

## Næringarefnahringrás við ræktun á íslenskri *eldfjallajörð*

Rannveig Guicharnaud<sup>1,2</sup>, Ólafur Arnalds<sup>2</sup> og Graeme I Paton<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> *University of Aberdeen, Plant and Soil Science Department, St Machar Drive, AB243UU, Aberdeen, UK.* <sup>2)</sup> *Landbúnaðarháskóli Íslands, Keldnaholti*

### Inngangur

Hér eru kynntar niðurstöður rannsókna sem unnið er að í tengslum við doktorsnám í jarðvegsfræðum við Háskólann í Aberdeen, í samvinnu við LBHI. Leiðbeinendur eru Graeme Paton við Aberdeen Háskóla, Plant & Soil Science Department og Ólafur Arnalds við Landbúnaðarháskóla Íslands, umhverfiseild.

### Markmið

Markmið verkefnisins er að kanna hvort eðlis- og efnaeiginleikar íslenskrar *eldfjallajarðar* (Andosol) sem notuð er til ræktunar, sem og íslenskar umhverfisaðstæður hafi neikvæð áhrif á næringarefnahringrás moldarinnar. Hinir sérstöku eðlis- og efnaeiginleikar *eldfjallajarðar* valda því að margir þættir næringarefnahringrásar eldfjallajarðvegs eru enn óútskýrðir. Skilningur á víxlverkun leirefna, eðlisþátta og lífmassa jarðvegs eru nauðsynlegur til að skýra flutning næringarefna úr jarðvegi yfir í plöntur og tap þeirra út í umhverfið.

Lögð er áhersla á að rannsaka N-hringrásina í heild sinni sem og hlutverk jarðvegsörvera í losun næringarefna svo þau verði aðgengileg plöntum. Niðurstöður úr tilraunum sem og mælingar á tilraunastofu á jarðvegssýnum verða notuð til að móta tilgátur um næringarhringrás í íslenskri mold, og þær eru síðan reyndar í tilraunum við raunhæfar ræktunaraðstæður. Niðurstöðunum er ætlað að bæta skilning á næringarefnahringrás *eldfjallajarðar* á alþjóðavettvangi og bæta nýtingu áburðar í landbúnaði á Íslandi, en *eldfjallajörð* er megin jarðvegur Íslands (Ólafur Arnalds 2004). Það getur bæði haft fjárhagslegan ávinning sem og stuðlað að minni hættu á mengun umhverfisins. Verkefninu er ennfremur ætlað að byggja upp nauðsynlega færni á þessu sviði á Íslandi; en jarðrækt er einn helsti vaxtarbroddur landbúnaðar landsmanna. Nú þegar hafa verið gerðar mælingar á helstu einkennum eldfjallajarðar, frummælingar á lífmassa (microbial biomass), N-losun (N-mineralization) og útskolun (leaching) ýmist á rannsóknastofu eða á tilraunareitum LBHÍ við Korpu í Reykjavík.

### Efni og aðferðir:

#### *Tilraunareitir*

Tilraunareitir (7x14m) eru 11 talsins og samanstanda af 3 meðferðum:

1. áburðargjöf (120kg/ha N), plægt, herfað, uppskorið árlega, bygg (4 reitir), nefndir *c* reitir
2. áburðargjöf (120kg/ha N), slegið árlega, tún (4 reitir), nefndir *a* reitir
3. samanburðarreitir án áburðargjafar og ræktunar (3 reitir), nefndir *f* reitir.

Jarðvegsgerð í öllum tilraunareitum er *eldfjallajörð* (Andosol).

### *Almenn einkenni eldfjallajarðar*

Almenn einkenni eldfjallajarðar voru mæld með stöðluðum aðferðum fyrir *eldfjallajörð* (Parfitt 1990, Parfitt og Childs 1988, Buurman o.fl. 1996, Blakemore o.fl. 1987). Flestar þessara aðferða hafa verið endurbættar af Rala/EGK (Arngrímur Thorlacius óbirt).

### *Niturlosun*

Umsetning lífrænna efna í jarðvegi er meginþáttur hringrásar næringarefna og þar með afar mikilvæg fyrir næringarframboð fyrir plöntur þar sem umsetningarferlið umbreytir nitri á þau form ( $\text{NH}_4^+$  og  $\text{NO}_3^-$ ) sem gróður getur nýtt sér. Slík umsetning hefur verið kölluð N losun (mineralization).

Niturlosun var mæld á vettvangi þar sem komið var fyrir 20 cm löngum stálstaukum ofan í jörðu og þeir hafðir lokaðir fyrir andrúmslofti með plastfilmu. Tveimur staukum var komið fyrir í hvern tilraunareit. Göt voruð boruð á hliðar staukanna til að tryggja loftflæði við náttúrulegt rakastig jarðvegsins (Hatch o.fl. 1990). Fyrstu staukarnir voru síðan fjarlægðir eftir 14 daga en hinir á 2 vikna fresti frá júní fram í lok september og N losun mæld. Þessar mælingar verða endurteknar sumarið 2006.

### *N útskolun*

Við rotnun losnar nitur sem ammóníumjón sem síðan breytist í nítrat fyrir tilstuðlan niturgerla. Nítrat er vatnsleysanleg neikvætt hlaðin jón ( $\text{NO}_3^-$ ), og sökum hleðslu sinnar binst hún ekki neikvætt hlöðnu lífrænu efni eða leirsteindum. Nítrat skolast því auðveldlega út í grunnvatn.

N útskolun var mæld samkvæmt aðferðum Vázquez o.fl. (2005) með gegndræpum keramik sogstautum (porous ceramic cup lysimeters) sem komið var fyrir 60 cm ofan í jörðu en þeir gera mögulegt að ná jarðvegslausnarsýnum úr holrýmum jarðvegsins. Tveir staukar voru settir niður í hvern tilraunareit og jarðvegslausnarsýni tekin á 2 vikna fresti frá lok maí til lok septembers eða þar til jarðvegur fraus. Niturstyrkur var greindur í jarðvegsvatni og samband niturstyrks og úrkomu fundið. Þetta samband ásamt gögnum um dagsúrkomu var síðan notað til að reikna heildarsumarútskolun niturs. Þessum mælingum verður haldið áfram til loka árs 2006.

### *Lífmassi*

Lífverur svo sem smádýr, bakteríur og sveppir brjóta niður lífrænar leifar á yfirborði og í yfirborðslögum jarðvegsins og skila næringarefnum aftur á nýtanlegu formi fyrir plöntur. Lífmassi er mælikvarði á þessa virkni lífveranna.

Lífmassi var mældur með klóroform brælingu (*Cloroform Fumigation Method*) (Vance o.fl. 1987). Aðferðin byggir á að bræla jarðveg með klóróformi sem sýður við loftæmingu í aski (desiccator). Við það losnar ammóníum sem flæðir úr dauðum örverufrumum. Mismunur á ammóníum í jarðvegi sem hefur verið brældur og ekki brældur gefa síðan mælikvarða á heildarmagn lífmassa örvera í jarðvegi.

## Niðurstöður

Sem áður sagði er verkefnið á byrjunarstigum, en nokkrar niðurstöður liggja þó fyrir nú þegar og má nefna:

- 1) N útskolun reyndist vera mest í öllum meðferðum í byrjun sýnatöku í lok maí (sjá veggspjald).
- 2) Eins og sjá má í 1. töflu var mesta N útskolun ( $\text{NO}_3^-$ -N +  $\text{NH}_4^+$ -N) sumarið 2005 í *c* reitum (áburðargjöf, plægt, bygg) en þar var meðal N útskolun 12,7 kg/ha. N útskolun reyndist vera minnst í *a* reitum (áburðargjöf, slegið árlega, grös) eða að meðaltali 3,66 kg/ha. Töluverð meiri útskolun var frá samanburðarreitum sem reyndist vera 8,89 kg/ha.
- 3) N losun reyndist einnig vera mest í *c* reitum, að meðaltali 288 kg/ha, en næst mest í *a* reitum þar sem 53,9 kg/ha losnuðu að meðaltali. Minnsta losun greindist í *f* eða 27,4 kg/ha (1. mynd).
- 4) Ekki virðist vera samband milli lífmassa og N útskolunar og losunar, þ.e.a.s. að hvorki N losun né útskolun jókst eftir því sem mældur lífmassi í jarðvegi var hærri (tafla 1). Frekari gagna þarf þó og ítarlegri tölfræðilega úrvinnslu þarf til þess að kanna gildi þessarar tilgátu.

**1. tafla.** Meðaltöl úr mælingum á tilraunareitum LBHÍ á Korpu, Reykjavík. Meðferðir: *a*=áburðargjöf, slegið árlega, tún (4 reitir), *c*= áburðargjöf, plægt, bygg (4 reitir), nefndir *c* reitir, *f*= samanburðarreitir án áburðargjafar og ræktunar (3 reitir). Tvö sýni voru tekin úr hverjum tilraunareit.

Meðferð	pH H <sub>2</sub> O	Jónrýmd meq/100g	Heildar C %	Heildar N %	C/N	Áborið N kg/ha	N útskolun kg/ha <sup>s</sup>	N útskolun kg/ha/dag <sup>s</sup>	N losun kg/ha	Heildar lífmassi KEC mg/kg
<i>a</i>	5,52	26	8,14	0,7	11,5	120	3,66	0,02	53,9	2018
<i>c</i>	5,63	33	8,32	0,73	11,5	120	12,7	0,08	288	1418
<i>f</i>	5,16	38	7,66	0,65	11,6	0	8,89	0,04	27,4	1570

<sup>s</sup> N í  $\text{NO}_3^-$  +  $\text{NH}_4^+$

## Ályktanir

Líkleg skýring á því að N-útskolun var áberandi mest við upphaf sýnatöku er sú jarðvegslífið hafið vaknað úr vetrardvala vel fyrir plöntuvöxt. Við það skolast út uppsafnað N áður en plöntur ná að taka það til sín.

N- útskolun og losun reyndist mest og umtalsverð í plægðum byggreitum. Að öllum líkindum er hægt rekja meiri útskolun og losun til þess að byggreitir eru plægðir sem eykur virkni örvera til niðurbrots á lífrænum efnum, auk þess sem reiturinn er áborinn.

Mæld N-útskolun var svipuð og í niðurstöðum Björn Þorsteinssonar o.fl. (2004) þar sem athuguð var efnaútskolun frá túnnum á Hvanneyri. Þeir mældu að meðaltali 0,03 kg/ha N-útskolun á dag en niðurstöður þessarar rannsóknar voru 0,02 og 0,04 kg/ha á dag í *a* og *f*

reitum. Útskolun frá *c* reitum var hins vegar töluvert hærri samanborið við niðurstöður Björns Þorsteinssonar o.fl. (2005) eða 0,08 kg/ha á dag (1. tafla).

Mæld N-losun í *a* og *f* reitum reyndist svipuð og niðurstöður Friðriks Pálmasonar (2005) (52-76 kg/ha frá 13. maí – 30. september). Bygg reitir (*c* reitir) sýndu hins vegar umtalsverði meiri losun samanborið við niðurstöður Friðriks Pálmasonar (2005) eða 228 kg/ha.

Mesta magn heildar kolefnis og heildar niturs (1. tafla) í byggreitunum sem er einn helsti orkugjafi örvera og ætti að stuðla að meiri N losun í jarðvegi.

Lífmassi reyndist hár í öllum reitum og töluvert hærri en lífmassi í landbúnaðarjarðvegi frá Skotlandi sem reyndist undir 200 mg/kg (Paton o.fl. 2005, óbirt gögn). Mældur lífmassi þessarar rannsóknar var á bilinu 1419-2018 mg/kg sem eru sambætilegar tölur og lífmassaniðurstöður Paton o.fl. 2005 sem gerðar voru á íslenskum jarðvegi. Það er því brýnt er athuga lífmassa íslensks jarðvegs nánar. Nú þegar eru hafnar mælingar á virkni ensíma í tilraunareitum þessarar tilraunar sem gæti varpað ljósi á hversu virk starfsemi lífmassans er. Ef tekið er mið af fyrrnefndum niðurstöðum er ekki enn búið að gera grein fyrir 170 kg/ha af N í *a* reitum, 395 kg/ha af N frá *c* reitum og 19 kg/ha af N í *f* reitum (N-áborið + N-losun – N útskolun). Gera má ráð fyrir á sá hluti N sem ekki er búið að gera grein fyrir hafi verið tekið upp af plöntum, losnað sem N<sub>2</sub>O gróðurhúsalofttegund, sé kyrrsettur fastefnum jarðvegsins, eða hafið losnað sem uppleyst lífrænt nitur.

Samtímis fyrrnefndum mælingum voru gerðar mælingar á N<sub>2</sub>O flæði úr tilraunareitum en þær niðurstöður liggja ekki enn fyrir. Einnig liggja niðurstöður mælinga á upptöku plantna ekki fyrir að svo stöddu. Meðaltalsupptaka niturs í eldri mælingum á Korpu reyndist vera um 160 kg/ha á túni annars vegar og hins vegar tók bygg upp um 100 kg/ha í mýri (Friðrik Pálmasson o.fl. 2003). Þá má því gera ráð fyrir annað hvort allverulegri bindingu niturs í jarðveginum í byggtilraunum eða umtalsverðri losun niturs á formi N<sub>2</sub>O út í andrúmsloftið.

## Þakkir

Þetta verkefni er styrkt að Rannsóknarnámsjóði Rannís og Landbúnaðarháskóla Íslands. Brita Berglund fær sérstakar þakkir fyrir aðstoð við sýnatöku sem og að hafa umsjón með sýnatöku á meðan nemandi stundar rannsóknarstörf við Aberdeen Háskóla.

Bergur Sigfússon fær þakkir fyrir aðstoð við uppsetningu tilrauna og gagnaúrvinnslu. Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson fyrir samvinnu við að þróa búnað til N<sub>2</sub>O mælinga.

## Heimildir

Björn Þorsteinsson, Guðmundur Hrafn Jóhannesson og Þorsteinn Guðmundsson, 2004. Athugun á afrenslismagni og efnaútskolun af túnnum á Hvanneyri. *Fræðaging landbúnaðarins* 2004:77-83.

Blakemore, L.C., Searle, P.L., & Daly, B.K., 1987. Methods for chemical analysis of soils. *New Zealand Soil Bureau Report* 80.

Buurman, P., van Lagen, B. & Velthorst, E.J., 1996. Manual for soil and water analyses. Backhuys Publishers, Leiden, Holland.

Friðrik Pálmason, Hólmgeir Björnsson & Jónatan Hermannsson, 2003. Nýting niturs í kornökum. *Ráðunautafundur* 2003:173-177.

Friðrik Pálmason, 2005. Niturlosun í kornræktarjörð. *Fræðabing landbúnaðarins* 2005:332-338.

Hatch, D.J., Jarvis, S.C. & Philipps, L., 1990. Field measurement of nitrogen mineralization using soil core incubation and acetylene inhibition of nitrification. *Plant and Soil* 124: 97-107.

Parfitt, R.L., 1990. Allophane in New Zealand – a review. *Australian Journal of Soil Research* 28: 343-360.

Parfitt, R.L., & Childs, C.W., 1988. Estimation of forms of Fe and Al: a review, and analysis of contrasting soils by dissolution and Moessbauer methods. *Australian Journal of Soil Research* 26: 121-144.

Ólafur Arnalds, 2004. Volcanic soils of Iceland. *Catena* 56:3-20.

Paton, G.I., Arnalds, O. & Dawson J.J.C., 2005. The initial characterization of the ecological statues of Icelandic Andosols. *Soil Biology and Biochemistry*. In review.

Vance, E.D., Brookes, P.C. & Jenkinson, D.S., 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass in a soil. *Plant and Soil* 76: 257-274.

Vázquez, N., Pardo, A., Suso, M.L. & Quemada, M., 2005. Drainage and nitrate leaching under processing tomato growth with drip irrigation and plastic mulching. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, In Press.