Binding kolefnis á landgræðslusvæðum

Ása L. Aradóttir[1], Kristín Svavarsdóttir[1] og Jón Guðmundsson[2]
[1]*Landgræðslu ríkisins,* [2]*Landbúnaðarháskóla Íslands*

Inngangur

Talið er að tapast hafi hundruð milljóna tonna af kolefni úr íslenskum jarðvegi vegna jarðvegseyðingar frá landnámi (Óskarsson o.fl. 2004) og er ástand íslenskra vistkerfa víða slæmt (t.d. Ólafur Arnalds o.fl. 1997). Aðgerðir til að bæta það og koma í veg fyrir frekari hnignun leiða yfirleitt til kolefnisbindingar þó að bindingin sé sjaldnast meginástæða aðgerðanna (Andrés Arnalds og Anna María Ágústsdóttir 2005).

Binding kolefnis með landgræðslu er leyfileg mótvægisaðgerð gegn losun koltvísýrings út í andrúmsloftið, samkvæmt grein 3.4 í Kyoto-bókuninni. Hafa stjórnvöld valið að nýta meðal annars þessa bindileið til að uppfylla skuldbindingar Íslands gagnvart bókuninni. Til þess að það sé gerlegt þarf að gera skil á bindingunni með fullnægjandi og staðfestanlegum hætti (IPCC 2003). Rannsóknir á kolefnisbindingu við landgræðslu eru liður í því starfi.

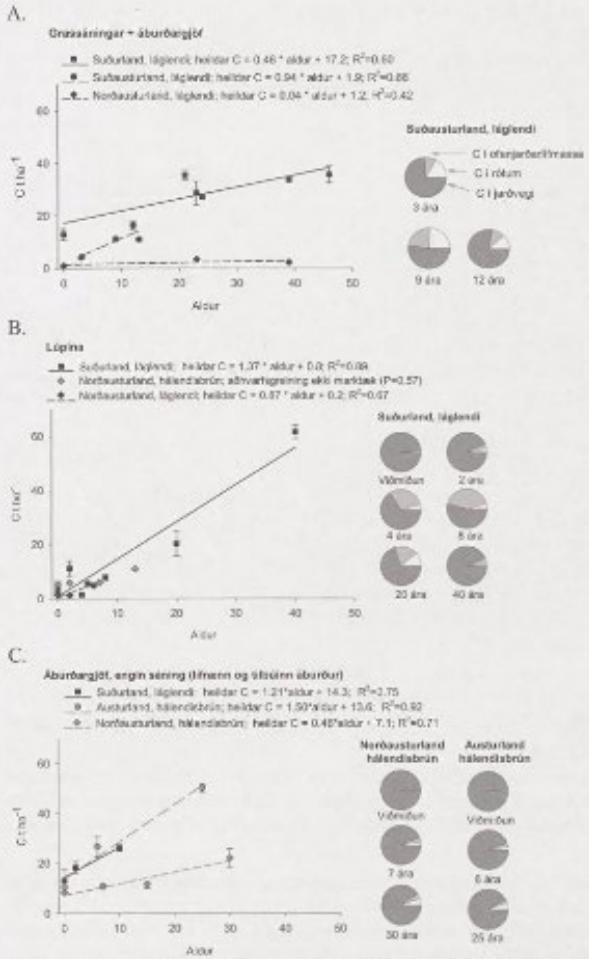
Kolefnisbinding í jarðvegi og gróðri á landgræðslusvæðum var rannsökuð hér á landi á árunum 1998-2000 í tengslum við sérstakt átak ríkisstjórnar Íslands til að vega upp á móti losun gróðurhúsalofttegunda með aukinni skógrækt og landgræðslu. Hér eru kynntar rannsóknir þar sem bindingin var metin með því að bera saman kolefnisforða í sambærilegum en misgömlum uppgræðslum. Lögð var áhersla á að fá mat á stærðargráðu bindingarinnar og greina helstu þætti sem hafa áhrif hana. Hluti af niðurstöðum rannsóknanna hafa þegar verið birtar (Arnalds o.fl. 2000, Aradóttir o.fl. 2000) en hér eru kynntar niðurstöður um áhrif uppgræðsluaðferða og aðstæðna á heildarforða kolefnis og hraða kolefnisbindingar.

Efni og aðferðir

Rannsóknirnar voru gerðar á sextán svæðum í fjórum landshlutum. Leitast var við að velja svæði við ólíkar umhverfisaðstæður þar sem búast mætti við að bindingin væri mishröð. Einnig voru rannsakaðar mismunandi uppgræðsluaðgerðir: hefðbundin uppgræðsla með grasfræi og áburði, lúpínusáningar, melgresissáningar á sandfoksvæðum og uppgræðslur bænda með áburðargjöf án sáninga. Öll uppgræðslusvæðin nema þau sem voru á vegum bænda voru friðuð fyrir búfjárbeit.

Á svæðunum voru lagðir út 100 m^2 reitir í misgömlum uppgræðslum sem áttu að vera sambærilegar hvað varðar aðstæður og jafnstórir viðmiðunarreitir á óuppgræddu landi í nágrenninu; yfirleitt þrír reitir í hverri samsetningu aldurs og aðferðar. Fimm rammar (0,25m^2) voru lagðir út tilviljanakennt innan reitanna, þeir gróðurgreindir og allur lífmassi ofanjarðar klipptur, þurrkaður og veginn. Jarðvegssýni til mælinga á kolefni voru tekin með kjarnabor úr miðju hvers ramma og eitt kjarnasýni til viðbótar var tekið úr reitnum til mælinga á rótamassa. Náðu sýnin niður á 30 cm dýpi. Nánari lýsingu á aðferðum og úrvinnslu sýnanna er að finna hjá Aradóttir o.fl. (2000).

Magn lífræns kolefnis ofanjarðar og í rótum var reiknað út frá lífmassa og mælingum á kolefnisinnihaldi sýnanna. Magn kolefnis í jarðvegi var reiknað út frá kolefnisinnihaldi,



1. mynd. Heildarforði kolefnis (meðaltal og staðalskekkja) og aðhvarfslínur fyrir uppgræðslur með grasfræi og áburði (A), lúpínusáningar (B) og uppgræðslur með áburðargjöf (C). Formúlur fyrir aðhvarfslínurnar eru sýndar ofan við hvert línurit og gefur hallatalan fyrir hverja línu mat á bindihraðanum fyrir viðkomandi aðgerð á viðkomandi svæði. Kökurit hægra megin á myndunum sýna hlutfall kolefnisforða í mismunandi hlutum vistkerfisins fyrir valin svæði.

rúmþyngd jarðvegs og hlutfalli grófs efnis í jarðveginum. Tölur um kolefnisforða eru settar fram sem tonn kolefnis á ha. Gerð var línuleg aðhvarfsgreining á heildarforða kolefnis og aldri uppgræðslu innan hvers svæðis og hverrar aðferðar og var hallatala aðhvarfslínunnar notuð sem mælikvarði á bindihraðann (t C ha^{-1} á ári). Tölfræði var unnin í SPSS, 12. útgáfu.

Niðurstöður

Kolefnisforði í gróðri og jarðvegi uppgræðslusvæðanna jókst eftir því sem þau voru eldri (1. mynd) allsstaðar nema í melgresissáningunum (ekki sýndar hér). Í óuppgræddum viðmiðunarreitum var kolefnisforðinn á bilinu frá 0,5 til 13 t ha^{-1} en 1,2 til 61,5 t ha^{-1} í uppgræðslunum. Mestur kolefnisforði, yfir 50 t ha-1, mældist í 40 ára lúpínubreiðu á S-landi og í 25 ára uppgræðslu með áburðargjöf við hálendisbrúnina á A-landi.

Áætlaður bindihraði kolefnis var á bilinu 0,04 til 1,5 t C ha^{-1} á ári og var afar breytilegur milli svæða og uppgræðsluaðferða (1. mynd). Í öllum tilvikum var meirihluti kolefnisforðans í jarðvegi (sjá kökurit hægra megin á 1. mynd).

Umræða

Niðurstöðurnar sýna allmikla kolefnisbindingu í jarðvegi og gróðri landgræðslusvæða. Kolefnisbindingin var yfirleitt á bilinu frá 0,4 til 1,5 t C ha^{-1} á ári, sem svarar til 1,5 – 5,5 tonna af CO_2. Þessi binding er af sömu stærðargráðu, en þó heldur hærri en þau 0,1-0,4 t C ha^{-1} sem Sampson og Scholes (2000) áætluðu fyrir illa farið land. Mun minni binding mældist þó í gömlum grassáningum á NA-landi eða 0,01 t C ha^{-1} á ári. Aðeins var borið einu sinni á þær sáningar og virðist uppsöfnun næringarefna og framvinda þar hafa verið afar hæg (Grétarsdóttir o.fl. 2004). Annars var bindihraðinn allajafna minni á NA-landi en í sambærilegum uppgræðslum annars staðar og gæti lítil úrkoma og stuttur vaxtartími hafa haft þar áhrif.

Kolefnisforði í grassáningum á NA- og S-landi gæti hafa verið vanmetinn, þar sem lífmassi róta var ekki mældur. Kolefnisbinding í grassáningum var mest á SA-landi en á því uppgræðslusvæði var há grunnvatnsstaða og votlendi byrjað að myndast þegar rannsóknirnar fóru fram.

Allmikil kolefnisbinding var í lúpínubreiðum, eða yfir 0,8 t C ha^{-1} á ári, nema við hálendisbrúnina á NA-landi þar sem hún var ekki marktæk. Á yngri svæðum er stærri hluti kolefnisins í lífmassa ofanjarðar en minnkar hlutfallslega eftir því sem binding í jarðvegi eykst.

Mest aukning í kolefnisforða mældist í uppgræðslum með áburðargjöf án sáninga á A-landi, 1,5 t C ha^{-1} á ári, og einnig var mikil aukning í sambærilegri uppgræðslu á S-landi. Nettó binding kolefnis á þessum svæðum er þó líklega lægri en þessar tölur gefa til kynna þar sem lífrænn búfjáráburður var að hluta til notaður við uppgræðslurnar og má búast við að eitthvað af honum komi fram í jarðveginum.

Öfugt við aðrar aðgerðir þá sýndu niðurstöður fyrir melgresissáningar ekki línulega uppsöfnun kolefnis með aldri (Aradóttir o.fl. 2000). Að vísu kom fram talsverð uppsöfnun til að byrja með í ungum melgresissáningum en síðan mældist minni kolefnisforði í eldri sáningunum en þeim yngri. Þetta þarf þó ekki að þýða að þessi svæði hafi tapað

kolefni með tímanum, heldur er skýringunna að leita í því að melgresissáningar eru fyrst og fremst notaðar á sandfokssvæðum og safnast sandur fyrir í þeim. Við það grefst bæði lífmassi og kolefnisríkur jarðvegur niður miðað við jarðvegsyfirborðið og getur þá lent talsvert fyrir neðan þá 30 cm sem miðað er við í stöðluðum aðferðum við að meta kolefnisforða. Auk þess myndar melgresið oft hóla og þá verður dreifing kolefnisins um svæðin ójöfn. Þar sem melgresi er mikið notað í landgræðslustarfi er áríðandi að finna nothæfar leiðir til að mæla bindingu kolefnis í slíkum uppgræðslum. Einn möguleiki í því sambandi er að nota iðuflæðismælingar (Eddy correlation) sem mæla beint flæði kolefnis milli yfirborðs og andrúmslofts á stærri svæðum (1-10 ha).

Mat á stuðlum fyrir kolefnisbindingu með landgræðslu á Íslandi byggir á rannsóknaátaki sem unnið var á árunum 1998-2000. Gögnin eru þó takmörkuð vegna þess að þau ná aðeins yfir mjög fá svæði, sem voru m.a. valin með hliðsjón af því að fá hugmynd um þann skala sem bindingin væri á (mesta og minnsta binding) fremur en að fá einkennandi úrtak af landgræðslusvæðum innan hvers landshluta. Þar sem niðurstöðurnar sýna allmikinn breytileika í hraða kolefnisbindingar eftir svæðum og uppgræðsluaðferðum, verður ekki hjá því komist að þróa mismunandi stuðla fyrir mismunandi aðgerðir og aðstæður. Til þess að renna styrkum stoðum undir þá stuðla þarf viðbótarrannsóknir þar sem meðal annars verður mæld binding á fleiri svæðum innan hvers landshluta og þess gætt að við val á úrtaki að hægt sé að yfirfæra rannsóknirnar yfir á stærri svæði. Samhliða þarf að fara fram þróun og uppsetning á vöktunarkerfi þar sem fylgst verði reglubundið með bindingu á landgræðslusvæðum. Í samningaferli Kyoto bókunarinnar beittu Íslendingar sér mjög fyrir viðurkenningu á kolefnisbindingu með landgræðslu og því er mikilvægt að vel sé staðið að því að staðfesta bindinguna og gera skil á henni.

Heimildir

Andrés Arnalds & Anna María Ágústsdóttir 2005. Kolefnisbinding og endurreisn landkosta. *Fræðaþing landbúnaðarins 2005*: 25-31.

Aradóttir, Á.L., Svavarsdóttir, K., Jónsson, Þ.H. & Guðbergsson, G., 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. *Búvísindi* 13: 99-113.

Arnalds, Ó., Guðbergsson, G. & Guðmundsson, J., 2000. Carbon sequestration and reclamation of severely degraded soils in Iceland. *Búvísindi* 13: 87-97.

Grétarsdóttir, J., Aradóttir, Á.L., Vandvik, V., Heegaard, E. & Birks, H.J.B., 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12: 268-278.

IPCC 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason, 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Óskarsson, H., Arnalds, Ó., Gudmundsson, J. & Gudbergsson, G., 2004. Organic carbon in Icelandic Andosols: geographical variation and impact of erosion. *Catena* 56: 225-238.

Sampson, R.N. & Scholes, R.J., 2000. Additional Human Induced Activities. Í: *Land use, land-use change, and forestry. A special report of the IPCC*. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, 181-248.