.9 Núverandi loftslagsmörk birkis á Sprengisandi (rauð lína) miðað við árið 2008 og hvernig aukning meðalhita vaxtartímans (sumar hita) myndi breyta þeim. Dökkir og ljósgrænir litir sýna svæði þar sem birki getur vaxið. Greining og myndir: Björn Traustason, Rannsóknastöð Skógræktarinnar, Mógilsá.



Mynd 9.10 Aska úr eldgosinu í Eyjafjallajökli.
(Ljósmynd: Bjarni D. Sigurðsson.)

tók upp úr 1990, en hún er samt sem áður svipuð núna og hún var á hlýju árunum fyrir 1960. Einnig fannst marktækt samband milli skemmda á birkiskógum á Austurlandi og meðalárshita, en í birkiskógum Norður-Skandinavíu hafa skordýrafaraldrar náð meiri útbreiðslu og verið tíðari eftir að hlýna tók verulega þar⁴². Það var samt niðurstaða höfunda yfirlitsgreinarinnar að þrátt fyrir að staðbundnar skemmdir á bæði náttúrulegum- og ræktuðum skógum hefðu aukist með hlýnandi veðurfari þá vegi jákvæð áhrif á vöxt skóga væntanlega mun þyngra á landsvísu lengi enn⁴¹.

Hvað gerist þá ef veðurfari hlýnar í takt við sviðsmyndarreikninga? Vegna þess hversu nærri Ísland er norðurmörkum allra trjategunda sem hér vaxa munu bæði náttúrulegir og ræktaðir skógar og kjarrlendi halda áfram að svara hlýnuninni jákvætt út öldina. Þar sem stór hluti Íslands er háslétta sem víða er í 500–700 m h.y.s. þá mun frekari hlýnun geta stækkað mögulegt útbreiðsluvæði birkiskóga og kjarrlendis umtalsvert þegar hún lyftir loftslagsmörkunum yfir þau hæðarmörk (mynd 9.9). Miðað við niðurstöður kafla 4 gæti þetta gerst á seinni hluta þessarar aldar⁴³, en þó ber að leggja áherslu á að loftslagsmörkin gefa bara mestu mögulegu útbreiðslu gróðurlendis. Ýmsir aðrir þættir, ekki síst beitarþungi búsmala, fjarlægð í næstu fræuppsprettu og næringarefni í jarðvegi, þurfa einnig að vera hagfelldir svo að slíkar gróðurfarsbreytingar verði. Einnig opnast þá fyrir ræktun nýrra suðlægari trjategunda á láglandi, svo sem á hlyn, aski, eik, beyki og álmi, sem núna þrífast einungis á skjólgóðum svæðum.

9.4 Landgræðsla

Gervihnattamælingar á hámarks árlegum grænkustuðli (NDVI) landsins sýna að gróður hefur verið að styrkjast á landsvísu eftir 1993⁷, sem þýðir að meira hefur gróið upp og gróður á grónu landi hefur þétt meira en sem nemur árlegri gróðureyðingu. Þetta er mjög líklega viðsnúningur frá löngu tímabili nettógróðureyðingar hérlandis, en þar sem slíkar gervihnattamælingar hófust ekki fyrir en 1982 skortir traustar, magnbundnar upplýsingar um það. Þetta þýðir þó ekki að gróður- og jarðvegseyðing séu ekki enn mikið vandamál á ákveðnum stöðum hérlandis, þó að ástandið hafi batnað á landsvísu. Enn flokkast um þriðjungur landsins með umtalsverða eða mikla jarðvegseyðingu og því mikil þörf á uppgræðslu- og endurheimtaraðgerðum⁴⁴. Þó að landgræðslustarf hafi orðið auðveldara með hlýnandi veðurfari á síðustu áratugum, getur þurft umtalsverð inngríp og/eða langan tíma til að endurheimta vistkerfi landsins þar sem þau hafa raskast⁴⁵. Aukinn lofthiti í framtíðinni mun væntanlega auðvelda uppgræðslu landsins og gera kleift að nota til þeirra aðgerða fleiri plöntutegundir en nú eru notaðar⁴⁶. Náttúruhamfarir, svo sem stór öskugos og jökulhlaup, munu þó eftir sem áður geta haft mikil áhrif á gróðurfari landsins (mynd 9.10), svo og sú landnýting sem stunduð er á viðkvæmum stöðum. Verkefnum á sviði landgræðslu mun því seint ljúka.

Tilvísanir

- 1 Cook, A. C., Tissue, D.T., Roberts, S.W. & Oechel, W.C. 1998. Effects of long-term elevated [CO₂] from natural CO₂ springs on *Nardus stricta*: photosynthesis, biochemistry, growth and phenology. *Plant, Cell and Environment* 21. 417-425.
- 2 Bjarni D. Sigurdsson, Halldor Thorgeirsson & Linder, S. 2001. Growth and dry-matter partitioning of young *Populus trichocarpa* in response to CO₂ concentration and mineral nutrient availability. *Tree Physiology* 21. 941-950.
- 3 Sjá V2008, tilvísun 3 í kafla 3.
- 4 Emma Eyþórsdóttir, dósent við Landbúnaðarháskóla Íslands, í erindi fyrir nefndina 25.02. 2016.
- 5 Hólmgeir Björnsson & Áslaug Helgadóttir 1988. The effects of temperature variations on agriculture in Iceland. Section 3: The effects on grass yield, and their implications for dairy farming. Bls. 445-474 í *The Impact of Climatic Variations on Agriculture*. Vol. 1 Assessments in Cool Temperature and Cold Regions (ritstj. Parry, M.L., Carter T.R. & Konijn, N.T.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 6 Leblans, Niki I.W. 2016. Natural gradients in temperature and nitrogen: Iceland represents a unique environment to clarify longterm global change effects on carbon dynamics. (Doktorsritgerð) Joint P.hD. thesis between Agricultural University of Iceland and University of Antwerp, Reykjavík, Iceland. 229 bls.
- 7 Reynolds, M., Borgþór Magnússon, Sigmar Metúsalemsson & Sigurður Magnússon 2015. Warming, Sheep and Volcanoes: Land Cover Changes in Iceland Evident in Satellite NDVI Trends. *Remote Sensing* 7(8). 9492-9506.
- 8 Bjarni E. Guðleifsson 2009. Ice encasement damage on grass crops and alpine plants in Iceland – Impacts of climate change. Bls. 163-172 í *Plant Cold Hardiness: From the Laboratory to the Field* (ritstj. Gusta, L., Wisniewski, M. & Tanino, K). CAB International, Wallingford, U.K.
- 9 Freyr Rögnvaldsson 2014. Mikið tjón vegna kals í Skagafirði. *Bændablaðið*, 19. júní 2014.
- 10 Persson, T. & Høgland, M. 2014. Impact of climate change on harvest security and biomass yield of two timothy ley harvesting systems in Norway. *Journal of Agricultural Science* 152. 205-216.
- 11 Elvar Örn Birgisson 2014. Vökvun túna í mýri og mel. (BS ritgerð), Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. 32 bls.
- 12 Bjarni E. Guðleifsson 2004. Áhrif væntanlegra loftslagsbreytinga á landbúnað á Íslandi. Rit Fræðafþings landbúnaðarins 2004, bls. 17-25.
- 13 Haraldur Ólafsson, Áslaug Helgadóttir, Aðalsteinn Sigurgeirsson, Jónatan Hermannsson & Ólafur Rögnvaldsson 2007. Líkleg þróun veðurfars á Íslandi með tilliti til ræktunar. Rit Fræðafþings landbúnaðarins 4, bls. 29-36.
- 14 Hrannar Smári Hilmarsson, Magnus Göransson, Lillemo, M., Þórdís Anna Kristjánsdóttir, Jónatan Hermannsson & Jón Hallsteinn Hallsson. 2017. An overview of barley breeding and variety trials in Iceland in the years 1987-2014. *Icelandic Agricultural Sciences* 30, 13-28.
- 15 Solberg, S. Ø., Diederichsen, A., Áslaug Helgadóttir, Sigríður Dalmannsdóttir, Djurhuus, R., Frederiksen & A. Yndgaard, F. 2016. Plant genetic resources and climate change. Stakeholder perspectives from the Nordic and Arctic regions. Í *Applied Mathematics and Omics to Assess Crop Genetic Resources for Climate Change Adaptive Traits* (ritstj. Bari, A., Damania, A. B., Mackay, M. & Dayanandan S.). CRC Press. Boca Raton, U.S.A. Bls. 13-2.
- 16 Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið 2011. Tillögur starfshóps um eflingu kornræktar á Íslandi. Reykjavík. 16. bls.
- 17 Sjá t.d. umræðu í Mörg er búmanns raunin. (Einar Sveinbjörnsson 2012, esv.blog.is/blog/esv/entry/1245655)
- 18 Sigurlaug Jónína Ólóf Þorsteinsdóttir 2016. Tjón af völdum ágangs álfta og gæsa á ræktað land. B.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. 26 bls.
- 19 Þórarinn Leifsson 2015. Kornrækt og jarðvinnsla. Fræðsluhornið. *Bændablaðið*, 14. apríl 2015.
- 20 Chapin III, F. S., Matson, P.A. & Mooney, H.A. 2002. Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer. New York, Berlin, London.
- 21 Freyr Rögnvaldsson 2008. Kornrækt. Vel hægt að rækta hveiti. *Morgunblaðið*, 24 apríl 2008.
- 22 Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson 2009. Ræktun repju og neppju til olíuframléiðslu og uppgræðslu. Rit LbhÍ 24. 30 bls.
- 23 Sjá t.d. umfjöllun í „Matarólía af ökrum íslenskra bænda“. *Vísir.is*. 25. maí 2012. (www.visir.is/matarolia-af-okrum-islenskra-baenda/article/2012120529255.)
- 24 Barua, SK., Berg, P., Bruvoll, A., Cederberg, C., Drinkwater, K.F., Eide, A., Emma Eythorsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Leo A. Guðmundsson, Gundersen, P., Hoel, A.H., Jarp, J., Jørgensen, R.B., Kantanen, J., Kettunen-Präbel, A., Løvendahl, P., Meuwissen, T., Olesen, J.E., Portin, A.R., Odd, A., Stiansen, J.E., Strandberg, E. & Aamaas, B. 2014. Climate change and primary industries: Impacts, adaptation and mitigation in the Nordic countries. *Nordic Council of Ministers. TemaNord* 2014:552. 199 bls.
- 25 Guðríður Helgadóttir, forstöðumaður Garðyrkjuskólans, í erindi fyrir nefndina 25.02. 2016.
- 26 Hraundís Guðmundsdóttir 2013. Ræktun ávaxtatríja á Íslandi. (B.S. ritgerð), Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. 40 bls.
- 27 Sjá umfjöllun á vefsíðu býflugnaræktarfélagins. www.byflugur.is
- 28 Gerður Guðmundsdóttir & Bjarni D. Sigurdsson 2005. Photosynthetic temperature response of mountain birch (*Betula pubescens* Ehrh.) in comparison with three other broadleaved tree species in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 18. 43-51.
- 29 Bjarni D. Sigurdsson 2001. Environmental control of carbon uptake and growth in a *Populus trichocarpa* plantation in Iceland. *Acta Univ. Agricult. Suec., Silvestria* 174. 64 bls.
- 30 Wöll, C. 2008. Treeline of mountain birch (*Betula pubescens* Ehrh.) in Iceland and its relationship to temperature. (M.Sc. thesis), Technical University Dresden, Tharandt, Germany. 133 bls.
- 31 Sighvatur Jón Þórarinnsson & Ólafur Eggertsson 2012. Vistfræði reyniviðar (*Sorbus aucuparia* L.) í Trostansfirði – aldur, vaxtarhraði og þéttleiki. *Skógræktarritið* 2012(1) 47-54.

- 32 Traustason, Björn, Snorrason, Arnór & Kjartansson, Bjarki Þór. 2015. Endurkortlagning náttúrulegra birkiskóga og birkikjarrs á Íslandi. Ársrit Skógræktar ríkisins, 2014, 14-15.
- 33 Arnór Snorrason, Björn Traustason, Bjarki Þór Kjartansson, Lárus Heiðarsson, Rúnar Ísleifsson & Ólafur Eggertsson 2016. Náttúrulegt birki á Íslandi - Ný úttekt á útbreiðslu þess og ástandi. Náttúrufræðingurinn 86(3-4). 97-111. Sambandið er $f = 40.5 \times T + 4.1$, þar sem f er flatarmálsaukning landshlutans í km², T er hlýninin á skógarsvæðum í °C.
- 34 Friðþór Sófus Sigurmundsson, Höskuldur Þorbjarnarson, Guðrún Gisladóttir & Hreinn Óskarsson 2012. Breytingar á útbreiðslu og þéttleika birkiskóglendis á jörðum í nágrenni Heklu 1987–2012. Landabréfið, 26. 27-39.
- 35 Wöll, C, Birna Sigrún Hallsdóttir, Jón Guðmundsson, Arnór Snorrason, Jóhann Þórsson, Páll Valdimar Jónsson Kolka, Kristján Andrésson & Stefán Einarsson 2014. National Inventory Report 2014. Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2012. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Umhverfisstofnun. Reykjavík.
- 36 Lárus Heiðarsson, Benjamín Örn Davíðsson & Arnór Snorrason 2015. Viðarmagnsspá fyrir bændaskógrækt á Fljótsdalshéraði. Við skógareigendur 9(1). 4-5.
- 37 Benjamín Örn Davíðsson & Lárus Heiðarsson 2013. Áætlun á núverandi og framtíðar viðarmagni lerkis (*Larix sukcezevii*) og stafafuru (*Pinus contorta*) á hluta starfssvæðis Norðurlandsskóga í Eyjafirði. Ársrit Skógræktar ríkisins 2012. 22-24.
- 38 Bárcena, T.G., Kiær, L.P., Vesterdal, L., Helena Marta Stefánsdóttir, Gundersen, P. & Bjarni D. Sigurdsson 2014. Soil carbon stock change following afforestation in Northern Europe: a meta-analysis. *Global Change Biology* 20. 2393-2405.
- 39 Brynhildur Bjarnadóttir 2009. Carbon stocks and fluxes in a young Siberian larch (*Larix sibirica*) plantation in Iceland. (Ph.D. ritgerð). Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution. Avhandlingar 182, Lund University, Lund, Sweden. 62 bls.
- 40 Bergþóra Jónsdóttir 2015. Hrymur á Hrútsstöðum: Samanburðar- og framleiðslutilraun með nýtt íslenskt lerki. (B.S. ritgerð), Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri. 62 bls.
- 41 Guðmundur Halldórsson, Bjarni D. Sigurdsson, Brynja Hrafnkelsdóttir, Edda S. Oddsdóttir, Ólafur Eggertsson & Erling Ólafsson 2013. New arthropod herbivores on trees and shrubs in Iceland and changes in pest dynamics: A review. *Icelandic Agricultural Sciences* 26. 69-84.
- 42 Jepsen, J.U., Kapari, L., Hagen, S.B., Schott, T., Vindstad, O.P.L., Nilssen, A.C. & Ims, R.A. 2011. Rapid northwards expansion of a forest insect pest attributed to spring phenology matching with sub-Arctic birch. *Global Change Biology* 17(6) 2071-2083.
- 43 Björn Traustason, Þorbergur Hjalti Jónsson & Bjarki Þór Kjartansson 2014. Geta tré vaxið á Sprengisandi? Ársrit Skógræktar ríkisins 2013. 16-20.
- 44 Ólafur Arnalds 2015. *The Soils of Iceland*. Springer. Heidelberg, New York, London. 183 bls.
- 45 Ása L. Aradóttir & Guðmundur Halldórsson (ritstj.) 2011. *Vistheimt á Íslandi*. Landbúnaðarháskóli Íslands og Landgræðsla ríkisins. 172 bls.
- 46 Árni Bragason landgræðslustjóri ræðir við Bændablaðið um framtíð uppgæðslu í landinu: Aukinn lofthiti mun hafa gríðarleg áhrif á uppgæðslu landsins. Bændablaðið, 3. nóvember 2016.

