

Áhrif jarðvinnslu á samkornabyggingu brúnjarðar

Brita Berglund*, Hólmgeir Björnsson** og Guðrún Gísladóttir***

ÁGRIP

Meðal þátta sem hafa áhrif á frjósemi jarðvegs er gerð og stærðardreifing jarðvegskorna. Samkorn eru samsett úr mörgum litlum jarðvegskornum og lífrænu efni. Þau binda næringarefni og vatn og hafa jafnframt góð áhrif á eðliseiginleika jarðvegs. Það er því æskilegt að í fínkorna jarðvegi sé mikið af stöðugum samkornum. Jarðvinnsla hefur áhrif á samkornabyggingu og vegna vaxandi jarðyrkju hér á landi er mikilvægt að vita í hverju áhrifin felast. Í greininni er skýrt frá rannsókn á áhrifum jarðvinnslu á samkornabyggingu brúnjarðar. Magn stöðugra samkorna >0,25 mm var mælt með votsigtiaðferð sumarið 2003 og 2004 á sýnum teknum úr jarðvinnslutilraun sem hófst haustið 2001. Bornir voru saman fimm tilraunaliðir þar sem jarðvegurinn hafði verið unninn á mismunandi hátt. Niðurstöðurnar leiddu í ljós aukið hlutfall stöðugra samkorna milli ára í öllum tilraunaliðum, mest í efstu 10 sm í óhreyfðum túnreitum. Aukning var einnig mikil í reitum sem höfðu fengið lágmarksjarðvinnslu en hátt hlutfall samkorna leiddi þó ekki til aukins holrýmis í þeim reitum eins og ætla mætti. Lægra hlutfall samkorna mældist að vori en sumri og getur veðurfar og mikil bleyta í jarðvegi átt þátt í því. Stutt er síðan jarðvinnslutilraunin hófst og því ekki tímabært að fullyrða um langtímaáhrif jarðvinnslu á samkornabyggingu brúnjarðar. Til skamms tíma lítið virðast þættir eins og meðhöndlun sýna, veðurfar, vatnsinnihald og lífrænt efni í jarðvegi hafa meiri áhrif á samkornabyggingu en jarðvinnsla.

Lykilorð: Samkorn, brúnjörð, jarðvinnsla, stöðugleiki, votsigtun.

ABSTRACT

Tillage effects on water-stable aggregates in Brown Andosol

Aggregation and size distribution of soil particles are important for soil fertility. Soil aggregates consist of primary particles and organic matter and are important for many physical and chemical functions in soils. Cultivation affects the stability of soil aggregates and since tillage is now increasing in Iceland it is important to know the effects on soil properties. The objective of the study reported in this paper is to determine the effects of tillage on water-stable aggregates in Brown Andosol. Stable aggregates >0,25 mm in five experimental treatments were measured by wet-sieving. The samples were taken in 2003 and 2004 in a tillage experiment, which started in 2001. The results showed an increase in water-stable aggregates for all five treatments, mostly in the top 10 cm in undisturbed hay-field and also in a low-tillage treatment. The increased aggregation in the low-tillage plots did not lead to higher porosity as would be expected. Lower proportions of stable aggregates were found in May 2004 than in July, probably the result of weather impacts and higher moisture content of the soil. The tillage experiment has recently started and any conclusions on the long-term effects of tillage on aggregates in Brown Andosol are therefore premature. On a short term basis other factors such as weather impacts, organic matter content and soil moisture seem to affect aggregate stability more than tillage.

Keywords: Aggregates, Brown Andosol, tillage, stability, wet sieving.

INNGANGUR

Frjósamur jarðvegur er undirstaða ræktunar. Meðal þátta sem hafa áhrif á jarðvegsgeði er gerð og stærðardreifing jarðvegskorna. Jarðvegsborn geta ýmist verið sérkorn, þ.e. ósamsett korn úr föstu bergefni,

eða samkorn (e. aggregates) þar sem lítil jarðvegsborn og lífrænt efni bindast saman í stærri einingar (Brady og Weil 2004). Segja má að samkorn sameini kosti leirs og stærri jarðvegsborna þar sem þau varðveita

* Landbúnaðarháskóli Íslands–Keldnaholt, 112 Reykjavík; brita@lbhi.is

** Landbúnaðarháskóli Íslands–Keldnaholt, 112 Reykjavík; holmgeir@lbhi.is

*** Jarð- og landfræðiskor, Háskóli Íslands, 101 Reykjavík; ggisla@hi.is

eiginleika leirsins til að binda næringarefni og vatn en gefa leirríkum jarðvegi jafnframt eðliseiginleika grófkorna jarðvegs. Ber þar helst að nefna myndun og viðhald holrýmis í jarðvegi. Holrými hefur áhrif á rúmþyngd, jarðvegshita, vatnsleiðni, vatnsheldni og loftun jarðvegs auk þess sem það auðveldar rótarvöxt og skapar vist fyrir jarðvegslíf. Gróft holrými ($>0,05$ mm) skiptir mestu máli fyrir framræslu og loftun jarðvegs en meðalgróft ($0,005$ – $0,05$ mm) fyrir vatnsbúskap plantna (Ashman og Puri 2002). Holrými í þessum stærðarflokkum er helst að finna milli samkorna $>0,25$ mm eða stærri sérkorna. Samkorn binda einnig lífrænt efni í jarðvegi og veita mótstöðu gegn jarðvegsrofi auk þess sem góð samkornabygging auðveldar jarðvinnslu.

Samkorn eru viðkvæm fyrir jarðvinnslu og öðrum utanaðkomandi áhrifum og benda erlendar rannsóknir til þess að samkorn verði stærri, fleiri og stöðugri þar sem jarðvinnslu er stillt í hóf samanborið við að plægt sé árlega (t.d. Deneff o.fl. 2001; Poulenard o.fl. 2002; Brye 2003; Whalen o.fl. 2003). Jarðvinnsla hefur aukist hér á landi, einkum vegna korn- og grænófóðurræktunar, og eru um 10% ræktaðs lands nú unnin árlega (Áslaug Helgadóttir og Jónatan Hermannsson 2003). Stefnt er að aukinni fjölbreytni í innlendi fóðurframleiðslu og er því líklegt að enn meira land verði unnið árlega í framtíðinni.

Markmið rannsóknarinnar sem hér verður skýrt frá er að kanna áhrif mismunandi jarðvinnsluaðferða á samkornabyggingu brúnjarðar. Brúnjörð¹ (e. Brown Andosol) er fínkorna þurrlendisjarðvegur með allt að 12% kolefni og 15–30% af leirsteindinni allófan (Ólafur Arnalds 2004). Hún er dæmigerð eldfjallajörð og þekur um 15% landsins. Brúnjörð er aðallega að finna á virku gosbeltunum og jaðarsvæðum þeirra en jarðvegur, sem er blanda af brún- og blautjörð, er algengur á blágrýtissvæðum og þekur um 31% af landinu. Áætlað er að um þriðjungur ræktaðs lands á Íslandi sé brúnjörð en nákvæmari upplýsingar skortir.

Samkorn eru skilgreind sem hópur sérkorna þar sem samloðunarkraftarnir eru sterkari milli kornanna innbyrðis en milli þeirra og aðliggjandi jarðvegskorna (Kemper og Rosenau 1986). Þau eru flokkuð eftir stærð á sama hátt og sérkorn (Brady og Weil 2004). Til smásamkorna (e. microaggregates) teljast yfirleitt korn $<0,25$ mm en til stórsamkorna (e. macroaggregates) þau sem eru $>0,25$ mm.

Margir þættir hafa áhrif á samkornamyndun og má þar meðal annars nefna samloðun vegna rafhleðslu leirkorna. Lífrænt efni og tví- og þriggildar katjónir hafa áhrif á hleðslu og mynda sterk tengi á milli leiragnana (Tisdall og Oades 1982; Cambardella 2002). Annar áhrifamikill þáttur er þurrkverkanir. Þegar jarðvegur þornar færast leirkornin nær hvert öðru, samloðunarkraftarnir styrkjast og samkornabinding eykst (Kemper og Rosenau 1986). Frost hefur sömu áhrif þar sem vatn dregst úr jarðvegi við ísmyndun (Brady og Weil 2004). Eldfjallajörð getur bundið mikið vatn og umhleypingar í íslensku veðurfari valda tíðum frost- og þurrkferlum (Ólafur Arnalds 1993). Því má gera ráð fyrir að þessir ferlar hafi mikil áhrif á samkornamyndun hér á landi.

Tisdall og Oades (1982) og Oades og Waters (1991) hafa sýnt fram á að lífrænt efni og lífrænir ferlar gegna lykilhlutverki við myndun og viðhald samkorna. Plönturætur þurrka jarðvegin og gefa, ásamt sveppþráðum (e. hyphae), svepprot (e. mycorrhizae), bakteríum, ánamöðkum og þörungum, frá sér fjölsýkrur og önnur efni sem líma jarðvegskorn saman (Tisdall og Oades 1982). Stórsamkornum er yfirleitt haldið saman af fingerðu neti myndað úr rötum og sveppþráðum.

Til að varðveita góða jarðvegsbyggingu er mikilvægt að samkornin séu stöðug, þ.e.a.s. að samloðunarkraftarnir hafi mótstöðu gegn eyðandi öflum (Angers og Mehuys 1993). Stöðug samkorn stuðla að auknu þoli jarðvegs gegn vind- og vatnsrofi og þjöppun auk þess að koma í veg fyrir að blautur jarðvegur klessist. Eyðing samkorna

¹ Eldra heiti á brúnjörð er móajarðvegur (sbr. Björn Jóhannesson 1988; Þorsteinn Guðmundsson 1994a).

á sér aðallega stað á yfirborði jarðvegs og getur skyndileg úrkoma sundrað þurrum kornum (Batey 1988). Við það losna smærri jarðvegsborn sem geta stíflað holur í jarðvegi og aukið hættu á skánmyndun. Fyrir jarðrækt skiptir mestu máli að jarðvegur innihaldi votstöðug stórsamkorn, þ.e. samkorn $>0,25$ sm sem standast álag í blautu ástandi og hafa þol gegn vatnsrofi (Tisdall og Oades 1982). Votstöðugleiki er háður lífrænu innihaldi jarðvegs en niðurbrotshraði þess ræður miklu um líftíma kornanna. Stórsamkorn eru viðkvæm fyrir eyðingu og lækkar hlutfallið verulega þegar rötum og sveppþráðum fækkar í jarðvegi.

Brúnjörð er talin hafa veika samkornabyggingu (Björn Jóhannesson 1988; Þorsteinn Guðmundsson 1994b). Í efsta lagi hennar eru samkornin yfirleitt kúlulaga, jarðvegurinn laus í sér og auðveldur í vinnslu (Þorsteinn Guðmundsson 1994b). Hún er þó talin einstaklega viðkvæm fyrir þjöppun og er hættu á að samkornin sundrist og jarðvegurinn falli saman ef hún er unnin of mikið (Grétar Einarsson 1968; Björn Jóhannesson 1988; Þorsteinn Guðmundsson 1994b). Ólafur Arnalds (1990) komst að þeirri niðurstöðu að samkornum í brúnjörð væri hættara við að aflagast og sundrast í röku ástandi en í þurru.

Jarðvinnsla hefur bæði jákvæð og neikvæð áhrif á samkornabyggingu en tilgangur hennar er meðal annars að losa um jarðveginn og bæta jarðvegsbyggingu (Þorsteinn Guðmundsson 1994b). Skömmu eftir jarðvinnslu er mikið af grófu holrými í jarðvegi en hversu vel það varðveitist fer meðal annars eftir stöðugleika samkorna (Kemper og Rosenau 1986). Þjöppun vegna umferðar getur til dæmist valdið því að samkornin aflagist og stærri holur falli saman.

Við jarðvinnslu blandast lífrænar leifar betur við jarðveginn sem er jákvætt til skamms tíma lítið (Shoji o.fl. 1993; Brady og Weil 2004). Niðurbrotshraði eykst þó þegar leifarnar sundrast og loft kemst að við losun jarðvegs. Með tíðri jarðvinnslu raskast einnig starfsemi jarðvegsdýra og rætur og

sveppþræðir slitna. Ef öll uppskera og annað ofanjarðarefni er fjarlægð og landið stendur lengi ógróið eftir vinnslu skilar takmarkað magn lífræns efnis sér aftur í jarðveginn. Til lengri tíma lítið er því hættu á að lífrænn forði jarðvegs minnki og hlutfall samkorna lækki ef jarðvegur er unninn árlega, einkum ef lífrænu efni er ekki bætt í jarðveginn, til dæmis með búfjáraburði.

Samkornamælingar hafa lítið verið stundaðar á Íslandi. Erlendis eiga þær sér hins vegar langa sögu og hafa margar aðferðir verið þróaðar til að mæla bæði stærðardreifingu og stöðugleika samkorna í votum og þurrum jarðvegi. Flestum aðferðum er ætlað að líkja eftir ferlum sem hafa áhrif á samkornabyggingu í náttúrunni og er mismunandi aðferðum því beitt eftir því hvaða áhrif er verið að rannsaka hverju sinni (Kemper og Rosenau 1986). Votsigtun, eins og notuð er í þessari rannsókn, er t.d. talin hafa svipuð áhrif á samkornabyggingu og vatnsrof. Þættir eins og rakastig jarðvegs, sýnataka, geymslu- og mæliaðferðir, geymslutími sýna og fleira getur haft áhrif á niðurstöðurnar. Samkornamælingar gefa því ekki nákvæma mynd af raunverulegu ástandi jarðvegs og samanburður milli rannsókna hefur takmarkað gildi.

Flestar samkornarannsóknir hafa verið gerðar á jarðvegi þar sem leirsteindir eru lagslíköt. Leirsteindir í eldfjallajörð eru að mörgu leyti frábrugðnar lagslíkötum og á því ef til vill ekki alltaf það sama við um samkorn í brúnjörð og í öðrum jarðvegsgerðum.

FRAMKVÆMD RANNSÓKNAR

Sýni til samkornamælinga voru tekin í jarðvinnslutilraun á Korpu, tilraunastöð Landbúnaðarháskóla Íslands (áður Rannsóknastofnun landbúnaðarins) í Reykjavík. Tilraunin er í fimm liðum, þar sem jarðvegurinn hefur fengið mismunandi meðferð (tafla 1).

Undirbúningur tilraunarinnar hófst haustið 2001 og hefur uppskera verið mæld árlega frá 2002. Landið sem tekið var undir tilraunina, hafði verið grasi vaxið og án áburðargjafar frá 1997. Allir tilraunaliðir

Tafla 1 Jarðvinnslutilraun á Korpu, tilraunaliðir og meðferð.

Tilraunaliðir	Nytjagróður	Meðferð
a	Tún	Óplægt. Borið á og slegið árlega
b	Tún	Plægt haustið 2001. Vallarfoxgrasi og byggi sáð vorið 2002, borið á og slegið árlega*
c	Bygg	Plægt og herfað árlega. Borið á, sáð og uppskorið árlega
d	Bygg	Plægt og tætt árlega. Borið á, sáð og uppskorið árlega
e	Bygg	Lágmarksjarðvinnsla; plægt haustið 2001, herfað árlega. Borið á, sáð og uppskorið árlega

* Árið 2002 var uppskera í b-reitum bygg, frá 2003 hafa þeir verið nýttir sem tún.

nema a-liður voru plægðir haustið 2001 en síðan hafa einungis c- og d-liðir verið plægðir. Plægt hefur verið að hausti í um 20 sm dýpt en yfirborðið herfað/tætt og sáð að vori, yfirleitt snemma í maí. Tilbúinn áburður hefur verið borinn á árlega frá árinu 2002 og öll uppskera, þar með talinn hálmur, hreinsuð burt. Reynt hefur verið að halda umferð um reitina í lágmarki.

Tilraunin er í fjórum blokkum og kemur hver tilraunaliður fyrir einu sinni í hverri blokk (mynd 1). Blokkirnar eru til þess fallnar að draga úr áhrifum landmunar á samanburð tilraunaliða. Hver reitur er 7×14 m að stærð en alls eru reitirnir 20. Dregið var um röð reita innan blokka, nema a-lið, sem er jafnan í enda blokkar.

Sýni voru tekin með jarðvegsbor sem er 2,8 sm í þvermál, 5–8 borkjarnar í hverju sýni. Yfirleitt voru sýnin tekin á 0–10 og 10–20 sm dýpi (20 sm borkjarna skipt í tvennt) en í vissum tilvikum á 0–20 sm dýpi eins og fram kemur í töflu 2. Sýnin voru geymd rök í plastpoka við 10°C þar til mælt var, yfirleitt nokkrum vikum eftir sýnatöku. Mælt var hve stórt hlutfall sérkorna <0,25 mm myndaði votstöðug samkorn >0,25 mm.

Þetta var gert með votsigtiaðferð á rökum sýnum. Nokkrar gerðir af votsigtitækjum hafa verið þróaðar erlendis en hér á landi er slíkur búnaður ekki til. Í staðinn var

viðurkennd aðferð Angers og Mehuys (1993) aðlöguð að þeirri aðstöðu sem var fyrir hendi og var ferillinn eftirfarandi:

1. Áður en mæling fór fram var jarðvegurinn sigtaður rakur í gegnum 4,75 mm sigti.

2. Um 5 g af rökum jarðvegi (v1) voru sett í hólka, 18 sm á lengd og 2,1 sm í þvermál.

3. Um 2 ml af vatni var hellt varlega í og látið standa í 10 mín. Þar á eftir var vatni hellt í hólkin upp að 16 sm.

4. Sýninu var velt í snúningstæki (28 snúningar/mín.) í 10 mín. og síðan skolað varlega í gegnum 0,25 mm sigti. Skolað var þangað til vatnið var tært.

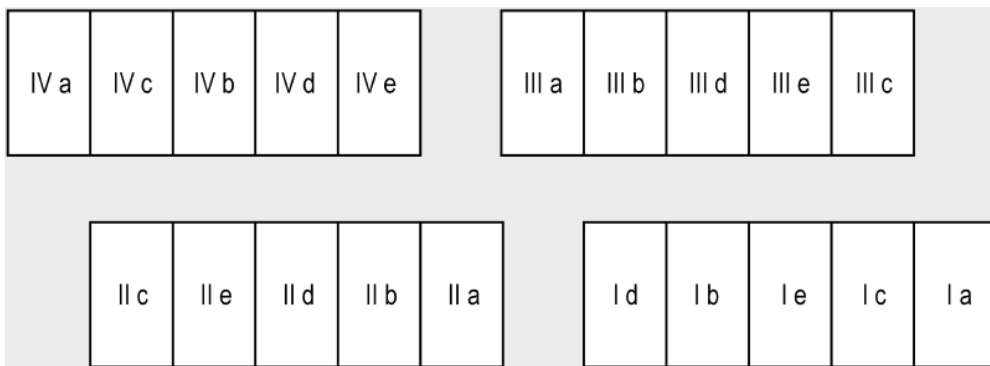
5. Það sem eftir var á sigtinu var sett í glas, þurrkað í 105 °C í 24 klst. og vigtað (v2). Þar með fékkst þyngd samkorna.

6. Samkornin voru leyst upp² með því að setja þau aftur á sigtið, bleyta með vatni og hræra með skeið þangað til sérkorn voru eftir. Sýni var því næst skolað, þurrkað í 105 °C í 24 klst. og vigtað (v3).

7. Vatnsinnihald var mælt í öllum sýnum með því að vigta um 15 g af rökum jarðvegi, þurrka í 105 °C í 24 klst. og vigta aftur. Vatnsinnihald var reiknað sem hlutfall af þurrum jarðvegi (g vatn / g þurrvigti).

Hlutfall votstöðugra samkorna var

² Í aðferð Angers og Mehuys (1993) eru samkornin leyst upp með Na-hexametafosfat-lausn. Na-hexametafosfat eykur yfirleitt neikvæða hleðslu og þar með fráhrindikrafta leirkornanna. Í allófanríkum jarðvegi getur það hins vegar virkað öfugt og jafnvel stuðlað að klasamyndun eins og niðurstöður Kobo og Oba frá 1965 og Kobo o.fl. frá 1974, sem lýst er í Shoji o.fl. (1993), sýna.



Mynd 1 Skipulag jarðvinnslutilraunar. Rómverskir stafir sýna blokkarnúmer, en bókstafir vísa til tilraunaliða.

reiknað í prósentum eins og greint er frá hjá Angers og Mehuys (1993):

$$\text{Hlutfall} = \frac{100 (v_2 - v_3)}{v_1 / (1 + \text{vatnsinnihald}) - v_3}$$

Tekið skal fram að hluti af vigt 3 eru samkorn samlímd af járnsamböndum. Þessi samkorn eru mjög stöðug og brotna ekki við jarðvinnslu. Kemper og Rosenau (1986) telja það því koma til greina að flokka þau sem sand eins og gert var í þessari rannsókn.

Sumarið 2003 voru samkorn mæld í júlí. Sýnin voru tekin í tveimur áföngum; 2. júlí var tekið úr c, d og e reitum í blokkum I og III og 29. júlí úr öðrum reitum. Mælt var tvisvar sumarið 2004 og voru sýni tekin úr öllum reitum 17. maí (áður en jarðvegur var unninn) og 15. júlí.

Glæðitap var mælt í júlí 2003 og 2004 til að nálgast lífrænt innihald sýna. Ofnþurrkaður jarðvegur var brenndur við 550 °C í oxandi umhverfi og glæðitap mælt sem hlutfall af ofnþurrkuðum jarðvegi (Sheldrick 1984).

Greining á niðurstöðunum var gerð í GenStat 7.1. Tilraunaskekkja var fundin með fervikagreiningu milli reita og dýpta innan reita. Notað var meðaltal mælinga úr sömu dýpt í hverjum reit. Til þess að einfalda mat á tilraunaskekkju í júlí 2004 var d-lið sleppt þar sem sýnum var ekki skipt eftir dýpt í d-reitum. Við greiningu á gögnum frá maí 2004 var notuð aðferð sennilegustu frávíka (REML, residual maximum likelihood).

Hún hentar vel þegar jafnvægi skortir í gögn og greina þarf í sundur breytileika milli og innan eininga.

NIÐURSTÖÐUR

Niðurstöðurnar sýna hækkandi hlutfall stöðugra samkorna í öllum tilraunaliðum frá júlí 2003 til júlí 2004 (tafla 2). Í túnreitum má segja að aukningin hafi verið stöðug en í byggreitum, sem unnir eru árlega, lækkaði hlutfallið frá júlí 2003 til maí 2004 en hækkaði svo aftur til muna. Það vekur sérstaka athygli að samkornahl+utfallið var mun lægra í túni en í byggakri í júlí 2003. Í júlí 2004 var það hins vegar hæst í a-reitum og mældist þar marktækt herra ($p < 0,05$) en í vallarfoxgrastúni (b-reitum). Hlutfallið var einnig hátt í byggreitum, hæst í reitum með lágmarksjarðvinnslu (e). Taka skal fram að niðurstöðurnar byggjast á tiltölulega fáum mælingum og að samanburður á nokkrum mæliaðferðum, sem gerð var sumarið 2004, sýndi að sú aðferð sem notuð var í þessari rannsókn gefur nokkuð óstöðugar niðurstöður (Brita Berglund 2005).

Árið 2003 mældist ekki marktækur munur milli dýpta innan tilraunaliða enda tilraunaskekkja mun meiri en í seinni mælingum. Í maí 2004 hafði einkum gengið á stöðug samkorn í efstu 10 sm í b- og e-liðum en enginn munur var á milli dýpta í a-reitum. Á 10–20 sm dýpi var hlutfallið svipað í öllum tilraunaliðum. Sýnum úr plægðum reitum (c og d) var ekki skipt eftir dýpt en niðurstöður mælinga eru nálægt

Tafla 2 Hlutfall votstöðugra samkorna >0,25 mm í jarðvinnslutilraun á Korpu. Niðurstaðan fyrir hvern tilraunalið og dýpt er meðaltal fjögurra mælinga árið 2003 en 2004 eru átta mælingar að baki hverri tölu.

	Júlí 2003			Maí 2004			Júlí 2004		
	dýpt (sm)		Meðal-tal	dýpt (sm)		Meðal-tal	dýpt (sm)		Meðal-tal
	0–10	10–20		0–10	10–20		0–10	10–20	
a. Tún	24,7	28,5	26,2	31,2	31,5	31,3	59,0	52,7	55,8
b. Tún, plægt 2001	26,2	25,8	26,0	22,0	33,2	27,6	45,7	46,9	46,3
c. Bygg, plægt og herfað árlega	40,0	36,0	38,0	28,7*		28,7	45,7	46,6	46,1
d. Bygg, plægt og tætt árlega	39,0	35,0	37,0	28,0*		28,0	47,6*		47,6
e. Bygg, plægt 2001 og herfað árlega	40,5	40,9	40,7	18,6	32,4	25,5	50,0	54,5	52,3
<i>Meðaltal</i>	<i>34,1</i>	<i>33,2</i>	<i>33,2</i>	<i>23,9</i>	<i>32,4</i>	<i>28,2</i>	<i>50,1</i>	<i>50,2</i>	<i>49,8</i>
<i>Staðalskekkja mismunarins</i>	<i>5,58**</i>	<i>5,71***</i>		<i>1,35**</i>	<i>2,66***</i>		<i>2,21**</i>	<i>3,97***</i>	

* Sýni tekið á 0–20 sm dýpi, ekki með í meðaltali fyrir dýpt eða staðalskekkju mismunarins

** Staðalskekkja sem gildir fyrir samburð milli dýpta innan tilraunaliða.

*** Staðalskekkja sem gildir fyrir samburð milli tilraunaliða.

meðaltali dýpta í öðrum tilraunaliðum. Í júlí 2004 var munur milli dýpta næstum horfinn. Breytingar á hlutfalli samkorna komu því einkum fram í efstu 10 sm jarðvegs.

Hlutfall samkorna var að jafnaði mjög líkt í öllum blokkum í júlí 2003 og 2004 (tafla 3). Í maí 2004 var hins vegar munur á blokkum en þá mældust stöðug samkorn að meðaltali 19% í blokk I en 30–32% í hinum þremur. Glæðitap var ekki mælt þá en við mælingar í júlí 2003 og 2004 kom fram munur á blokkum. Var glæðitapið um 20% í blokk I en 25–27% í hinum blokkunum. Þessi munur var óháður dýpt og meðferð tilraunaliða. Niðurstöðurnar sýna því samband milli lífræns innihalds og hlutfalls samkorna. Í sambandi við áhrif lífræns efnis ber að hafa í huga að jarðvegssýnin voru sigtuð í gegnum 4,75 mm sigti og stærri rætur þar með fjarlægðar áður en mælingarnar voru gerðar. Var mest af þeim í sýnum úr a- og b-reitum.

Vatnsinnihald sýna, mælt sem hlutfall af þurrefni, var í öllum tilvikum hærra í túnsýnum en í sýnum úr byggreitum (c–e). Sá munur er þó ekki marktækur. Meira vatn mældist í maí en í júlí 2004 í öllum tilraunaliðum og voru maí-sýnin áberandi

blaut viðkomu, einkum í b- og e-lið. Vatnsinnihald var yfirleitt svipað í báðum dýptum. Munur var hins vegar á blokkum og var minnst vatn í sýnum úr blokk I.

UMRÆÐUR

Rannsóknin leiddi í ljós að hlutfall votstöðugra samkorna breyttist töluvert með tímanum og voru ástæðurnar mismunandi. Hlutfallið jókst í öllum tilraunaliðum frá júlí 2003 til júlí 2004, mest í túnreitum og í reitum með lágmarksjarðvinnslu (e-lið) sem getur bent til þess samkorn verði fleiri og stöðugri þar sem jarðvinnsla er takmörkuð og samkornamyndandi ferlar fá að virka óárettir, eins og Deneff o.fl. (2001), Poulenard o.fl. (2002), Brye (2003) og Whalen o.fl. (2003) hafa sýnt fram á. Árið 2003 var hlutfall samkorna áberandi lágt í túnreitum borið saman við byggreiti og hefur jarðvinnsla því ef til vill haft jákvæð áhrif í fyrstu. Eins og Þorsteinn Guðmundsson (1994b) nefnir er hlutverk jarðvinnslu meðal annars að bæta jarðvegsbyggingu. Þar að auki hefur kornrækt yfirleitt bætandi áhrif á jarðveg samkvæmt Batey (1988). Rótarkerfi kornplantanna nær djúpt og getur þurrkað jarðveg og bætt byggingu hans á miklu dýpi

Tafla 3 Glæðitap og hlutfall votstöðugra samkorna eftir blokkum í jarðvinnslutilrauninni. Tölurnar eru meðaltal allra mælinga í hverri blokk.

	Samkorn			Glæðitap*	
	Júlí 2003	Maí 2004	Júlí 2004	Júlí 2003	Júlí 2004
Blokk I	33	19	52	20	20
Blokk II	33	30	49	26	25
Blokk III	37	30	49	25	25
Blokk IV	32	32	49	27	26

* Glæðitap var ekki mælt í maí 2004.

auk þess sem það skilur mikið af lífrænu efni eftir í jarðveginum eftir uppskeru.

Í reitum með enga eða gisna gróðurhulu að vetri (b–e reitir) lækkaði hlutfall samkorna frá júlí 2003 til vors 2004 og var það mest áberandi í efstu 10 sm jarðvegs. Eyðingaröflin virðast því virkari en samkornabindandi kraftar yfir vetrartímann og gæti áhrifanna mest þar sem jarðvegurinn liggur opinn og berskjaldaður. Þessu til stuðnings má vísa í Batey (1988) sem heldur því fram að samkornum sé sérstaklega hætt við að eyðast vegna ágangs vatns, einkum á yfirborði jarðvegs.

Athygli vekur að mest gekk á samkornin í blokk I, þar sem hlutfall lífræns efnis var minnst samkvæmt mælingum á glæðitapi. Er það vísbending um að lífrænt innihald jarðvegs hafi áhrif á stöðugleika samkorna. Ekkert samband fannst hins vegar milli glæðitaps og samkornahlutfalls í júlí 2003 og 2004. Lífrænt innihald virðist því skipta máli fyrir stöðugleika samkorna að vetri til en hefur ef til vill minna að segja að sumri þegar hættan á eyðingu er minni og fleiri samloðandi þættir eru að verki. Ber þessu saman við niðurstöður Tisdall og Oades (1982) sem sýna að lífrænt innihald skiptir máli fyrir mótstöðu samkorna gegn vatnsrofi og að fylgni sé milli hlutfalls stórsamkorna og lífræns innihalds. Áhugaverð spurning í þessu samhengi er hvað það hafi að segja að eldfjallajörð bindur meira af lífrænu efni en flestar aðrar jarðvegstegundir eins og Wada (1985) hefur sýnt fram á.

Önnur hugsanleg skýring á lágu samkornahlutfalli í sumum maí sýnum er að jarðvegurinn var mjög blautur við sýnatöku, einkum í b- og e-reitum, og

þurfti því að beita nokkuð miklu afli við sigtun áður en samkorn voru mæld. Hefur þetta hnjask trúlega haft einhverv áhrif á niðurstöðurnar.

Jarðvegurinn í umræddum liðum náði sér aftur um sumarið og var samkornahlutfallið hærra í öllum tilraunaliðum í júlí 2004 en árið áður. Óvenju hlýtt var í júní og júlí bæði árin (Veðurstofa Íslands 2003, Veðurstofa Íslands 2004) og hefur það eflaust haft jákvæð áhrif á lífræna ferla og samloðun vegna þurrkverkana. Í júlí 2003 var vatn í jarðvegi nálægt sigmörkum ($-0,01$ MPa) í túnreitunum en minna vatn mældist í byggreitum (Hólmgeir Björnsson, óbirtar niðurstöður). Í júlí 2004 var vatn töluvert undir sigmörkum í öllum tilraunaliðum. Þegar gengur á vatnsforðann eykst vatnsspenna sem gæti hafa styrkt samkornin. Skýring á þeirri óvæntu niðurstöðu að hlutfall samkorna var lægst í túnreitunum árið 2003 gæti verið að vatnsspenna var lægri þar en í byggreitunum.

Nókkurt ósamræmi var milli mælinga á stöðugum samkornum og loftrými, eða grófu holrými ($>0,05$ mm), í sömu tilraun í júlí 2003 og 2004 (Hólmgeir Björnsson 2005). Í júlí 2003 var loftrými mjög lítið í túnreitum (6–13% eftir tilraunalið og dýpt) og samkornahlutfall áberandi lágt. Bæði loftrými og hlutfall samkorna jókst svo milli ára. Í þessu tilviki virðast samkorn $>0,25$ mm því hafa jákvæð áhrif á myndun grófs holrýmis sem er sambærilegt við niðurstöður þeirra Furuhata og Hayashi frá 1980, sem lýst eru í Shoji o.fl. (1993). Þær sýndu að samkorn $>0,25$ mm eru mikilvæg fyrir myndun holrýmis $>0,1$ mm í eldfjallajörð. Í plægðum reitum (c og d)

mældist loftrýmið hins vegar aðeins 11% í 10-15 sm djúpt í júlí 2004 þrátt fyrir góða samkornabyggingu. Í efstu 5 sm var það 18-21% í plægðum reitum en ekki nema 12% í e-reitum sem getur bent til þess að losun við jarðvinnslu hafi ekki síður áhrif á myndun grófs holrýmis en góð samkornabygging. Færri mælingar voru þó gerðar á loftrými en á samkornahlutfalli og ber því að taka þessum samanburði með fyrirvara.

Lágmarksjarðvinnsla (e-liður) gaf ekki góða raun í þessari tilraun þótt hlutfall samkorna mældist hátt. Líklega hefði þurft að vinna jarðveginn betur í upphafi tilraunarinnar en landið var þá aðeins plægt einu sinni og því náðist ekki að blanda gróðurtorfu túnsins í jarðveginn. Byggið vex mjög gisið í þessum reitum og illgresi á greiðan aðgang en plæging er einmitt notuð í baráttunni gegn fjölæru illgresi. Víða erlendis hefur fengist ágæt reynsla af lágmarksjarðvinnslu (sbr. Deneff o.fl. 2001; Poulenard o.fl. 2002; Brye 2003; Whalen o.fl. 2003) og því sjálfsagt að prófa hana betur við íslenskar aðstæður. Einnig væri ástæða til að prófa hvort búfjáraburður myndi bæta byggingu íslensks akurlendis á sama hátt og gerist erlendis (Whalen o.fl. 2003; Mikha og Rice 2004).

Þær niðurstöður, sem hér eru birtar, gefa takmarkaðar vísbendingar um áhrif jarðvinnslu á samkornabyggingu brúnjarðar. Munur á samkornahlutfalli er ekki það mikill milli tilraunaliða og hlutfallið orðið það hátt í öllum liðum í júlí 2004 að ekki er hægt að segja með vissu hvort jarðvinnsla hafi í raun áhrif á samkornabyggingu. Til skamms tíma litið virðast þættir eins og meðhöndlun sýna, veðurfar, vatnsinnihald og lífrænt innihald jarðvegs hafa meira að segja. Mælingarnar eru þær fyrstu sinnar tegundar á Íslandi og verður þeim haldið áfram. Þær eru meðal annars áhugaverðar vegna sérstakra eiginleika eldfjallajarðar og er mikilvægt að öðlast skilning á því hvaða máli þeir skipta fyrir myndun og stöðugleika samkorna. Þess er vænst að niðurstöður úr áframhaldandi rannsóknum gefi svör við nokkrum þeim spurningum sem frummælingarnar hafa vakið.

Þakkir

Rannsóknin er hluti af verkefninu „Bygging og eðliseiginleika móajarðvegs og áhrif jarðvinnslu“, sem unnið hefur verið að á Rannsóknastofnun landbúnaðarinnar, nú Landbúnaðarháskóla Íslands, undir stjórn Hólmeirs Björnssonar. Verkefnið hefur hlotið styrk úr Tæknisjóði Rannís og Framleiðnisjóði landbúnaðarins. Kristján Óttar Eymundsson mótaði mæliðferðina í samráði við Stephen Sparrow, prófessor við School of Natural Resources and Agricultural Sciences, University of Alaska Fairbanks.

HEIMILDIR

- Angers, D.A. og G.R. Mehuys 1993: Aggregate stability to water. Í: M.R. Carter (ritstj.), *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Boca Raton: Canadian Society of Soil Science, Lewis. Bls. 651–657.
- Ashman, M.R. og G. Puri 2002: *Essential Soil Science*. Oxford: Blackwell Science.
- Áslaug Helgadóttir og Jónatan Hermannsson 2003: Verðmæti ræktunarlands. *Ráðunautafundur 2003*: 12–16.
- Batey, T. 1988: *Soil Husbandry*. Aberdeen: Soil and Land Use Consultants.
- Björn Jóhannesson 1988 [1960]: *Íslenskur jarðvegur*. (ljósprentuð endurútgáfa). Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Brady, N.C. og R.R. Weil 2004: *Elements of the Nature and Properties of Soils*. (2.útg.). Upper Saddle River NJ: Pearson Education.
- Brita Berglund 2005: *Áhrif jarðvinnslu á samkornabyggingu brúnjarðar* (óútgefin BS-ritgerð). Reykjavík: Jarð- og landfræðiskor Háskóla Íslands.
- Brye, K.R. 2003: Long-term effects of cultivation on particle size and water-retention characteristics determined using wetting curves. *Soil Science*, 168(7): 459–468.
- Cambardella, C.A. 2002: Aggregation and organic matter. Í: R. Lal (ritstj.), *Encyclopedia of Soil Science*. New York: Marcel Dekker. Bls. 41–44.

- Denef, K., J. Six, K. Paustian og R. Merckx 2001: Importance of macroaggregate dynamics in controlling soil carbon stabilization: short-term effects of physical disturbance induced by dry-wet cycles. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(15): 2145–2153.
- Grétar Einarsson 1968: *Íslenskur móajarðvegur og jarðvegstætingar*. Fjölrit Framhaldsdeildar Bændaskólans á Hvanneyri.
- Hólmgeir Björnsson 2005: Bygging og eðliseiginleikar móajarðvegs og áhrif jarðvinnslu. *Fræðaping landbúnaðarins 2005*, 134–144.
- Kemper, W.D. og R.C. Rosenau 1986: Aggregate stability and size distribution. Í: A. Klute (ritstj.), *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. (2. útg.). Madison: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Bls. 425–442.
- Mikha, M. M. og C.W. Rice 2004: Tillage and manure effects on soil and aggregate-associated carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 809–816.
- Oades, J.M. og A.G. Waters 1991: Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal of Soil Research*, 29: 815–828.
- Ólafur Arnalds 1990: *Characterization and Erosion of Andisols in Iceland*. (Doktorsritgerð). College Station: Texas A&M University.
- Ólafur Arnalds 1993: Leir í íslenskum jarðvegi. *Náttúrufræðingurinn*, 63(1–2): 73–85.
- Ólafur Arnalds 2004: *Volcanic soils of Iceland*. *Catena*, 56: 3–20.
- Poulenard J., F. Bartoli og G. Burtin 2002: Shrinkage and draining in aggregates of volcanic soils: a new approach combining mercury porosimetry and vacuum drying kinetics. *European Journal of Soil Science*, 53(4): 563–573.
- Sheldrick, B. H. (ritstj.) 1984: Loss on ignition. *Analytical Methods Manual 1984*. Ottawa: Land Resource Research Institute. Bls. 45/1–2.
- Shoji, S., M. Nanzyo og R. Dahlgren 1993: *Volcanic Ash Soils – Genesis, Properties and Utilization*. Amsterdam: Elsevier.
- Tisdall, J.M. og J.M. Oades 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141–163.
- Veðurstofa Íslands 2003: *Veðurfarsýfirlit 2003*. <http://www.vedur.is/vedurfar/yfirlit/yfirlitstoflur/yfirlit2003.html?> (Skoðað 3. feb. 2005)
- Veðurstofa Íslands 2004: *Veðurfarsýfirlit 2004*. <http://www.vedur.is/vedurfar/yfirlit/yfirlitstoflur/yfirlit2004.html?> (Skoðað 3. feb. 2005).
- Wada, K. 1985: The distinctive properties of Andosols. *Advances in Soil Science*. (2. bindi). New York: Springer-Verlag. Bls. 173–229.
- Whalen J.K., Q. Hu og A. Liu 2003: Compost application increase water-stable aggregates in conventional and no-tillage systems. *Soil Science Society of America Journal*, 67(6): 1842–1847.
- Þorsteinn Guðmundsson 1994a: *Jarðvegsflokkum FAO með blöðsón af íslenskum aðstæðum*. Fjölrit Rala, 167.
- Þorsteinn Guðmundsson 1994b: *Jarðvegsfræði*. Reykjavík: Búnaðarfélag Íslands.